



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

INDUSTRIAL

**“APLICACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE CREMALLERAS EN UNA EMPRESA DE
MANUFACTURA, LIMA, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

MAGUIÑA DE PAZ, JIM ANGEL

ASESOR:

MG. JOSÉ PABLO RIVERA RODRÍGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

JURADO CALIFICADOR

.....

Presidente

.....

Secretario

.....

Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis se lo dedico a mi señora esposa Flor de María, a mi querida hija Nadia Alexandra y a mi señora madre Martina Isabel quienes apoyaron, comprendieron mis esfuerzos y me tuvieron la paciencia por las horas que no disfrute y compartí con ellas, por mi dedicación a este trabajo en la cual plasmo mis primeras experiencias profesionales.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todas las personas en el ámbito laboral que me dieron su respaldo y sobre todo me dieron la confianza para poder desarrollarme, brindándome sus consejos y experiencias.

Agradezco al profesor asesor Mg. Pablo Rivera por su apoyo, paciencia y contribución en la formulación y diseño del presente trabajo.

A toda la plana docente que siempre nos motivó a seguir adelante, además de su especial dedicación en nuestra formación académica.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jim Angel Maguiña De Paz con DNI N.º 15844274, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de junio del 2017

Jim Angel Maguiña De Paz

Nombres y apellidos del tesista

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Aplicación de la manufactura esbelta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Jim Angel Maguiña De Paz

Índice General

Páginas preliminares

Página del Jurado

Dedicatoria

Agradecimiento

Declaratoria de autenticidad

Presentación

Resumen

Abstract

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	3
1.2 Trabajos previos	16
1.3 Teorías relacionadas al tema	23
1.3.1 La manufactura esbelta	23
1.3.2 La Productividad	36
1.4 Formulación del problema	39
1.4.1 Problema general	39
1.4.2 Problemas específicos	39
1.5 Justificación del estudio	39
1.5.1 Justificación Teórica:	39
1.5.2 Justificación Metodológica:	40
1.5.3 Justificación Práctica:	40
1.5.4 Justificación Social Interna:	40
1.5.5 Relevancia Social:	41
1.6 Hipótesis	41
1.6.1 Hipótesis General:	41
1.6.2 Hipótesis específicas	41
1.7 Objetivos	42
1.7.1 Objetivo General:	42
1.7.2 Objetivos Específicos:	42
II. MÉTODO	43
2.1 Diseño de investigación	44
2.1.1 Según el tipo de estudio:	44

2.1.2	Según el nivel de investigación	44
2.1.3	Según el enfoque o naturaleza	45
2.1.4	Según el alcance temporal	45
2.1.5	Diseño de Investigación Experimental	45
2.1.6	Tipo cuasi experimental	46
2.2	Variables, Operacionalización	47
2.2.1	Variable Independiente: La manufactura esbelta	47
2.2.2	Variable Dependiente: La Productividad	47
2.3	Población y muestra	51
2.3.1	Población	51
2.3.2	Muestra	51
2.3.3	Unidad de análisis	51
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	51
2.4.1	Técnicas	51
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	52
2.4.3	Validez	52
2.4.4	Confiabilidad	52
2.5	Métodos de análisis de datos	52
2.5.1	Análisis descriptivo	52
2.5.2	Análisis relacionado con las hipótesis	52
2.6	Aspectos éticos	53
2.7	Desarrollo de la propuesta	53
2.7.1	Diagnóstico de la situación actual de la fabricación de cremalleras	58
2.7.2	Propuesta de mejora	71
2.7.3	Implementación de la propuesta	76
2.7.4	Resultados de la implementación del SMED y la Estandarización	100
2.7.5	Análisis económico	113
III.	RESULTADOS	115
3.1	Análisis de datos descriptivos	116
3.1.1	Mejora de la productividad	116
3.1.2	Mejora de la eficiencia	117
3.1.3	Mejora de la eficacia	118
3.2	Análisis de datos inferenciales	119
3.2.1	Hipótesis General	119
3.2.2	Hipótesis Específica 1	121
3.2.3	Hipótesis Específica 2	124
IV.	DISCUSIÓN	127

V. CONCLUSIONES	130
VI. RECOMENDACIONES	132
VII. REFERENCIAS	134
7.1 Anexos	139

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Tasas del crecimiento de la productividad (2000-2015) por regiones	4
Gráfico 2: Comparación porcentual de crecimiento del PBI en el mundo, América latina y el Caribe (2010-2016)	4
Gráfico 3: Productividad laboral en el Perú 2016	5
Gráfico 4: Organigrama de la empresa	7
Gráfico 5: Comparativo de tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz.	9
Gráfico 6: Diagrama de Ishikawa del área de fabricación de cremalleras	10
Gráfico 7: DOP de afilado y preparación de matriz	11
Gráfico 8: Repetición de actividades en el DOP de preparación de matriz	12
Gráfico 9: Análisis del tiempo de preparación de matrices y su causa raíz a través de la técnica de los 5 porqués.	14
Gráfico 10: Análisis del retorno de las matrices por regulación y su causa raíz	15
Gráfico 11: Adaptación actualizada de la Casa Toyota	27
Gráfico 12: Que son las 5 S	32
Gráfico 13: Flujo grama del proceso completo de fabricación de cremalleras	57
Gráfico 14: Productividad del área de fabricación de cremallera	58
Gráfico 15: Eficiencia pre- test de fabricación de cremallera	60
Gráfico 16: Eficacia pre- test de fabricación de cremallera	62
Gráfico 17: Mapeo de flujo de valor (VSM) actual de la línea de fabricación de cremalleras	65
Gráfico 18: Diagrama de Pareto	67
Gráfico 19: Preparación de matriz y la técnica de los 5 porqués	69
Gráfico 20: Alternativas de solución en el mapeo de flujo de valor actual (VSM) de la línea de fabricación de cremalleras	72
Gráfico 21: Mapeo de flujo de valor futuro (VSM) de la línea de fabricación de cremalleras	73
Gráfico 22: Flujograma del proceso de estampado de cremallera para la aplicación del SMED	77

Gráfico 23: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz diario pre – test	78
Gráfico 24: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz semanal pre - test	78
Gráfico 25: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz de seis semanas	79
Gráfico 26: Análisis del tiempo de ciclo de cada proceso y el Tark time	89
Gráfico 27: Análisis del tiempo o de ciclo de cada proceso y el Tark time	89
Gráfico 28: Diagrama de operaciones del proceso de preparación de la matriz de estampado de cremalleras pre-test	90
Gráfico 29: Tiempos pre-test identificados en el DOP de preparación de la matriz de estampado de cremalleras	92
Gráfico 30: Tiempos en el DOP de desinstalación de matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.	93
Gráfico 31: Tiempos en el DOP de instalación de matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.	93
Gráfico 32: Tiempos en el DOP de preparación de la matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.	94
Gráfico 33: Datos recolectados de tiempo actual de máquina parada por matriz diario	100
Gráfico 34: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz semanal pre - test	101
Gráfico 35: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz de seis semanas	101
Gráfico 36: Evolución de la disponibilidad de máquina por efecto del SMED	103
Gráfico 37: Evolución de la calidad de la cremallera por efecto del SMED	103
Gráfico 38: Evolución del rendimiento del proceso por efecto del SMED	104
Gráfico 39: Mejora de la eficiencia global de equipos	105
Gráfico 40: Productividad post - test del área de fabricación de cremallera	107
Gráfico 41: Eficiencia post- test de fabricación de cremallera	109
Gráfico 42: Eficacia post - test de fabricación de cremallera	111
Gráfico 43: Resultados pre-test y post-test de la productividad	116
Gráfico 44: Resultados pre-test y post-test de la eficiencia	117
Gráfico 45: Resultados pre-test y post-test de la eficacia	118
Gráfico 46: Resultados post aplicación de la aplicación de la Manufactura Esbelta	119

Índice de tablas

Tabla 1: Tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz	8
Tabla 2: Tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz	13
Tabla 3: Productividad pre - test del área de fabricación de cremallera	59
Tabla 4: Eficiencia pre - test del área de fabricación de cremallera	61
Tabla 5: Eficacia pre-test del área de fabricación de cremallera	63
Tabla 6: Tiempos detenidos pre - test del área de fabricación de cremallera	66
Tabla 7: Análisis de los tiempos detenido del área de fabricación de cremalleras	66
Tabla 8: Tiempos de máquina paradas por matriz del área de fabricación de cremallera	80
Tabla 9: Operaciones del proceso de preparación de la matriz de estampado de cremalleras	81
Tabla 10: Separación de actividades internas y externas	82
Tabla 11: Convertir actividades internas en externas	83
Tabla 12: Reducir actividades internas	84
Tabla 13: Diagrama de análisis del proceso actual de preparación e instalación y regulación de la matriz de estampado de cremalleras.	91
Tabla 14: Diagrama de análisis del proceso propuesto de preparación y de instalación y regulación de la matriz de estampado de cremalleras	95
Tabla 15: Resultados de reducción de tiempos post - test de la aplicación del SMED	100
Tabla 16: Productividad post - test del área de fabricación de cremallera	108
Tabla 17: Eficiencia post - test del área de fabricación de cremallera	110
Tabla 18: Eficacia post - test del área de fabricación de cremallera	112
Tabla 19: Costo de componentes	113
Tabla 20: Cálculo de costo de horas-hombre diario	114
Tabla 21: Beneficios económico por reducción de horas programadas	114
Tabla 22: Cálculo de la media de la productividad del proceso de fabricación	116
Tabla 23: Cálculo de la media de la eficiencia	117
Tabla 24: Cálculo de la media de la eficacia del proceso de fabricación	118
Tabla 25: Prueba de normalidad de la productividad	120
Tabla 26: Contrastación de la hipótesis general: Productividad	121
Tabla 27: Prueba de normalidad de la eficiencia	122
Tabla 28: Contrastación de la hipótesis específica 1: Eficiencia	123
Tabla 29: Prueba de la normalidad de la eficacia	124
Tabla 30: Contrastación de la hipótesis específica 2: Eficacia	126

Índice de cuadros

Cuadro 1: Operacionalización de la variable independiente: Lean Manufacturing	49
Cuadro 2: Operacionalización de la variable dependiente: Productividad	50
Cuadro 3: Cronograma de Implementación general de la Manufactura Esbelta en la fabricación de cremalleras	74
Cuadro 4: Cronograma de Implementación detallado de la Manufactura Esbelta en la fabricación de cremalleras	75

Índice de anexos

Anexo 1: Elaboración del manual de funciones del área de fabricación de cremalleras	140
Anexo 2: Hoja de registro de datos del proceso	149
Anexo 3: Diagrama de análisis del proceso de preparación interna (DAP) inicial	150
Anexo 4: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	151
Anexo 5: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	152
Anexo 6: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	153
Anexo 7: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	154
Anexo 8: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	155
Anexo 9: Hoja de procesamiento de la recolección de datos	156
Anexo 10: Matriz de consistencia	157
Anexo 11: Validez de instrumentos	158
Anexo 12: Resultado del programa Turnitin	164

Índice de fotografías

Fotografía 1: Bobinas de fleje de latón	53
Fotografía 2: Cremalleras	54
Fotografía 3: Llave inyectada de Zamak	54
Fotografía 4: Llave estampada en prensa por matriz de corte	55
Fotografía 5: Llave ensamblada automáticamente	55
Fotografía 6: Proceso de desmontaje pre-test de la parte inferior para la preparación de matriz (porta sufridera)	85
Fotografía 7: Proceso de desmontaje propuesto de la parte inferior para la preparación de matriz	86
Fotografía 8: Placa porta punzones y porta sufrideras actuales	87
Fotografía 9: Placa porta punzones nuevos y porta sufrideras nuevas propuestas	87

Resumen

La tesis titulada: “La aplicación de la manufactura esbelta para mejorar la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017”. Cuyo objetivo general fue mejorar la productividad del área de fabricación de cremalleras mejorando las dimensiones de eficiencia de tiempos y eficacia en el cumplimiento de metas del proceso definidas por los conceptos de García Alfonso como variable dependiente, y para la mejora utilizaremos herramientas de la manufactura esbelta como la metodología SMED y la Estandarización como variable independiente guiadas por las teorías de Santos, Wysk y Torres.

La investigación fue de tipo aplicada de diseño cuasi experimental, la población fueron los reportes de producción diario de la fabricación de cremalleras medida en 34 días. Se inicia con la recolección de datos luego apoyándonos en el mapeo de flujo de valor (VSM) para identificar el tiempo de ciclo del proceso, luego se procede a realizar un DOP para conocer el proceso y luego lo detallaremos en un DAP. Se aplicó la metodología y sus técnicas SMED y Estandarización de manera paralela reduciendo tiempos de operaciones estableciendo nuevos modos de hacer las operaciones y tareas, definiendo roles.

Finalmente, como resultado se aumentó la eficiencia del uso de tiempos en la fabricación de 79% a 93%, la eficacia del cumplimiento de la meta de 79% a 89% y la productividad del proceso de fabricación de cremalleras de 53m/h-h a 64m/h-h, siendo la conclusión final que la reducción de los tiempos de máquina parada y la estandarización de las operaciones y procedimientos aplicados en un entorno de la manufactura esbelta son justificados por los resultados logrados.

Palabras clave: Productividad, reducción, eficacia y eficiencia

Abstract

The thesis entitled: "The application of lean manufacturing to improve the productivity of the manufacturing process of zippers, in a manufacturing company, Lima, 2017". Its general objective was to improve the productivity of the zipper manufacturing area by improving the timescale and efficiency dimensions in meeting the process goals defined by Garcia Alfonso's concepts as a dependent variable, and for the improvement we will use lean manufacturing tools such as the SMED methodology and Standardization as an independent variable guided by the theories of Santos, Wysk and Torres.

The research was applied type of quasi-experimental design, the population were daily production reports of the manufacture of zippers measured in 34 days. It starts with the data collection, then supporting the value stream mapping (VSM) to identify the cycle time of the process, then proceed to perform a DOP to know the process and then detail it in a DAP. The methodology and its SMED and Standardization techniques were applied in parallel, reducing operations times by establishing new ways of doing operations and tasks, defining roles.

Finally, as a result the efficiency of the use of manufacturing times increased from 79% to 93%, the efficacy of meeting the goal from 79% to 89% and the productivity of the manufacturing process of zippers from 53m / h-h to 64m / h-h, the final conclusion being that the reduction of downtime and the standardization of operations and procedures applied in a lean manufacturing environment are justified by the results achieved.

Keywords: Productivity, reduction, efficacy and efficiency

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la manufactura en el mundo ha desarrollado técnicas muy avanzadas de fabricación para elevar su competitividad y cubrir las necesidades de productos cada vez más personalizadas de sus clientes y en un tiempo muy reducido, por lo cual es necesario flexibilizar la industria de la manufactura para asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

El aseguramiento de esta sostenibilidad en el tiempo de la industria manufacturera en el Perú no es ajeno a la preocupación de sus principales directivos por lo cual es pertinente buscar, aplicar técnicas y herramientas de resultados y beneficios comprobados que eleven nuestra calidad en pro de la satisfacción de nuestros clientes y a su vez ser competitivos en el mercado con procesos de fabricación esbeltos que garanticen el cumplimiento de nuestros tiempos de entrega y en la calidad solicitada y consiguiendo los máximos beneficios económicos.

Dentro de este entorno la empresa tiene como eje principal de producción el área de formación de cremalleras, que se alinea a la misión de la empresa que ofrece cremalleras de alta calidad para el sector textil y confecciones.

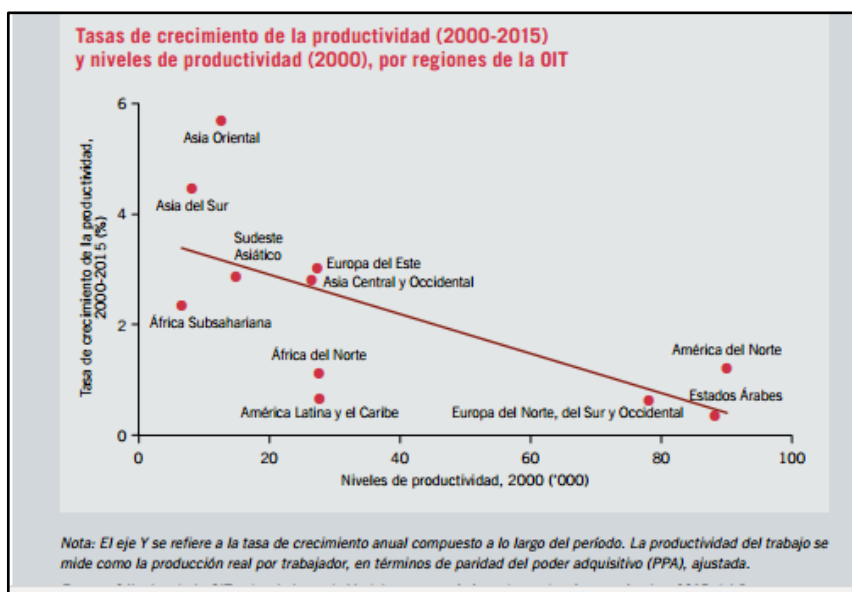
El desarrollo del presente trabajo de investigación se planteó en el área de fabricación de cremalleras en donde se reflejaba tiempos de máquina parada principalmente por preparación de matriz, continuas regulaciones de matriz que ocasionaba mermas, además de no tener definido un manual de procedimientos de las operaciones principales del estampado de cremalleras y muchas maneras de hacer las cosas que hacían extensas las operaciones.

El área de estudio se caracteriza por sus productos de alta precisión que requieren de procesos muy complejos, a su vez la empresa tiene un compromiso de innovación y mejora continua de sus procesos, para así brindar sus principales productos con la calidad que satisfaga la necesidad de sus clientes, a su vez es motivación de esta iniciativa y desarrollo de este proyecto buscando conseguir los beneficios que la manufactura esbelta propone.

1.1 Realidad problemática

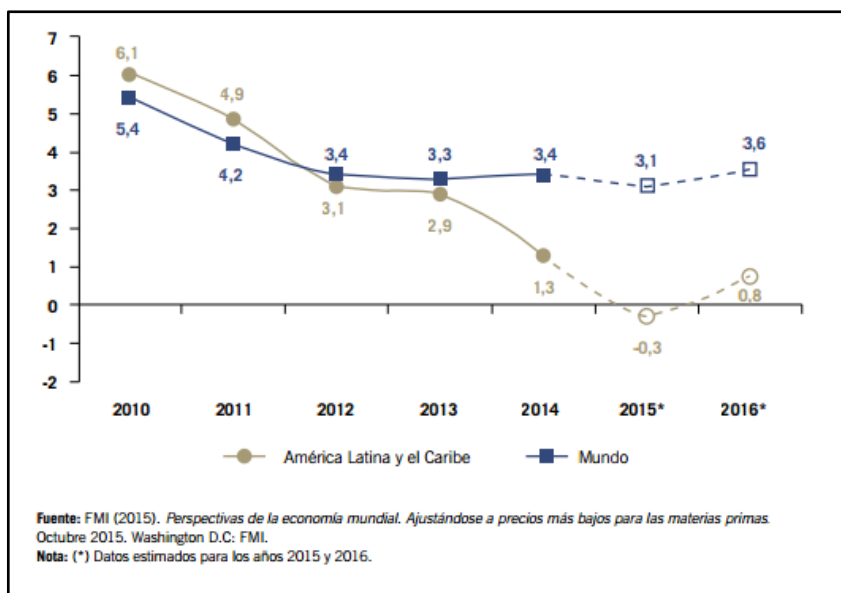
La productividad en el mundo tiene como indicador el PBI de cada región en el mundo, y en vista que China y otras economías ascendientes y en desarrollo han entrado en desaceleración o experimentan un crecimiento económico lento, la productividad se ha visto afectada. Las importaciones de China también han experimentado una caída, generando repercusiones en los países que dependen de exportaciones a China entre ellos Estados Unidos y Europa, también los que exportan materia prima como Australia y Canadá y otros países en desarrollo como Brasil, Chile, la Federación Rusa y la República Bolivariana de Venezuela a china, a raíz que el precio de materias primas ha caído generando un debilitamiento de la economía mundial. Según las estimaciones del Fondo Monetario Internacional prevé que la economía mundial crecerá un 3.6 % en el periodo 2016 ya las economías desarrolladas en el mundo se están recuperando en su crecimiento, mientras que en países como américa latina y el Caribe la tasa de crecimiento de la productividad es demasiado lenta y hasta parece haberse estancado (OIT: Perspectivas sociales y del empleo en el mundo, 2016, p.8). Una forma de contrarrestar esta tendencia es la innovación, la educación, mejorar la infraestructura y usar eficientemente nuestros recursos. (CÉSPEDES, LAVADO y RAMIREZ, 2016, p.3).

Gráfico 1: Tasas del crecimiento de la productividad (2000-2015) por regiones



Fuente: Perspectivas sociales y del empleo en el mundo (OIT) www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/

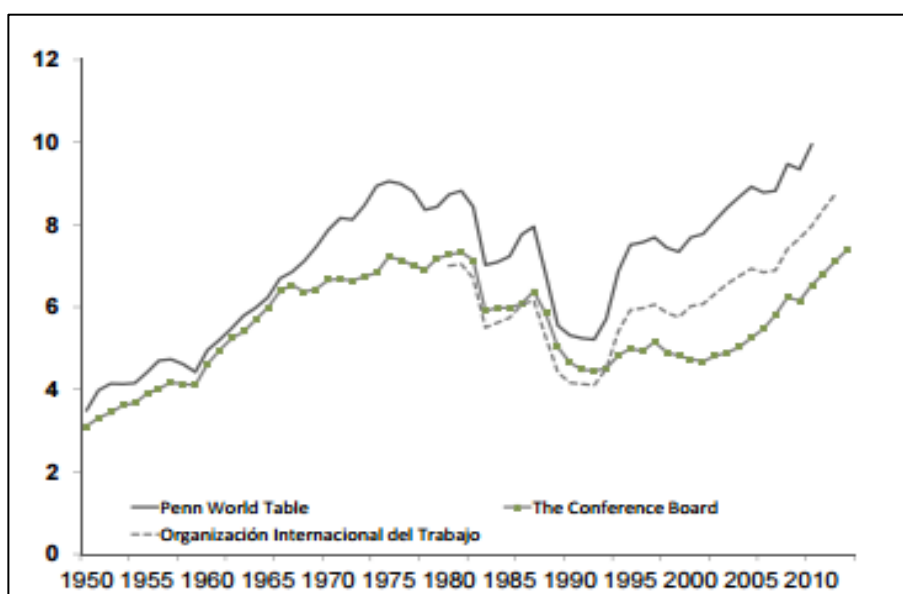
Gráfico 2: Comparación porcentual de crecimiento del PBI en el mundo, América latina y el Caribe (2010-2016)



Fuente: Panorama laboral 2015 América Latina y el Caribe (OIT) www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/

La productividad es una variable muy importante ya que determina a plazo largo el desarrollo de un país por lo cual hay que prestarle atención, la productividad en el Perú ha contribuido en el crecimiento que ha tenido desde 1980 a 2014 de 3,2% siendo en la última década un 2.9 % en este crecimiento.(CÉSPEDES, LAVADO y RAMIREZ, 2016, p.11).La productividad laboral en el Perú ha crecido entre los años 2000 y 2010 a una tasa promedio anual de 1.5% y 3.5% según informa The Conference Board y Penn World Table.(CÉSPEDES, LAVADO y RAMIREZ, 2016, p.14).

Gráfico 3: Productividad laboral en el Perú 2016



Fuente: Productividad en el Perú medición determinantes e implicancias repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle.

En la actualidad la industria nacional manufacturera peruana y en especial la industria textil se ve cada vez más afectada por los productos importados de China. Los insumos importados tienen aranceles mientras que los productos acabados que vienen de china no pagan aranceles, nos informa Carlos Posada, director del Instituto de Comercio Exterior de la CCL.

Como nos afecta a la empresa en estudio en vista que también importamos insumos para darle un valor añadido en los procesos de manufactura, en tanto que lo que producimos corresponde un 50 % de venta al mercado nacional textil

de prendas y si los porcentajes de producción de confeccionista peruanos se reduce, también se reduce la compra de nuestros cierres para las prendas producidas en el Perú.

Es por ello que, es una necesidad mejorar los procesos convirtiéndolos más ágiles en la producción y en la entrega, más flexibles al cambio, y variedad de productos que nos diferencie de la competencia, convirtiéndose la mejora continua de los procesos guiado por las herramientas de la manufactura esbelta, en uno de los puntos claves que eliminará los desperdicios a todo nivel empleando productivamente la mano de obra y el capital, el cual le dará viabilidad y competitividad a la empresa dentro de la sociedad.

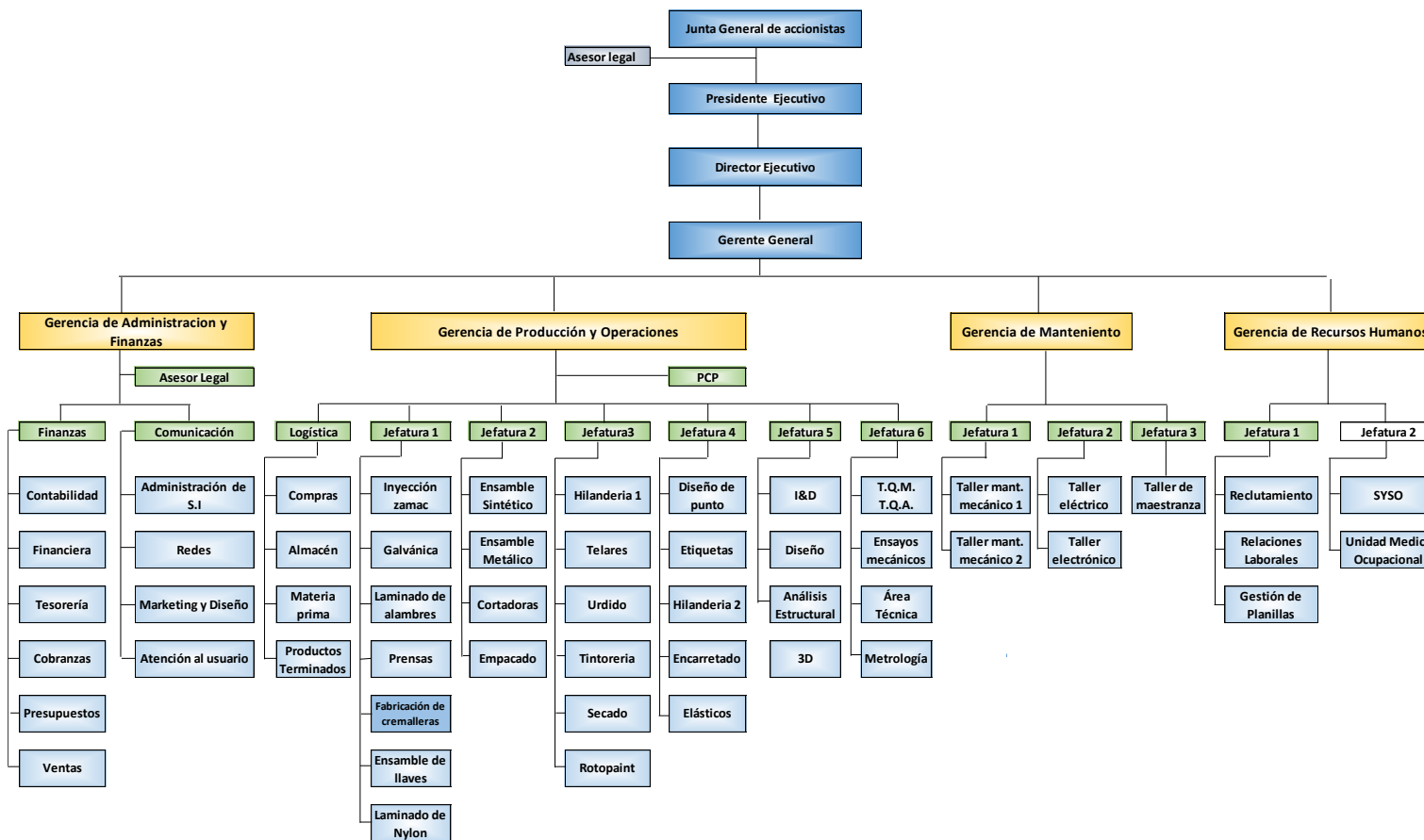
Visión

“Ser una organización líder en el mercado latinoamericano de cremallera dedicada, a sus servicios de sus clientes y al cumplimiento de las expectativas de los principales grupos de interés, a través de la innovación y la mejora continua”. La empresa

Misión

“Producimos cremalleras de alta calidad para diferentes tipos de industria, así como también avíos para el sector textil y confecciones, para crear valor a nuestros principales grupos de interés”. La empresa

Gráfico 4: Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Dentro de estas circunstancias se ha identificado la siguiente problemática en el área de fabricación de cremalleras:

- Interrupciones en los tiempos de fabricación de cremalleras por preparación y regulaciones no programadas de las matrices, lo cual reduce la disponibilidad de los equipos de producción. El tiempo de preparación y la regulación de matrices es el tiempo de parada de la producción de cremalleras, que consta según el registro de 321 minutos a 505 minutos diarios de un total de 14 máquinas representando el 8.6% - 9.7% del tiempo de carga diaria de 10.5 horas (8820 minutos) asignado al área.

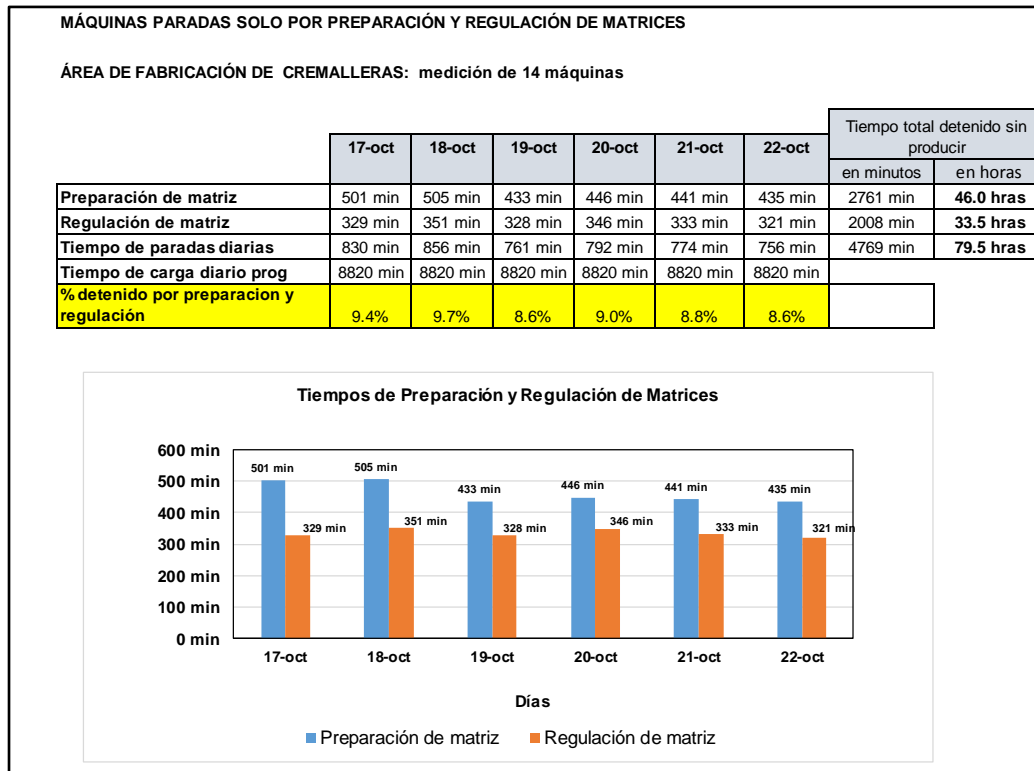
Tabla 1: Tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz

ÁREA DE FABRICACIÓN DE CREMALLERAS : Se realizó una medición de tiempos a las 14 matrices de la línea .

Máquina	17-oct		18-oct		19-oct		20-oct		21-oct		22-oct		min/sem	horas/sem
	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació		
58		15	70	30		30		32	66	25		15	283 min	4.7 hras
59	66	30		30	80	30		15		21	70	30	372 min	6.2 hras
35		20	70	32		16	68	30		19		15	270 min	4.5 hras
49	70	18		31	72	18		26	70	23		22	350 min	5.8 hras
51		15	67	32		17	68	32		19	82	34	366 min	6.1 hras
56	85	33		19		20	87	32		18	66	29	389 min	6.5 hras
57	74	32		19	74	35		19	84	32		17	386 min	6.4 hras
60		22	70	18		24	73	28		21	79	29	364 min	6.1 hras
45	65	24		13	62	23		14	71	19		22	313 min	5.2 hras
50		22	80	32		21		21	70	35		16	297 min	5.0 hras
52		18	78	28		18	70	31		22	70	28	363 min	6.1 hras
53	75	31		18	70	31		17	80	34		17	373 min	6.2 hras
54	66	28		21	75	28		21		24	68	26	357 min	6.0 hras
55		21	70	28		17	80	28		21		21	286 min	4.8 hras
	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Preparac	Regulació	Total	
	501 min	329 min	505 min	351 min	433 min	328 min	446 min	346 min	441 min	333 min	435 min	321 min	4769 min	79.5 hras
	8.4 hras	5.5 hras	8.4 hras	5.9 hras	7.2 hras	5.5 hras	7.4 hras	5.8 hras	7.4 hras	5.6 hras	7.3 hras	5.4 hras		
Total/Día	13.8 hras		14.3 hras		12.7 hras		13.2 hras		12.9 hras		12.6 hras			

Fuente: Elaboración propia

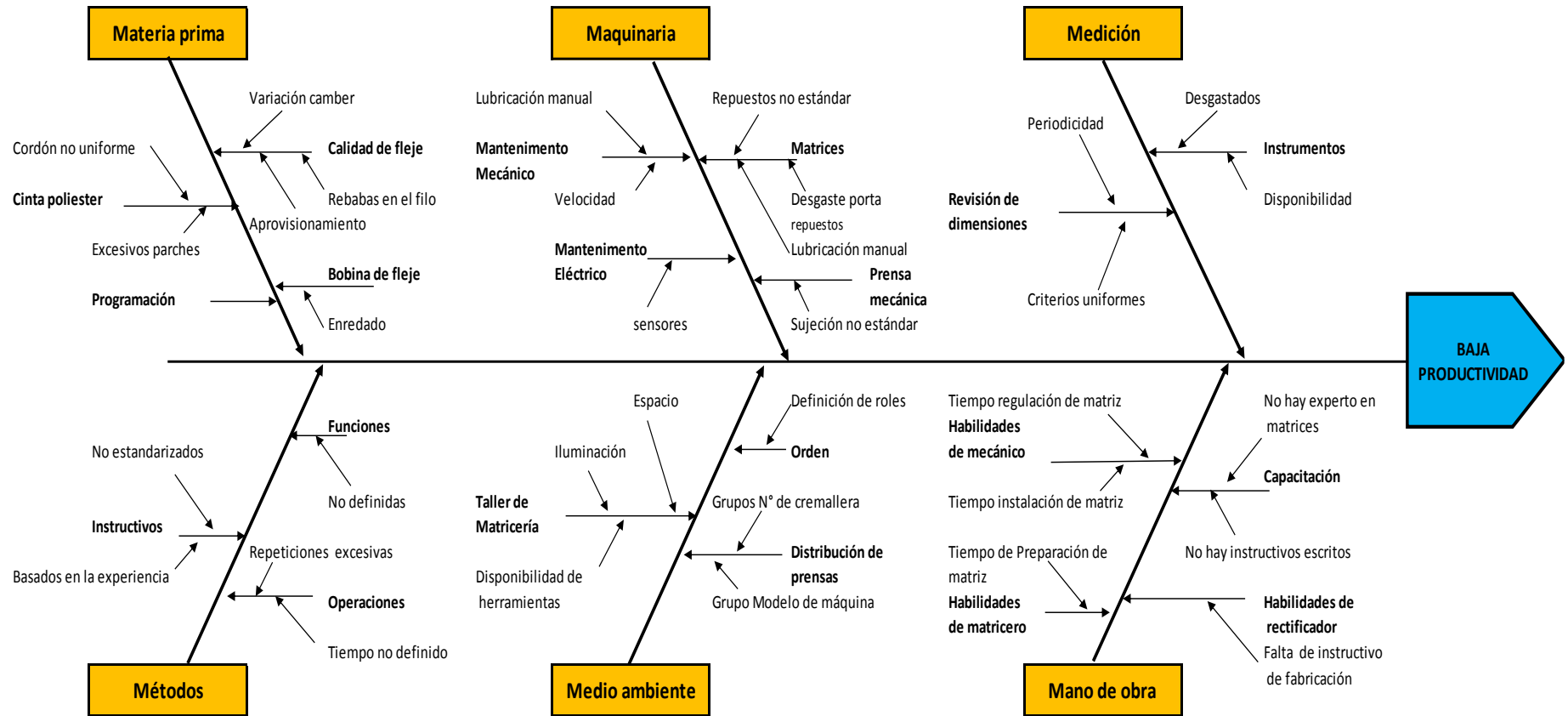
Gráfico 5: Comparativo de tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz.



Fuente: Elaboración propia

- La falta de un manual de operaciones e instrucciones estandarizadas que guie al personal en el manejo adecuado del proceso de preparación y regulación de las matrices.
- La demora en la reparación de las matrices ante una avería o rotura, a causa de la personalización de sus componentes y repuestos, por la falta de planos estandarizados
- Desgaste de los componentes de las matrices tales como placas guías y cavidades que centran los repuestos y la materia prima, por la falta de técnicas preventivas de mantenimiento.
- Diseños de ensamblaje de la matriz que demanda muchas operaciones internas en el proceso de preparación de matrices.

Gráfico 6: Diagrama de Ishikawa del área de fabricación de cremalleras

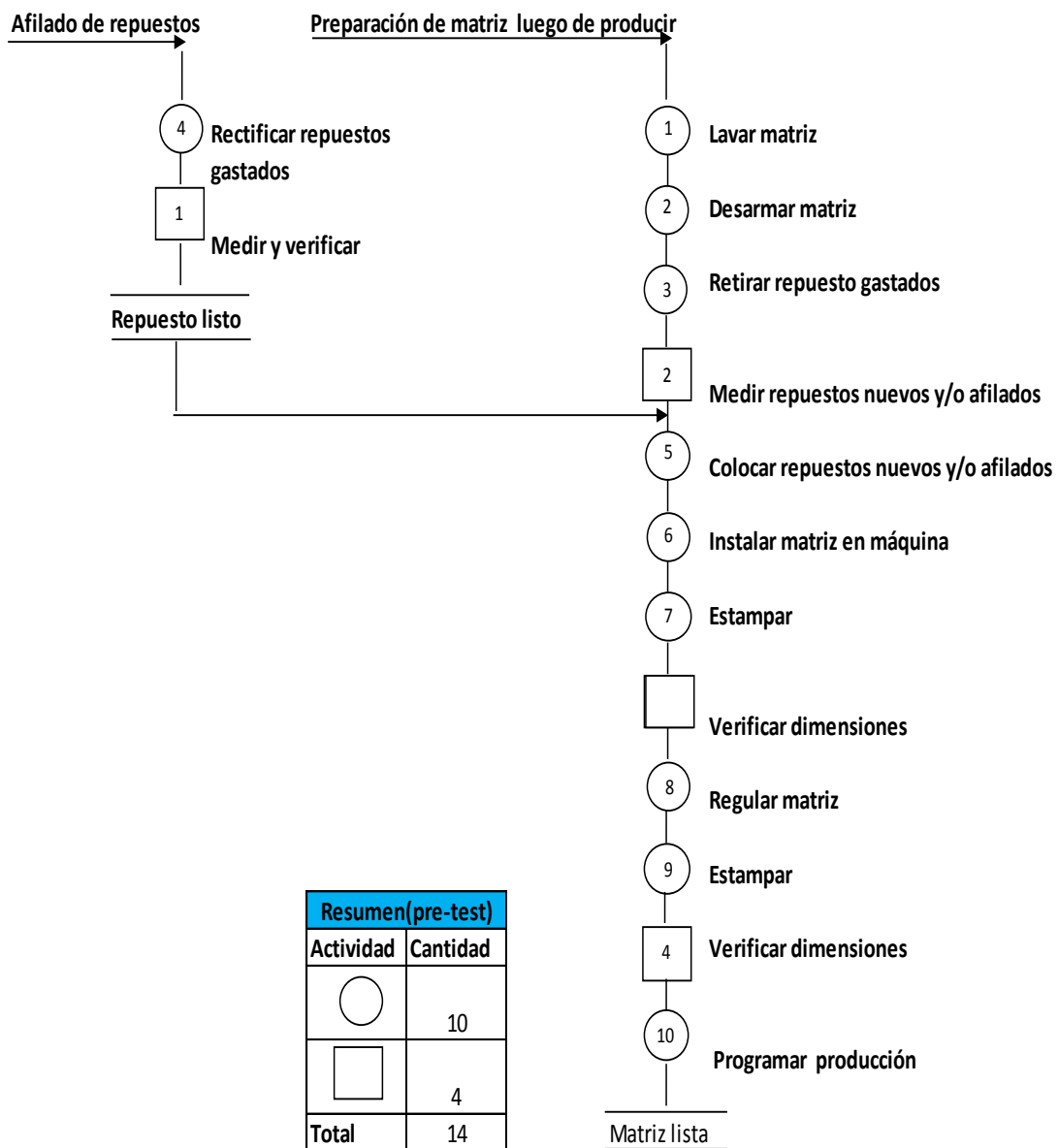


Fuente: Elaboración propia

Proceso de preparación y regulación de una matriz

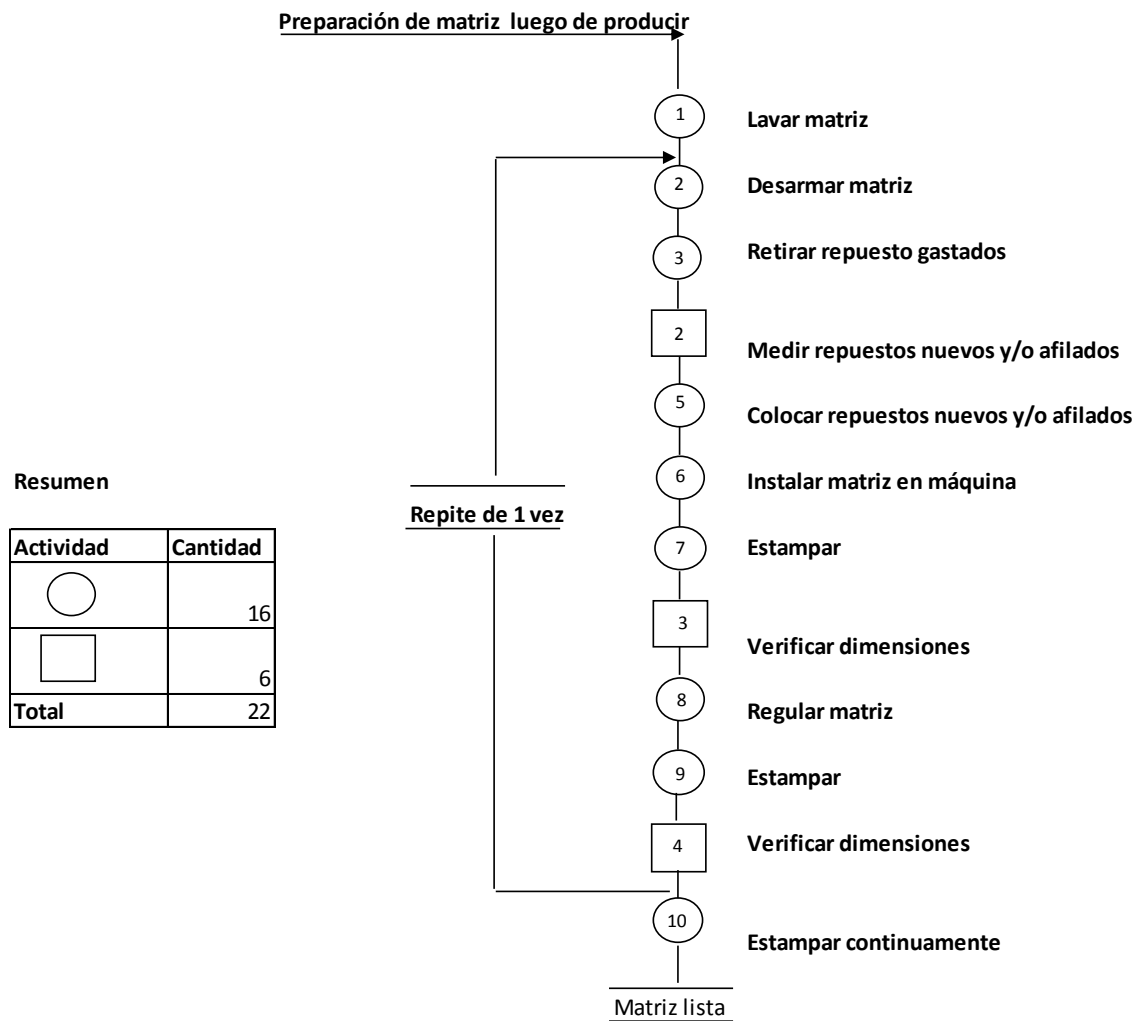
Se describen la secuencia de operaciones durante la preparación de la matriz y afilado de repuestos. Se representan mediante un DOP y un DAP.

Gráfico 7: DOP de afilado y preparación de matriz



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Repetición de actividades en el DOP de preparación de matriz



Fuente: Elaboración propia

En el DOP se observa la repetición del diagrama de operaciones una vez, tomando en cuenta que la repetición del proceso según el DAP suma un tiempo extra de 39.7 minutos, por lo cual nuestro problema es identificar las causas del retorno si los repuestos son nuevos

DAP del proceso de preparación de matrices y regulación actual con muchas operaciones por repetición de las mismas por ajuste post preparación

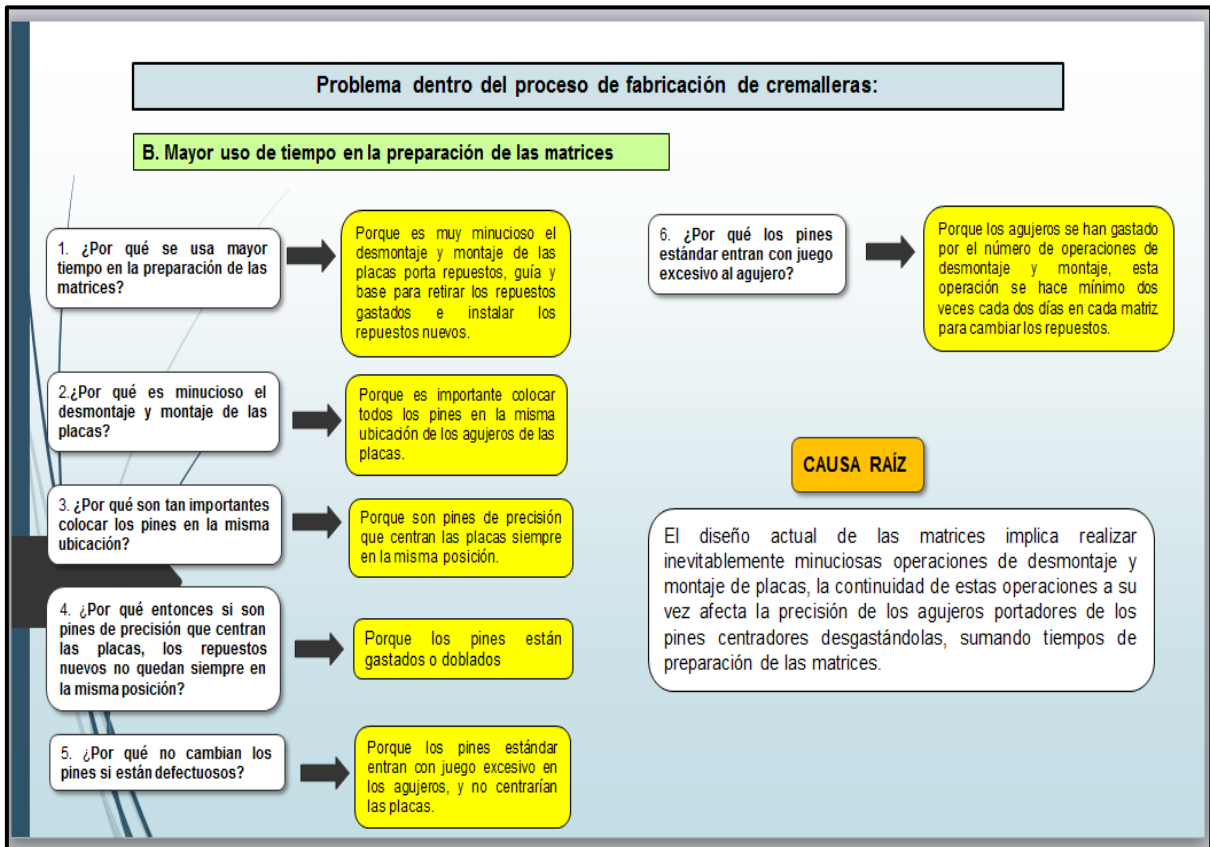
Tabla 2: Tiempo de parada de máquina por preparación y regulación de matriz

DAP									
Diagrama 1	Resumen								
Nombre del proceso: Estampado de cremalleras	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Metodo: Actual	Operación ○	45							
Se inicia en : Área de mantenimiento	Inspección □	6							
Termina en : Área de producción	Transporte ⇨	3							
Matricero: S/50 x8horas	Espera ▭	2							
Mecánico producción:S/40x8horas	Almacenaje ▽								
Costo/minuto de matricero	Distancia metros	81m							
S/. 0.104	Tiempo minutos matricero	65.9 min							
Costo/minuto de mecánico	Tiempo minutos mecánico	29.0 min							
S/. 0.083	Costo matricero	S/. 6.86							
	Costo mecánico	S/. 2.42							
Descripción del método actual	Dist.(m)	Tiempo(min)	○	□	⇨	▭	▽	Observaciones	Tiempos
Lavar la matriz en el area de mantenimiento		1	x						Preparación de matriz(13.5 min)
Aflojar 4 pernosde placa guia		2	x						
Expulsar 4 pines		3	x						
Aflojar prisionero ajustador de repuestos		1	x						
Retirar repuestos		1.5	x						
lavar con varsol		1	x						
Aflojar 2 pernos y retirar guia de remachadores		2	x						
Lavar guia de remachadores y remachadores		2	x						
Medir longitud de repuestos nuevos		1		x				Inspeccion(1min)	
Colocar repuestos nuevos		2.5	x						
Ajustar prisionero		1	x						Preparación de matriz(15 min)
colocar placa guia		0.5	x						
Ajustar 4 pernos de placa guia		2	x						
Insertar los 4 pines en la placa guía		3	x						
Engrasar remachador y guia		2	x						
Ajustar 2 pernos y colocar guia de remachadores		2	x						
Aflojar 4 pernos y retirar punzon		2	x						
Medir longitud de punzón nuevo		1		x				Inspeccion(1min)	
Colocar punzon		0.5	x						
Ajustar 4 pernos y colocar punzon nuevo		2	x						
Aflojar 1 perno y retirar heading		1	x						Preparación de matriz(6.2min)
Cambiar heading nuevo		0.5	x						
Ajustar 1 perno y colocar heading nuevo		1	x						
Lubricar columnas y bocinas		1	x						
Cerrar matriz		0.2	x						
Trasladar al area de estampado	27m	2			x			Transporte(2min)	
Esperar al mecanico		2				x		Espera(2min)	
Instalar matriz		1.5	x					Instalación(2.5min)	Mecánico 14.5 min
Estampar primeros productos		1	x						
Verificación visual y dimensional		2		x				Inspección(2min)	
Regular heading		5	x					Regulación(6min)	
Estampar primeros productos		1	x						
Verificación visual y dimensional de producto		2		x				Inspección(2min)	
Retorno al área de matricería	27m	2			x			Transporte(2min)	
Aflojar 4 pernosde placa guia		2	x						Regulación(21.2) mantenimiento Matricero 25.2 min
Expulsar 4 pines		3	x						
Aflojar prisionero ajustador de repuestos		1	x						
Retirar repuestos		1.5	x						
Lavar con varsol		1	x						
Aflojar 2 pernos y retirar guia de remachadores		2	x						
Colocar suples para compensar desgaste		3	x						
Colocar nuevamente los repuestos nuevos		2.5	x						
Ajustar prisionero		1	x						
Colocar placa guia		0.5	x						
Ajustar 4 pernos de placa guia		2	x						
Insertar los 4 pines en la placa guía		3	x						
Cerrar matriz		0.2	x						
Trasladar al área de estampado	27m	2			x			Transporte(2min)	
Esperar al mecanico		2				x		Espera(2min)	
Instalar matriz		1.5	x					Instalación(2.5min)	Mecánico 14.5 min
Estampar primeros productos		1	x						
Verificación visual y dimensional		2		x				Inspección(2min)	
Regular heading		5	x					Regulación(6min)	
Estampar primeros productos		1	x						
Verificación visual y dimensional		2		x				Inspección(2min)	
Listo para iniciar producción		2	x					Prog. Prod(2min)	
	81m	94.9 min	45	6	3	2			94.9 min

Fuente: Elaboración propia

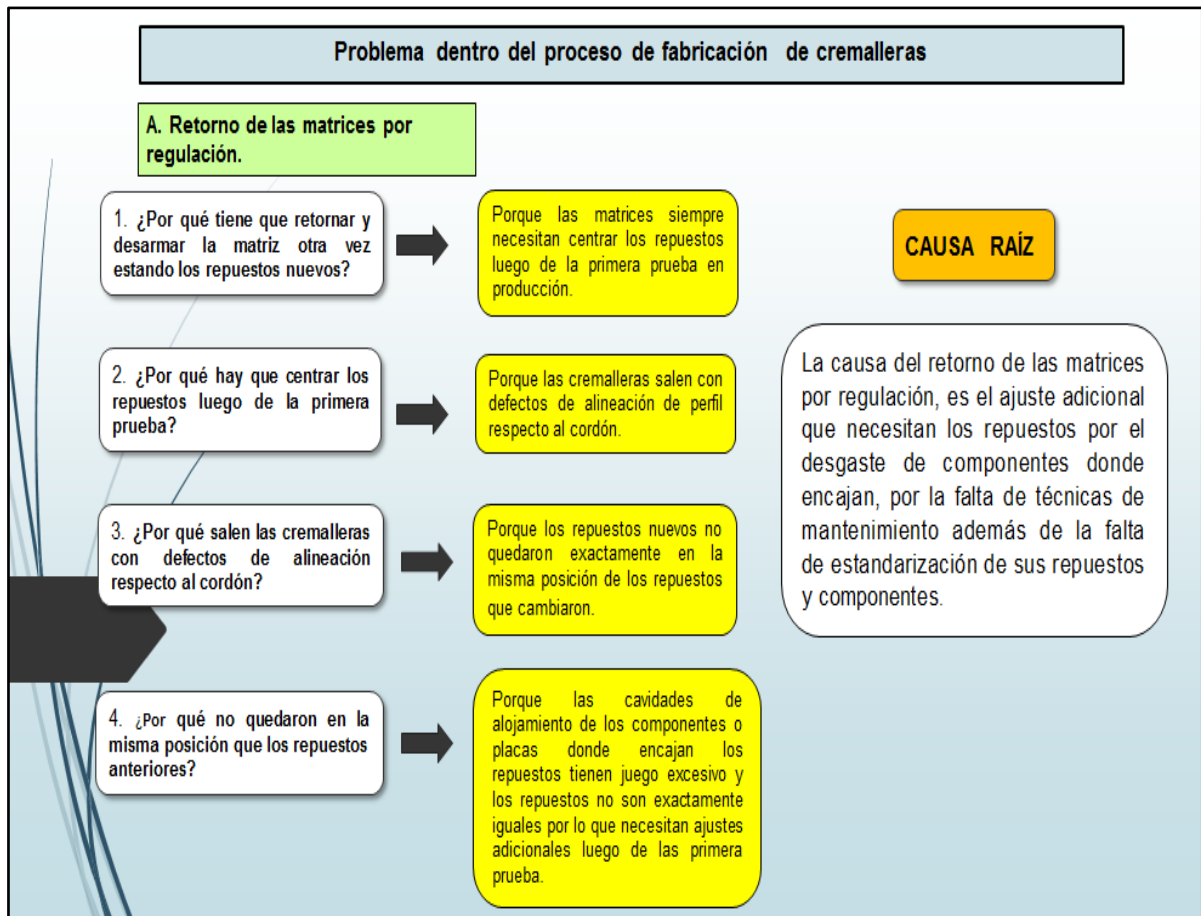
Análisis de problemas que implican en la variable dependiente: Proceso de fabricación de cremalleras.

Gráfico 9: Análisis del tiempo de preparación de matrices y su causa raíz a través de la técnica de los 5 porqués.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Análisis del retorno de las matrices por regulación y su causa raíz



Fuente: Elaboración propia

1.2 Trabajos previos

Como trabajos previos a este estudio se ha encontrado:

Tesis nacionales:

GUERRERO, Anelli. Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Tesis (Ingeniero Textil y Confecciones). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2016. 139 p.

Tuvo como objetivo buscar la reducción de costos por no conformidades del proceso de costura, para lo cual propuso las herramientas de la manufactura esbelta que se adecuen al proceso productivo previamente analizado, identificando como principal desperdicio los defectos y el uso inadecuado de los recursos reflejados en los indicadores de reprocesos, en las revisiones al 100% y personal destinado al reproceso. La metodología que utilizó para la implementación de la manufactura esbelta la desarrolló en dos fases. En la primera fase analizó y diagnosticó el área a estudiar y seleccionando el área de mayor costo por las no conformidades, luego desarrolló el mapa de flujo de valor actual donde identificó los problemas, los desperdicios o mudas en la familia de productos del proceso seleccionado, luego desarrollo el mapa de flujo de valor futuro en la cual visualiza las herramientas lean que utilizó para cumplir con los tiempos de entrega y calidad de la prenda. En la segunda fase para conseguir los beneficios de la manufactura esbelta utilizo la guía de proyectos PMBOK el cual consta de inicio, planificación, ejecución supervisión y control y cierre del proyecto.

Concluyó que la estandarización es una herramienta fundamental y vital para aplicar otras herramientas Lean como la técnica de calidad de aseguramiento de la calidad en el proceso y no al final, Poka Yoke y Kaizen, con las cuales se redujo los costos generados por no conformidades del proceso de costura. A partir de la implementación de dichas herramientas se ha logrado mejorar los indicadores de % reprocesos de 17.5% a 4.4%; los indicadores de eficiencia de 65% a 70%, los costos por sobretiempos del personal de calidad de S/12,013 a S/5,082. Con todas estas mejoras la empresa obtuvo un ahorro anual de \$181, 513.

El aporte de esta investigación es el criterio de estandarización de los criterios de ejecución de las actividades en los procesos de manufactura, lo cual es importante porque corresponde en la presente investigación una de las dimensiones de la variable independiente. La implementación de manufactura esbelta es una importante decisión de la gerencia que busca ahorros en el proceso a través de la eliminación de cualquier tipo de desperdicios que existe dentro de él. Que la mejora continua de un proceso tiene un principio y que nunca debe terminar, es decir no tiene fin. La organización debe buscar permanentemente la mejora continua, no solo durante la evaluación y desarrollo del proyecto sino a lo largo de toda su vida para garantizar su sostenibilidad en el tiempo.

LEMA, Hilda. Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. 112 p.

Buscó como objetivo mejorar el sistema productivo, para lo cual identificó el motivo de ciclo extenso de producción de un pallet como principal problema afectando ello en la productividad y calidad de la línea. La metodología que usó para implementar la manufactura esbelta la dividió en tres etapas: La etapa de preparación que implica el compromiso con la manufactura esbelta, la identificación del flujo de valor y la adquisición de los conocimientos acerca de la manufactura esbelta. La segunda etapa de diagnóstico en la cual se mapea el flujo de valor actual, la selección de indicadores de la manufactura esbelta y el mapeo de valor futuro. La tercera etapa e implementación donde se crean los planes de mejora y se lleva a cabo su implementación.

Concluyó que el ciclo extenso de la entrega de un pallet era causado por máquina parada debido a tiempos de espera, paradas menores por averías, pérdidas de velocidad, paradas por limpieza inadecuada de la línea, cambios de producto. La autora propuso la implementación de las siguientes herramientas: las 5S, el mantenimiento autónomo y el SMED (siglas en inglés de Single Minute Exchange of Die) para mejorar el proceso. La implementación buscó reducir los principales desperdicios identificados en la línea de producción además de elevar el indicador del OEE ya que de acuerdo a reportes del 2012 la línea estuvo

detenida aproximadamente 536 horas lo que representa una pérdida de 160.000 dólares, por lo cual se buscó incrementar la disponibilidad en 5,89%, eficiencia en 3.97% y calidad 0.64%, también elevó la eficiencia global de los equipos de 64.91% a 73.36%.

El aporte de esta investigación es pertinente porque entre las herramientas que utiliza de la manufactura esbelta propone y desarrolla la metodología SMED, para reducir los tiempos de parada de la máquina, además mide los resultados de la aplicación de estas herramientas a través del OEE, también uno de los indicadores utilizados para medir los resultados en la presente investigación. La incorporación del indicador de eficiencia global de la línea es importante como indicador principal de productividad de la línea, porque a través de sus indicadores podremos analizar las principales pérdidas que generan su variación. Los indicadores del tiempo promedio de reparar (MTTR) y tiempo promedio entre fallas (MTBF) miden la estabilidad de la línea y deben ser manejados por el área de mantenimiento, garantizando además soporte para las operaciones. La implementación del mantenimiento autónomo, que básicamente se enfoca en actividades de limpieza lubricación y apriete debe ser progresivamente una tarea sencilla de realizar.

MEJÍA, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.139 p.

Buscó como objetivo mejorar el área de confecciones a través de la aplicación de las herramientas de la manufactura esbelta, para lo cual previamente analizó el área seleccionada y luego propuso la mejora del sistema productivo mediante herramientas definidas de la manufactura esbelta. La metodología que utilizó para aplicar la manufactura esbelta la implementó en dos fases. La primera fase se desarrolló el análisis y diagnóstico, en la cual se seleccionó la línea de producción a tratar a través del diagrama de Pareto, luego se seleccionó dentro de esta línea aquella familia de productos de mayor volumen, se desarrolló el mapa de flujo de valor futuro actual donde se identificaron los principales desperdicios, elaboró un mapa de flujo de valor futuro se con las herramientas

de la manufactura esbelta a emplear que en este caso fue 5S, TPM y SMED además se identificó las métricas Lean a utilizar que fueron el OEE, tiempo promedio entre fallas (MTBF), tiempo promedio para reparar (MTTR) y el porcentaje de pedidos de entrega a tiempo. La segunda fase corresponde a la propuesta de mejora y su desarrollo a través de la implementación de las herramientas previamente seleccionadas de la manufactura esbelta.

Concluyó que Implementar 5S es fundamental para la implementación y desarrollo del mantenimiento autónomo y el SMED, las aplicaciones de estas herramientas proporcionan a la empresa competitividad en flexibilidad cumplimiento y calidad. Con la implementación de estas herramientas de la manufactura esbelta logró un aumento en los tres indicadores del OEE. El indicador de disponibilidad de las maquinas se incrementó en 19% lo cual trajo como consecuencia la reducción del tiempo de reparación de las máquinas y del tiempo de set-up. El indicador del rendimiento aumentó en 2% por el alza del tiempo bruto de producción. Finalmente, la tasa de calidad aumentó en 5% como producto de la reducción de productos defectuosos. Con el incremento de estos tres indicadores se consiguió mejorar el OEE de 63% a 85%.

La presente investigación es pertinente porque desarrolla la metodología SMED como solución a la baja eficiencia en las líneas de confección de ropa interior dentro de la empresa textil, tuvo como principales causas los tiempos de máquina con paradas altas y de frecuencia repetitiva el desorden en el área, excesivo tiempo de búsqueda de herramientas, por ello la mejora continua es un compromiso que involucra a todos los miembros de la organización.

RAMOS, José. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.131 p.

Su objetivo fue analizar la situación actual de la empresa para proponer herramientas de manufactura esbelta que ayude a mejorar la calidad del producto, reducir su tiempo de entrega flexibilidad con el pedido del cliente para mejorar su competitividad, satisfacer al cliente y eliminar el desperdicio en la cual el presente trabajo surge de la necesidad de mejorar el proceso productivo de

elaboración de fideos. El autor identificó los principales procesos productivos y priorizó las herramientas de manufactura esbelta 5S's el mantenimiento autónomo pilar del TPM, que le permitan atacar y eliminar los principales desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor. La metodología aplicada en la implementación de la manufactura esbelta se implementó en dos fases. La primera la fase de diagnóstico y la segunda de la propuesta de mejora. En la primera fase seleccionó la línea de producción, la familia de productos a tratar, el desarrollo del mapa de flujo de valor actual, en donde se identificaron los desperdicios y las métricas, se desarrolló luego un mapa de flujo de valor futuro indicando y priorizando las herramientas de la manufactura esbelta a aplicar, en el caso se aplicó el TPM y las 5S. En la segunda fase el de la propuesta de mejora se desarrolla la implementación de las herramientas seleccionadas con las consideraciones pertinentes en cuanto a capacitación y aplicación para llevarlas a cabo.

Concluyó que la correcta implementación del mantenimiento autónomo como pilar fundamental del TPM es de suma importancia para equipar al sistema productivo con los demás pilares y garanticen la estabilidad de la línea con una eficiencia global de los equipos de 85%. Mediante la recolección de información en la línea se pudo encontrar la constante acumulación de los desperdicios desde la perspectiva de la manufactura esbelta.

El aporte de esta investigación guía los lineamientos y análisis de la aplicación de la manufactura esbelta. El compromiso de los integrantes de la planta en todos los niveles es importante para la correcta implementación de la manufactura esbelta comprender que el proceso de mejora del sistema productivo es algo que no tiene final y requiere constancia y actitud.

RONDAN, Silene. Aplicación de Lean Manufacturing para la Mejora de la Productividad en la Línea de Panificación de la Empresa El Hari, S.M.P, Año 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.159 p.

Su objetivo de esta investigación fue mejorar la productividad y la calidad para lo cual utilizó técnicas de 5s y Poca - Yoke. La metodología realizada en esta investigación es de tipo aplicada, diseño pre - experimental y de nivel descriptivo y explicativo, la población fue los datos tomados de 30 días de observación, los

instrumentos que utilizo fue el cronometro, balanza, báscula de piso y los formatos de control de la limpieza, de inspección.

Concluyó que la correcta implementación de las técnicas de la manufactura esbelta ayuda a incrementar la productividad de 0.742 a 0.841 disminuyendo los tiempos muertos mejorando además el orden, ambiente y seguridad en el área de panificación también se mejoró también la eficiencia de 0.829 a 0.882 y la eficacia de 0.895 a 0.953.

El aporte de esta investigación es importante porque utiliza las dimensiones de eficacia y eficiencia en la variable dependiente que son los puntos que se comparan con la investigación que se realiza.

YUPANKI, Carlos. Aplicación de Lean Manufacturing para Mejorar la Productividad del Proceso de Inyección-Soplado en una Empresa Manufacturera, Distrito Los Olivos, Año 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.114 p.

Su objetivo fue mejorar la productividad del proceso de inyección y soplado mejorando la calidad del producto y la eficiencia en los tiempos de cambio aplicando técnicas SMED y Kanban. La metodología realizada en la investigación fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental cuya población fue de 10 máquinas sopladoras, la muestra fue un censo, los instrumentos fueron fichas de observación formatos de actividades, cronómetro.

Concluyó que la Aplicación del Lean Manufacturing mejora significativamente la productividad que se evidencia en el aumento de horas efectivas semanales de 120 a 140 horas también reduciéndose las horas paradas significativamente de 29 a 9 horas cumpliendo las unidades programas pasando de producir de 768,000 a 900,000 envases mejorando de esta manera el rendimiento de la máquina, a su vez disminuyó los productos defectuosos incrementándose la calidad de 94% a 100%, también consiguió mejorar la eficiencia en el tiempo de cambio de molde de 41.58% a 99.66%.

El aporte de esta investigación es importante para comparar los resultados de obtenidos del SMED en la eficiencia de tiempos, en el rendimiento de la máquina y disminución de los productos defectuosos.

Tesis Internacionales:

NIÑO, Ángela y OLAVE, Carolina. Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de americana de colchones. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 2004. 226p.

Cuyo objetivo fue diseñar un modelo para la aplicación de las herramientas de la manufactura esbelta en un sistema de producción de colchones en la cual su punto de ventas ha ido aumentando del 2001 al 2004 en un 50%, entonces busco afrontar este crecimiento creando un modelo basado en la manufactura esbelta para satisfacer la demanda del mercado. La metodología que uso fue que identifiqué sus principales defectos, priorizando su tratamiento e identificando la herramienta de la manufactura esbelta para afrontar los problemas identificados. La autora analizó el sistema de producción y se encontró un 28 % de defectos de su producción que representaba un 80% de sus reprocesos.

Concluyó que con la priorización de los defectos se determinó la participación de defectos en los procesos de confección y de ensamble es de 66.7 % y 48.7% respectivamente en el total de defectos presentados en el área de producción. La aplicación de las herramientas de manufactura esbelta como las 5S, Andon, Poka -Yoke y Kamban, impactan y reducen en un 60% de los defectos encontrados.

La puesta en marcha de la manufactura esbelta y su éxito se funda en los equipos de trabajo que lo conforman y su retroalimentación de su labor debe darse en la presentación de sus resultados a los demás equipos.

La manufactura esbelta es una filosofía o pensamiento que a través de sus herramientas desarrollan un trabajo sincronizado en el flujo de la producción de tal forma que eliminen los desperdicios y que sus resultados positivos se traduzcan en aumento de productividad reducción de defectos, reducción de costos.

VILLANUEVA, Alfredo. Análisis y propuesta de mejora de una empresa metalmeccánica utilizando manufactura esbelta. Tesis (Maestro en Ingeniería Industrial). México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2007. 110 p.

Este trabajo tuvo como objetivo las empresas metalmecánicas nacionales que contaban con procesos de producción anticuados y buscaban cambiar a un proceso de manufactura esbelta orientado a mejorar el sistema productivo, para lo cual identificó los problemas en una fábrica de esterilizadores.

La metodología para el proceso de aplicación se dividió en cinco fases: iniciación, diagnóstico, planificación de medidas, aplicación y terminación. Se debe tomar en cuenta la flexibilidad de las fases en términos de secuencia.

Concluyó que los principales problemas en la fábrica de esterilizadores son el excesivo lote de materia prima, que la maquinaria no tiene un plan de mantenimiento lo que provoca retrasos por paradas inesperadas y el personal que labora con resistencia.

La aplicación de técnicas como el SMED, capacitación a los trabajadores, sistemas poka yoke, indicadores Andon, con lo cual su nivel de rotación de inventario de 1.9 al año se incrementó a 7.9 por año, evitando así que el material quede obsoleto o se maltrate.

El autor consideró que la realización de su tesis le ayudó reafirmar sus conocimientos acerca de la manufactura esbelta y ordenar de manera lógica su aplicación ya que muchas veces no se cuenta con los elementos suficientes para definir los problemas reales de la empresa y tampoco saber definir que herramienta es la más adecuada para combatirla.

1.3 Teorías relacionadas al tema

En este capítulo se define la manufactura esbelta, sus orígenes, principios y principales herramientas utilizados por este sistema de producción, los cuales pueden ser adaptados a cada realidad problemática según la definición definida para cada una de ellas.

1.3.1 La manufactura esbelta

- Para Rajadell y Sánchez (2010) lean Manufacturing es "la persecución de una mejora del sistema de fabricación, mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas

acciones que no aportan valor al producto y por la cual el cliente no está dispuesto a pagar” (p.2).

- Para Hernández y Vizán, (2013) Lean Manufacturing “es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” (p.10).
- Para Santos, Wysk y Torres, (2010) "Lean Manufacturing consiste, básicamente, en la eliminación sistemática del despilfarro. Como su nombre indica, lean se centra en la eliminación de la "grasa" de los sistemas de producción” (p.25)
- Para Bernárdez (2009) “La manufactura esbelta es una metodología de mejora de la performance en manufactura desarrollada por la empresa Toyota y sistematizada por Taiichi Ohno (Ohno, 1978,1988), director y consultor de la empresa pionera Toyota” (p.348).
- Para Madariaga (2017) Lean Manufacturing “es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación - personas, materiales, máquinas y métodos - que persigue mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro” (p.9).

1.3.1.1 Antecedes de la manufactura esbelta

A principios de siglo XX con los trabajos realizados F.W. Taylor y Henry Ford dirigidas a las técnicas de organización de la producción y de fabricación en serie que fueron aplicados a fines del siglo XIX se dio un avance de la producción artesanal a la producción en masa. Taylor desarrollo las primeras bases de la de la aplicación de método científico a los procesos, relacionados con los tiempos, equipos, personas y movimientos estandarizando operaciones en la lógica Taylor promueve la división del trabajo en la cual cada parte persigue su objetivo. Más tarde Henry Ford introdujo las primeras cadenas automáticas de fabricación de automóviles en donde combinó el uso de intensidad del trabajo y de la estandarización de los productos, el uso de máquinas para tareas simples, la simplificación-secuenciación de tareas y la especialización en el trabajo y la especialización que dieron un incremento de la productividad. Ambas teorías y sus aplicaciones estaban orientadas a producciones rígidas y en masa. (Hernández y Vizán, 2013, p.12)

Al otro lado del mundo en Japón en 1902 representado Sakichi Toyoda fabricante de telares muy baratos hechas en madera, y en su afán de no ver a su familia al lado de las maquinas inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba una señal visual, separando de esta manera al hombre de la máquina, es donde se encuentra el primer germen del pensamiento Lean pues de esta manera una sola persona podía controlar varias máquinas incrementado de esta manera la productividad. (Hernández y Vizán, 2013, p.12) En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa británica Platt Brothers y funda con su hijo Kiichiro la Corporación Toyota Motor Company.

En 1949 una caída en las ventas luego de la segunda guerra mundial obligó a Toyota a despedir personal. En 1950 Eiji Toyoda, sobrino de Sakichi de un viaje a Estados Unidos a la planta de rouge de Ford, que incentivaban la reducción de costos fabricando vehículos a gran escala en Detroit, sin embargo, Eiji se dio cuenta que uno de los principales problemas de esa planta eran los despilfarros y que difícilmente copiarían este sistema de producción a gran escala debido a la crisis que por la que transcurría por esas épocas en Japón. Encargó a Taiichi Ohno la labor de mejorar el proceso de manufactura de Toyota en base al sistema de producción de Ford, pero con una nueva perspectiva de lotes de manufactura pequeños con variedad de modelos estableciendo un modelo de gestión diferente el Just in time (JIT) o sistema de producción Toyota (TPS) cuyo principio era: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.4).

Junto a Taiichi Ohno, considerado el padre de la manufactura esbelta y los esfuerzos e interés en la reducción de tiempos de preparación de Shigeo Shingo ,ingeniero industrial quien estudió las teorías de Taylor acerca de la administración y los tiempos movimientos de Gilbreth para transformar las operaciones de producción en flujos continuos, creando de esta manera los fundamentos del SMED además de esta herramienta se desarrollaron otras como el Poka- Yoke, Kanban, Jidoka, alrededor del JIT complementándose unas y otras hacia un sistema de producción flexible y ágil de acuerdo la demanda del mercado.(Hernández y Vizán, 2013, p.13)

El sistema JIT/TPS se empezó a imponer en las demás empresas de Japón a raíz de la crisis del petróleo de 1973 pues muchas empresas japonesas entraron

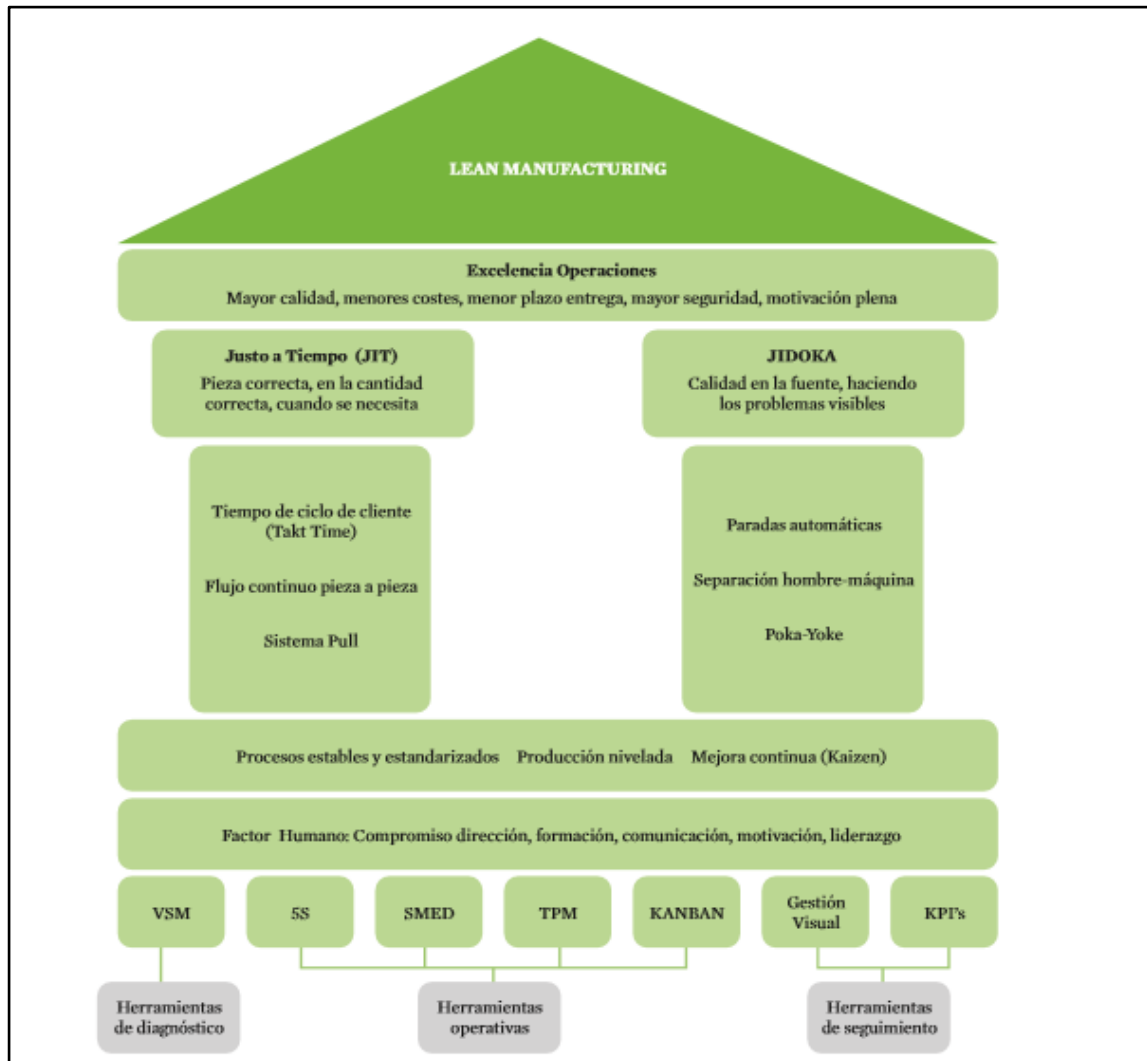
en pérdida mientras que Toyota destacaba por sobre todas, por lo cual el gobierno japonés fomento la práctica de este sistema en otras empresas japonesas. Es recién partir de los años 90, el modelo japonés tiene “un gran eco” en occidente tras la publicación de “La máquina que cambió el mundo” de Womack, Jones y Roos. En este libro tiene la finalidad de contrastar, de un modelo de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad aplicable a cualquier tipo de industria y en lugares diferentes de su origen. En este libro se utilizó por primera vez el término Lean Manufacturing etiquetando de esta manera un sistema de trabajo practicado hace décadas en Japón y conocido en su país de origen como Sistema de Producción Toyota (TPS). (Hernández y Vizán, 2013, p.14).

1.3.1.2 Estructura del sistema Lean Manufacturing

“Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas” (Hernández y Vizán, 2013, p.16). La manufactura esbelta más que un conjunto de técnicas es un cambio cultural con compromiso gerencial.

Según Hernández y Vizán (2013) la esquematización de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” nos sitúa visualmente de una manera rápida la filosofía que encierra la manufactura esbelta y las técnicas que la sostienen. El modelo utiliza una casa para posicionar aquellas herramientas en la base y en las columnas como estructuras fuertes sostén de esta filosofía de trabajo (p.17).

Gráfico 11: Adaptación actualizada de la Casa Toyota



Fuente: Hernández y Vizán: Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación.

1.3.1.3 Principios de la manufactura esbelta

La manufactura esbelta es un modo de gestionar los procesos por lo cual no solo son un conjunto de herramientas, pues necesitan una guía que nos den las pautas, que no marquen cuáles son esas claves. Según Womack y Jones (2005) concluyeron:

Después de interactuar con muchas audiencias y un grado considerable de reflexión, llegamos a la conclusión de que los pensamientos lean puede resumirse en cinco principios: especificar con precisión el concepto de valor para cada

producto específico, identificar el *flujo de valor* para cada producto, hacer que el valor *fluya* sin interrupciones, dejar que el consumidor atraiga hacia sí (*pull*) el valor procedente del fabricante, y perseguir la perfección (p.19).

Según Womack y Jones (2005) hay 5 principios que sirven de guía para cambiar de sistema de producción en serie tradicional a sistemas de manufactura esbelta:

a. Especificación de valor

El valor es el punto de inicio y dentro del sistema de producción esbelta solo debe ser definido por el consumidor, enfocado a satisfacer las necesidades de los consumidores externos e incluso internos, lo que realmente valora y enfocar los esfuerzos orientados a costos, en calidad y tiempo de entrega.

b. Identificar la cadena o flujo de valor

Identificar todas las operaciones dentro de un proceso de fabricación de un producto que incluye:

- Las tareas que buscan solucionar problemas en la concepción, diseño y lanzamiento a la producción de fabricación de un producto específico.
- Las tareas que administran de la información desde la recepción de pedido del producto hasta su entrega a través de cronogramas que especifican la programación de la misma.
- Las tareas de transformación físicas que incluye desde convertir la materia prima hasta el producto terminado.

En ellas se van a encontrar pasos que son de valor necesario para el desarrollo del producto y por lo tanto crean valor, otros que no son necesarios o no crean valor al producto en sí pero que son inevitables y finalmente hay otros pasos que no crean valor alguno y pueden eliminarse inmediatamente. (Womack y Jones, 2005, p.33)

El objeto de esta clasificación es maximizar aquellas que agreguen valor, reducir las inevitables y eliminar las improductivas mediante el uso de las herramientas de la manufactura esbelta.

c. Flujo continuo que generan valor

Crear un flujo continuo en aquellos procesos que dan valor de manera necesaria y en las inevitables que son aquellas que carecen de valor, pero son necesarias

a todas ellas asignar un flujo de valor en cantidades pequeñas y realizables cuando estas se necesiten, tomando además en cuenta las necesidades de nuestros consumidores en materia de personalización y su volatilidad de los modelos en el mercado. Es este el verdadero reto de manufactura esbelta, sin esperar los grandes lotes y colas de la manufactura tradicional para tener un producto final, que obliga a su vez aprender a ajustar y modificar las máquinas para atender un nuevo producto consiguiendo los procesos de diferentes modelos pudieran hacerse uno después del otro. (Womack y Jones, 2005, p.37)

Es necesario también redefinir el funcionamiento de la empresa, departamentos y la función de los empleados para crear un valor positivo y duradero tomando en cuenta las necesidades importantes de los trabajadores en cada punto del flujo de tal manera que sea de su interés que fluya el valor. (Womack y Jones, 2005, p.39)

d. Producir el “Pull” del cliente

Cuando hayamos conseguido desarrollar los tres principios anteriores y se haya reducido notablemente los lanzamientos, la entrega al cliente y la transformación de la materia prima a producto acabado, estamos en la capacidad de diseñar, programar y fabricar lo que el consumidor desee y en el momento que lo necesite. Entonces es el cliente quien atrae (*pull*) el producto de acuerdo a su requerimiento en vez de empujar (*push*) productos que no necesita, además el consumidor puede conseguir lo que sea y de manera inmediata, lo cual eleva la estabilidad de su demanda. (Womack y Jones, 2005, p.39)

e. Buscar la perfección mejorando continuamente

Principio que se sostiene al haber conseguido los cuatro principios anteriores creando ellos un ambiente virtuoso, haciendo que fluya más rápido los procesos y dejando evidenciadas aun los desperdicios más ocultos lo cual se buscará la eliminación buscando de esta manera la mejora continua y la perfección de nuestros procesos. (Womack y Jones, 2005, p.41)

Las oportunidades de mejora y aprender de ellas de nuestros colaboradores es continúa desarrollando además la actitud de las personas involucradas hacia el cambio y la mejora continua.

1.3.1.4 Tipos de despilfarros

Se entiende como desperdicio todo aquello que no agregue valor. Según Rajadell y Sánchez (2010) existen 6 tipos de desperdicios.

a. Despilfarro por “sobreproducción”

Es el resultado de producir más de lo requerido o de invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria, ello significa perder tiempo en producir lo que no se necesita, incremento de los transportes y aumento de stock en los almacenes.

b. Despilfarro por “tiempo de espera”

Es el resultado de una secuencia de trabajo ineficiente en la cual algunos operarios están parados y otros saturados de trabajo. El cliente no querrá pagar por el tiempo perdido en la fabricación, por lo tanto, hay la necesidad de eliminar estos tiempos.

c. Despilfarro por transporte

Este tipo de despilfarro puede ocurrir por movimientos innecesarios quizá por razón a un layout mal diseñado, en la cual el producto tenga excesivo tiempo de recorrido por lo cual será necesario optimizar la disposición de las máquinas a efecto de reducir las trayectorias además teniendo en cuenta que cuanto más se mueve una mercadería, tiene más posibilidades de dañarse.

d. Despilfarro por “sobre proceso”

Son aquellos procesos que supuestamente da más valor añadido al producto, pero que finalmente no valorará el cliente porque no lo ha solicitado, es decir incrementar procesos inútiles sin valor verdadero. El objetivo de la realización de un producto acabado deberá ser no aplicar más tiempo ni más esfuerzo de lo necesario según la demanda del cliente.

e. Despilfarro por exceso de inventario

Los stocks son las acciones que se toman cuando el flujo de la producción no es continuo, a su vez podrían ocultar problemas en el proceso de producción que no permiten una rápida respuesta de entrega, por lo tanto, “disminuir el nivel de

stock facilita la visualización de los problemas y permite tomar acciones para encontrar la causa raíz” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.27).

f. Despilfarros por defectos

Es un tipo de desperdicio más comúnmente observable en la industria y que definitivamente reduce la productividad, ya que tomará un tiempo extra en volver a realizar el trabajo, a raíz de no haber realizado correctamente el proceso en algún punto del flujo, durante la producción o en el inicio.

1.3.1.5 Herramientas de la manufactura esbelta

La manufactura esbelta posee y se aplica a través de muchas herramientas para cumplir sus objetivos. Según Hernández y Vizán (2013) las clasifica de la siguiente manera:

A. 5 S

La herramienta 5S se “corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción” (Hernández y Vizán, 2013, p.36).

Para la implantación de las 5 S se lleva a cabo en 5 pasos considerando para ello asignación de recursos, adaptarlo a la cultura de la empresa y considerar aspectos humanos.

Para Hernández y Vizán (2013) se clasifican de la siguiente manera:

▪ Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos no necesarios o inútiles para la tarea que se realiza.

▪ Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial.

- **Limpieza e inspección (Seiso)**

Significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticipándose para prevenir defectos. Integra la limpieza como necesaria, enfocado a la eliminación de los focos de suciedad conservándolo así los elementos en buenas condiciones de uso.

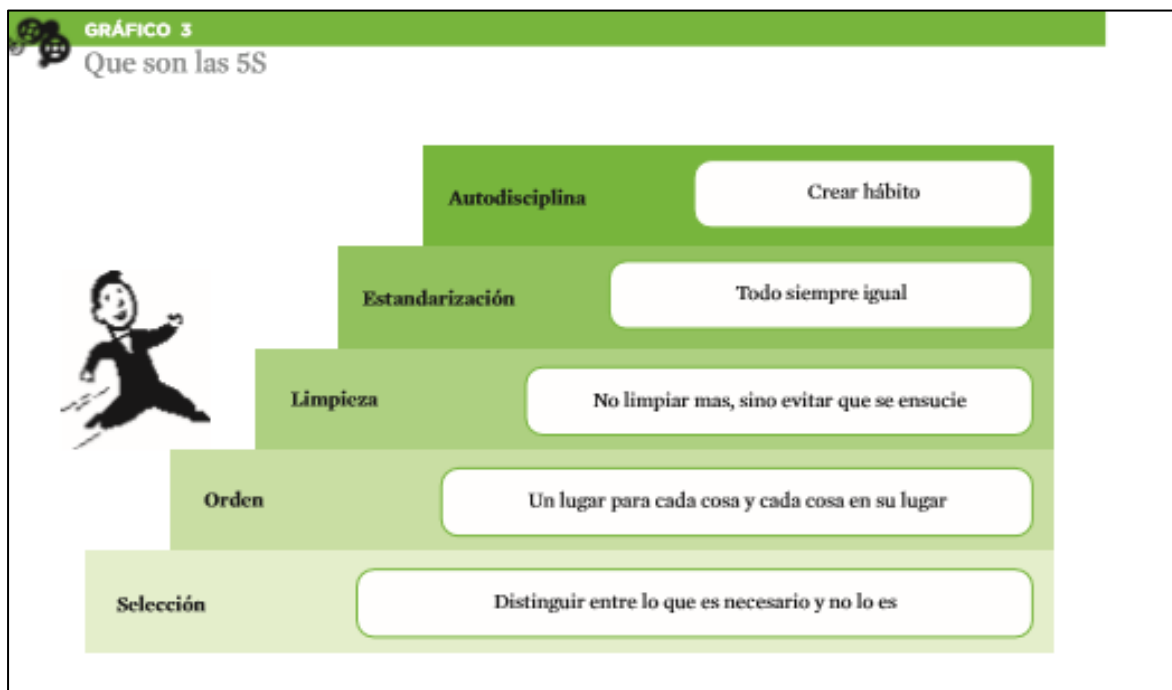
- **Estandarizar (Seiketsu)**

Estandarizar lo conseguido con las tres primeras S, supone seguir un método para realizar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo.

- **Disciplina (Shitsuke)**

Es la disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Es la más difícil pues necesita desarrollar una cultura, un hábito.

Gráfico 12: Que son las 5 S



Fuente: Hernández y Vizán (2013): Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación

B. Cambio Rápido (SMED)

“El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda, y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación” (Shingo, 1990, p. XV).

Santos, Wysk y Torres (2010) sostiene: "SMED se traduce literalmente, como cambio de utillajes en minutos de un solo dígito, es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de 10 minutos" (p.145).

Para Rajadell y Sánchez (2010) refieren que las técnicas SMED se enfocan a las mejoras de los tiempos detenidos por paradas de preparación de molde que inciden en el setup de las máquinas, y este tiempo incluye desde el último producto hasta el primer producto bueno producido luego del cambio de utillaje.

Para definir el SMED Cruelles (2012) sostiene lo siguiente:

“Es una metodología destinada a mejorar el tiempo de las tareas de cambio de máquina y utillajes para dar el máximo aprovechamiento a la máquina, reducir el tamaño de los lotes, reducir los costes y aumentar la flexibilidad en el servicio a los clientes” (p.10).

Para Robinson (1990) afirma acerca del SMED: "Es una metodología amplia que a menudo ha reducido tiempos de preparación de máquinas que anteriormente necesitaban hora a menos de diez minutos" (p.311).

Según Hernández y Vizán (2013) Single Minute Exchange of Dies (SMED) es una herramienta de la manufactura esbelta que facilita la reducción de los tiempos de cambio o preparación de las máquinas, para ello es necesario detallar el proceso para implementar cambios radicales en las matrices o en el producto, según sea el caso propio de nuestro proceso de producción (p.42). Lo cual influye positivamente en la Efectividad Global de los Equipos (OEE).

Esta herramienta clasifica a las tareas en internas y externas, las internas son aquellas que se realizan cuando no se está produciendo mientras que las externas se desarrollan con la máquina funcionando. La tarea o fundamento de esta técnica es convertir al máximo posible las operaciones internas en externas. (Hernández y Vizán, 2013, p.43)

C. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM es una filosofía o modo de hacer las cosas enfocado al mantenimiento de los equipos se busca el incremento de la eficiencia de los equipos, mejorar el rendimiento de los procesos, reducir las pequeñas averías y promover el mantenimiento autónomo, involucrando a todo el personal de la empresa u organización.

Para definir el mantenimiento total productivo Hernández y Vizán (2013) sostienen lo siguiente:

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios (p.48).

El TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que asegure fiabilidad y mantenibilidad del equipo
- Implicar a todos los departamentos de que se sirven del uso o dependen de la máquina
- Fomentar el mantenimiento autónomo

D. Trabajo Estandarizado

La estandarización alrededor del sistema de fabricación japonés es una herramienta de gran importancia, es el punto de partida y fin de la mejora continua, junto a las 5S y SMED son las bases principales del Lean Manufacturing, sobre los que deben fundamentarse el resto de las técnicas. Primero se define una manera de trabajo, la que mejor funcione luego se verifica el efecto de la mejora y a partir de los resultados se estandariza este nuevo método que ha demostrado su eficacia. (Hernández y Vizán, 2013, p.46)

Para definir la estandarización Hernández y Vizán (2013) sostienen lo siguiente:

Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los

conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente. (p.45).

E. Heiyunka

Heiyunka o producción nivelada,” es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes” (Rajadell y Sánchez, 2010, p.67)

Tiene como objetivos:

- Mejorar la respuesta al cliente
- Estabilizar la plantilla de la empresa
- Reducir el stock de materia prima e insumo.
- Reducir el stock de producto terminado
- Aumentar la flexibilidad del proceso

F. Kamban

Rajadell y Sánchez (2010) definen Kamban de la siguiente manera:

Se denomina kamban a “un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de las fabrica y estos con la línea de montaje final” (p.67)

Sus objetivos son:

- El flujo físico con el que se jala el material en vez de empujarlo.
- El procedimiento que indica cuando se necesita material
- Simplificación de las tareas administrativas
- Reducir y regular el nivel de stock
- Estimular la mejora de los métodos en pro de la reducción de stocks
- Implantar un sistema de control visual que alerten los problemas en la producción

1.3.2 La Productividad

- “La productividad es una ratio que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirlas” (Cruelles, 2012, p.10).
- Medianero (2016) define a la productividad: “como la relación entre productos e insumos, haciendo de este indicador una medida de la eficiencia con el cual la organización utiliza sus recursos para producir bienes finales.” (p.10).
- Prokopenko (1989) sostiene lo siguiente:

“La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema” (p.3)
- “La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez,2010, p.21)
- “La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción” (García, 2011, p.17)

1.3.2.1 Medición de la productividad

La medición puede darse entre todos los factores o entre los más críticos que pueda definirse según sea cada circunstancia.

La productividad puede medirse entonces mediante la siguiente fórmula según García:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Factores de la producción}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Materia prima utilizada}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Energía utilizada}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Horas empleadas}}$$

El aumento de la productividad no siempre quiere decir compra de maquinarias ni modificaciones de alto costo en las instalaciones, sino el mejor aprovechamiento de lo que ya se tiene existente, para ello hay múltiples herramientas que con la aplicación adecuada proporcionan mejoras incrementales en la productividad.

1.3.2.2 Factores de la medición de la productividad

Son aquellos que son fundamentales gente, capital y tecnología y que mantienen un balance. Según García (2011) se definen de la siguiente manera.

1. Factor gente

Este factor es tan importante como el capital pues se complementan y depende de la organización de la empresa por ejemplo si existe mucha inversión en maquinaria y poca gente laborando en ella tendrá mayor importancia el capital si por el contrario tiene mucho trabajo manual y pocas maquinas será más importante el factor gente.

2. Factor capital

Se refiere a la inversión de todo elemento físico que interviene en la fabricación de un producto entre ellos maquinaria, herramientas, terreno, equipo, útiles.

3. Factor tecnología

Este factor es hoy tan importante pues las competencias con mercados internacionales obligan a las empresas a direccionar sus estrategias de crecimiento económico apoyándose en la reconversión y la modernización de sus equipos de manufactura.

1.3.2.3 Conceptos alrededor de la productividad

Los términos eficiencia, eficacia, efectividad y productividad en la práctica muchas veces se usan sin mayores diferenciaciones, para lo cual García (2011) define de la siguiente manera.

1. Eficiencia

Para García, (2011) "Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos de la producción de un producto en un periodo definido" (p.16)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}}$$

2. Eficacia

Para García, (2011) "Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido" (p.17)

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Meta}}$$

3. Efectividad

Para García, (2011) "Es la relación entre la eficiencia y la eficacia. El índice de efectividad expresa una buena combinación de la eficiencia y la eficacia en la producción de un producto en un periodo definido" (p.17)

$$\text{Efectividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

P1. ¿Cómo la aplicación de la manufactura esbelta mejorará la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?

1.4.2 Problemas específicos

PE1. ¿Cómo la aplicación de la manufactura esbelta mejorará la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?

PE2. ¿Cómo la aplicación manufactura esbelta mejorará la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?

1.5 Justificación del estudio

“En la justificación de una investigación, se exponen los motivos por los cuales se lleva a cabo el estudio” (Valderrama, 2013, p. 140)

La importación de avíos de origen asiático para la industria textil, así como cremalleras o cierres para prendas de la industria nacional con bajo costo, además del arancel gravado a la industria nacional colocan en posición de desventaja a la empresa nacional frente a estas circunstancias, por ello es necesario implementar herramientas de ingeniería para mejorar los procesos y elevar el grado de productividad.

1.5.1 Justificación Teórica:

“Cuando en una investigación se busca mostrar las soluciones de un modelo, está haciéndose una justificación teórica” (Bernal, 2010, p.106)

La manufactura esbelta como modelo de gestión flexible y ágil de la producción apoyada en sus herramientas que buscan la mejora del proceso productivo

eliminando sus desperdicios, la presente investigación buscará ampliar sus aplicaciones estudiando sus teorías y soluciones, los cuales serán adaptados a nuestra realidad problemática buscando los beneficios de sus teorías.

1.5.2 Justificación Metodológica:

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (Bernal, 2010, p.107)

Porque el enfoque de la investigación servirá de referencia a estudiantes, empresarios, investigadores que busquen relacionar la mejora de la productividad aplicando la manufactura esbelta a través de sus herramientas: El SMED y la Estandarización cuyo principal objetivo es reducir el tiempo de espera por las operaciones dedicadas a la preparación de las matrices con la finalidad de aumentar la disponibilidad de las máquinas e incrementar la productividad de la fabricación de cremalleras.

1.5.3 Justificación Práctica:

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010, p.106)

La aplicación del SMED y la Estandarización como una herramienta importante de la manufactura esbelta busca la mejora del proceso productivo mediante la reducción de uno de los desperdicios identificados de la manufactura esbelta que es el tiempo de espera, que se afrontará reduciendo el tiempo de la preparación, regulación de las matrices a través de la Estandarización y aplicando técnicas del SMED, y brindándonos además productos de calidad en el menor tiempo posible.

1.5.4 Justificación Social Interna:

El colaborador de la empresa implicado en la línea de estampado se sentirá menos presionado al tener una labor más ordenada, además podrá realizar otras

tareas que le darán un valor agregado a su labor el cual a futuro recaerá en su propio beneficio económico y reconocimiento de sus actividades.

1.5.5 Relevancia Social:

Es importante para la sociedad esta investigación pues incrementará el nivel de productividad de la empresa a su vez colaborará con el incremento del PBI nacional generando además de competitividad nacional, bienestar a la población y más trabajo para los peruanos dentro de la industria manufacturera.

1.6 Hipótesis

“Son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 92).

1.6.1 Hipótesis General:

HG1. La aplicación de la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

1.6.2 Hipótesis específicas

HE1. La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

HE2. La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General:

OG1. Determinar como la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

1.7.2 Objetivos Específicos:

OE1. Determinar como la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

OE2. Determinar como la manufactura esbelta mejora la eficacia del cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

II. MÉTODO

Es de tipo hipotético deductivo parte de lo general a lo particular.

“Consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y que busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (Bernal, 2010, p.60)

2.1 Diseño de investigación

Según Hernández et al. (2013) es el plan o estrategia creado para obtener información que necesitamos para analizar la veracidad de nuestras hipótesis (p.164).

2.1.1 Según el tipo de estudio:

2.1.1.1 Investigación aplicada

La investigación aplicada se le llama también dinámica o activa y se relaciona con la investigación básica, ya que utiliza sus conocimientos descubiertos y sus teorías desarrolladas. “Busca confrontar la teoría con la realidad” (Tamayo y Tamayo, 2013, p.43).

“Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías” (Tamayo y Tamayo, 2013, p.43).

La presente investigación es de tipo aplicada, porque adaptaré los conocimientos teóricos y prácticas de las herramientas desarrolladas de la manufactura esbelta: SMED y Estandarización para afrontar y generar soluciones a la realidad problemática de la empresa referida en esta investigación.

2.1.2 Según el nivel de investigación

Cuando se va a resolver un problema en forma científica, es muy conveniente tener un conocimiento detallado de los posibles tipos de investigación que se pueden seguir. Este conocimiento hace posible evitar equivocaciones en la

elección del método adecuado para un procedimiento específico. (Tamayo y Tamayo, 2013, p.43).

2.1.2.1 Investigación descriptiva

“Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 85)

“La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentamos una interpretación correcta” (Tamayo y Tamayo, 2013, p.46).

En una primera etapa se registra los procesos de la línea de estampado entre ellas el tiempo de preparación de las matrices y regulación de las mismas en las máquinas por parte de los técnicos, como fuente principal de interrupción de la producción.

2.1.3 Según el enfoque o naturaleza

El proyecto de investigación es de tipo cuantitativo pues se analizará y experimentará con la variable aplicada a un entorno real y medible.

2.1.4 Según el alcance temporal

2.1.4.1 Longitudinal

La presente investigación es longitudinal debido a que se tomarán los datos a través de un periodo de tiempo de 34 días.

2.1.5 Diseño de Investigación Experimental

Según Hernández *et al.* (2013) define el diseño de investigación experimental como:

Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes

(supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (p.121).

En el presente proyecto de investigación utilizaré el diseño de investigación experimental en su tipo cuasi experimental

2.1.6 Tipo cuasi experimental

“Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes” (Valderrama, 2013, p.65)

Se aplicará intencionalmente las herramientas seleccionadas de la Manufactura Esbelta: El SMED y la Estandarización en la variable independiente, para luego describir las mejoras de su aplicación en el incremento de la productividad del proceso de fabricación de cremalleras.

2.1.6.1 Diseños cuasi experimentales de series cronológicas

Inicialmente se registrarán los reportes de producción diario para verificar la situación actual de la variable dependiente, después aplicaremos y manipularemos en la variable independiente las herramientas seleccionadas de la manufactura esbelta: El SMED y la Estandarización, posteriormente registraremos el cambio e impacto en la variable dependiente. El diseño se diagrama así:

G: 01 - X - 02

Es un diseño de un solo grupo con medición previa (antes) y posterior (después) de la variable dependiente.

G: Grupo o muestra

Dónde:

01: Medición previa (antes de la Metodología) de la variable dependiente: La productividad del proceso de fabricación de cremalleras.

X: Variable independiente: La Manufactura Esbelta

O2: Medición posterior (después de la Metodología) de la variable dependiente: La productividad del proceso de fabricación de cremalleras.

2.2 Variables, Operacionalización

Las variables estudiadas de la investigación se subdividen en variable independiente y variable dependiente, los cuales son la manufactura esbelta y la productividad respectivamente. La manufactura esbelta se aborda a través de dos dimensiones el SMED y la Estandarización y la variable dependiente productividad se aborda a través de dos dimensiones la eficiencia y la eficacia.

2.2.1 Variable Independiente: La manufactura esbelta

Para Santos, Wysk y Torres, (2010) "Lean Manufacturing consiste básicamente, en la eliminación sistemática del despilfarro. Como su nombre indica, lean se centra en la eliminación de la "grasa" de los sistemas de producción" (p.25)

Dimensiones de la variable independiente

Dimensión 1: SMED

Santos, Wysk y Torres (2010) sostiene: "SMED se traduce literalmente, como cambio de utillajes en minutos de un solo dígito, es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de 10 minutos" (p.145).

Dimensión 2: Estandarización

La estandarización primero define una manera de trabajo, la que mejor funcione luego se verifica el efecto de la mejora y a partir de los resultados se estandariza este nuevo método que ha demostrado su eficacia. (Hernández y Vizán, 2013, p.46)

2.2.2 Variable Dependiente: La Productividad

Para García, (2011) "La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción" (p.17)

Dimensiones de la variable dependiente

Dimensión 1: Eficiencia de tiempos

Para García, (2011) " Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos de la producción de un producto en un periodo definido" (p.16)

Dimensión 2: Eficacia del proceso

Para García, (2011) " Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido" (p.17)

Cuadro 1: Operacionalización de la variable independiente: Lean Manufacturing

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Variable independiente: Lean Manufacturing	Para Santos, Wysk y Torres, (2010) "Lean Manufacturing consiste básicamente, en la eliminación sistemática del despilfarro. Como su nombre indica, lean se centra en la eliminación de la "grasa" de los sistemas de producción" (p.25)	Los beneficios del Lean Manufacturing se miden a través de la reducción de los tiempos de preparación mediante las técnicas SMED y la estandarización de procedimientos e instrucciones, analizadas a través de los DOP, DAP y fichas de recolección de datos de producción.	SMED impacta en la reducción de tiempos, número de actividades, mejorando la eficiencia global del equipo.	Reducción de tiempos: Matricero + regulador $I. T. = \frac{\text{Tiempo anterior} - \text{tiempos mejorados}}{\text{tiempo anterior}} \times 100$ $OEE = D \times C \times R$ D: Disponibilidad C: Calidad R: Rendimiento	Razón	DAP, DOP y ficha de recolección de datos
			La estandarización de procedimientos con sus instrucciones respectivas del proceso de estampado de cremalleras, que aseguran la óptima capacidad de la producción.	$E. P. = \frac{\text{Procedimientos estandarizados}}{\text{Procedimientos totales del proceso}} \times 100$ $E. I. = \frac{\text{Instrucciones estandarizados}}{\text{Instrucciones totales del proceso}} \times 100$	Razón	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2: Operacionalización de la variable dependiente: Productividad

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Variable dependiente: Productividad	Para García, (2011) "La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron" (p.17)	La productividad del proceso de fabricación de cremalleras se mide a través de la eficiencia de los tiempos de fabricación, de la eficacia del proceso de fabricación medido a través de hojas de recolección de datos de los reportes de producción diario.	Eficiencia de tiempos de fabricación de cremalleras	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas máquina programado}}{\text{Horas máquina utilizados}} \times 100$	Razón	Ficha de recolección de datos
			Eficacia del proceso de fabricación de cremalleras	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cant. de cremallera logrado por hora}}{\text{Cant. de cremallera esperado por hora}} \times 100$	Razón	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población de estudio de la investigación comprende a la producción diaria de cremalleras de la máquina 59 del área de fabricación de cremalleras de la empresa, medida en 34 días.

2.3.2 Muestra

Se tomará todos los datos de la población por lo tanto es un censo.

2.3.3 Unidad de análisis

El reporte de producción diaria de una máquina que se encuentran en el área de fabricación de cremalleras.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

Son los procedimientos por la cual el investigador (autor) recopilará información de la realidad problemática enlazados a los objetivos propuestos. Para el análisis de datos utilizaré las siguientes técnicas:

a. Análisis de dato cuantitativo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 260), "Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera "objetiva" y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico".

b. Observación de campo

Según Fernández y Baptista (2014, p. 252), "consiste en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías".

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

- a. Hoja de registro de datos
- b. Diagrama de operaciones de proceso(DOP)
- c. Diagrama de análisis de proceso(DAP)

2.4.3 Validez

La validación de la hoja de recolección de datos será validada mediante el juicio de 3 expertos especialistas en ingeniería industrial de la Universidad César Vallejo.

2.4.4 Confiabilidad

Se aplicó como piloto en una pequeña muestra con el fin de verificar su estructura y cumplimiento de recolección de datos, orientado hacia los objetivos de estudio.

2.5 Métodos de análisis de datos

El análisis de datos como parte del procesamiento de datos tomados de las muestras definidas de la población en estudio son de manera sistemática, con la finalidad de generar resultado de acuerdo a nuestros objetivos para verificar nuestras hipótesis. (Bernal, 2010, p. 199)

2.5.1 Análisis descriptivo

Se analizó y se procesó los datos recogidos a través de la ficha de recolección de datos a través de las herramientas de la estadística descriptiva apoyado en el programa de procesamiento de datos Excel. Se utilizó, histogramas, graficas de barras, media, etc. para analizar el comportamiento de las variables antes y después de la investigación

2.5.2 Análisis relacionado con las hipótesis

Se analizó a través de la estadística inferencial apoyado en el programa SPSS, donde según la cantidad de datos procesados se contrastará la normalidad de los datos, mediante el test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk la cual

determinará si los datos son paramétricos o no paramétricos, según sea el caso se aplicará la prueba de hipótesis T-Student o Wilcoxon en las variables de la presente investigación.

2.6 Aspectos éticos

El desarrollo de esta tesis confiere datos previos de la variable dependiente que son fidedignos de la realidad problemática, pero protegiendo además datos financieros y técnicos que puedan afectar la integridad de la empresa, así como información personal de los participantes que pueda afectar la integridad de las personas de la línea de operación en estudio. El desarrollo del esquema de investigación además se ha realizado dentro de las normas académicas.

2.7 Desarrollo de la propuesta

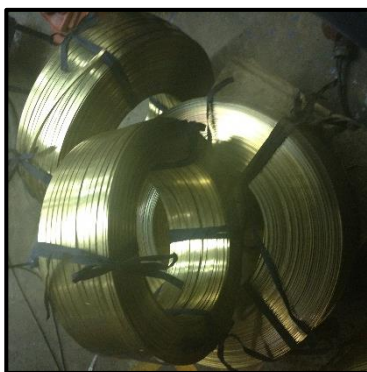
Sistemas productivos principales de la empresa

Algunos procesos principales de la empresa son:

Área de laminado de alambres:

El área encargada de transformar el alambrón de latón, aluminio, alpaca, cobre en flejes terminados según medidas y requerimientos de las siguientes áreas: prensa, formación de cremalleras, ensamble de cierres, ensamble metálico y flejes destinados a exportación.

Fotografía 1: Bobinas de fleje de latón



Fuente: Empresa en estudio

Área de fabricación de cremalleras

El área encargada de transformar el fleje de latón, aluminio y alpaca en cremalleras según requerimientos de longitud y dimensión de cremallera (#3, #4.5, #5, #8 y #10) mediante el estampado de formación de cremalleras en la cinta a través de una matriz.

Fotografía 2: Cremalleras



Fuente: Empresa en estudio

Área de inyección de Zamak:

El área encargada de inyectar y moldear a temperatura y presión elementos que unen las cremalleras siendo sus principales productos fabricados en Zamak #3 y #5.

Fotografía 3: Llave inyectada de Zamak



Fuente: Empresa en estudio

Área de prensa

El área de prensa transforma los flejes de latón y acero inoxidable a través del estampado en frío de matrices que fabrican elementos tales como lengüetas, cuerpos y resortes, que ensamblan una llave completa que se desliza por una cremallera.

Fotografía 4: Llave estampada en prensa por matriz de corte



Fuente: Empresa en estudio

Ensamble de llaves

El área de ensamble de llaves desarrolla el proceso de ensamblaje de los elementos inyectados del área de Zamak o estampados en frío del área de prensa, a través de un proceso de ensamblaje automático.

Fotografía 5: Llave ensamblada automáticamente



Fuente: Empresa en estudio

Descripción del sistema productivo del área de cremalleras

La línea de estampado de cremalleras cuenta actualmente con 14 máquinas que estampan cremallera #4.5, todas con iguales características y modelo, cada una cuenta con 14 matrices de estructuras similares, pero que sus repuestos no son intercambiables por haber sido readaptados o personalizados a razón de diferentes criterios de reparación, por lo tanto, la mayoría de sus componentes no cuenta con planos de componentes estándares solo referenciales, tampoco existen procedimientos de las diferentes tareas de cambio de útiles, montaje de matriz en máquina, regulación de matriz en máquina, mantenimientos de matrices en operación, todas ellas importantes dentro del proceso de fabricación de cremalleras.

Principales procesos del área de fabricación de cremalleras

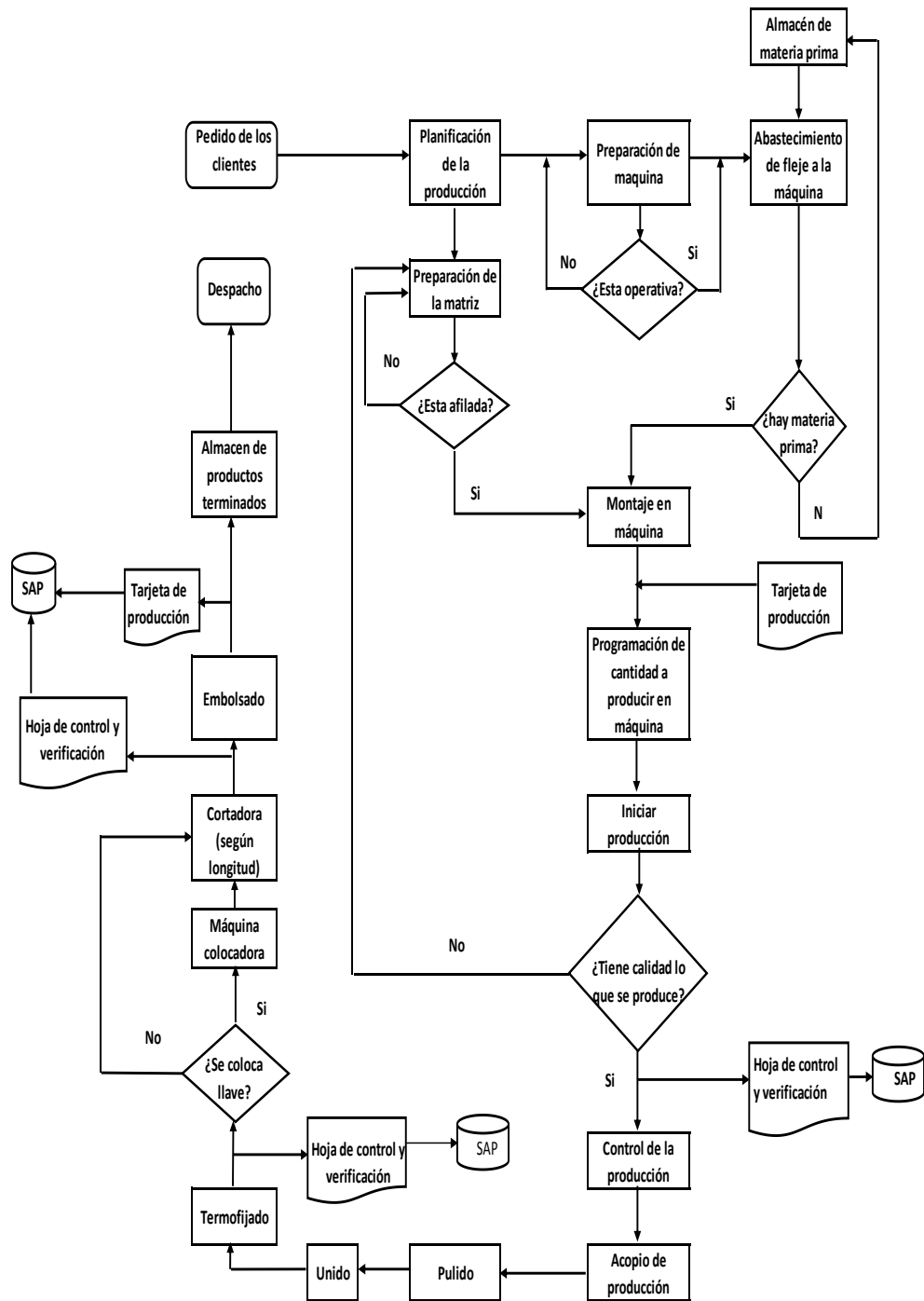
El área de fabricación de cremalleras tiene los siguientes procesos:

- Estampado de dientes planos en las cintas, las cuales se llamarán luego cremalleras.
- Pulido de las cremalleras.
- Unido de las cremalleras.
- Termo fijado de las cremalleras.

Principales productos

- Cremalleras # 3
- Cremalleras # 4.5
- Cremalleras # 5
- Cremalleras # 8
- Cremalleras # 10

Gráfico 13: Flujo grama del proceso completo de fabricación de cremalleras



Fuente: Elaboración propia

2.7.1 Diagnóstico de la situación actual de la fabricación de cremalleras

El área de fabricación de cremalleras se analizará a través de la eficiencia, eficacia y productividad medida a través de la hoja de recolección de datos.

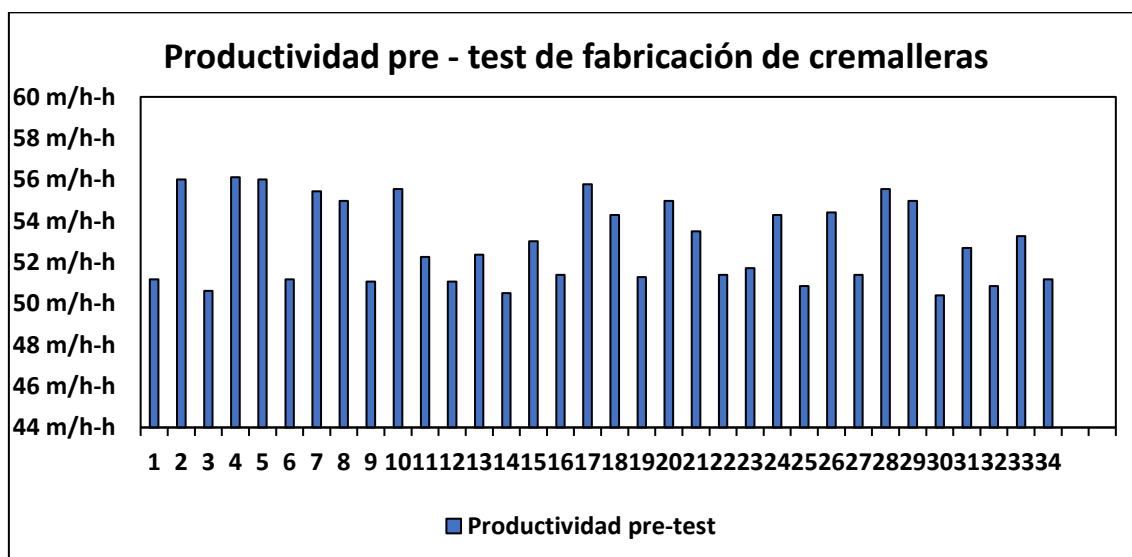
2.7.1.1 Productividad del área de fabricación de cremalleras

La productividad del área de fabricación se mide por la cantidad de cremalleras producidas buenas en el turno entre el número de hombres por el tiempo de carga. En la gráfica y tabla se observa que siempre a raíz que se usa más del tiempo programado, también afecta directamente la productividad de la fabricación de la cremallera cuyo valor nominal utilizando el tiempo adecuadamente debería ser 71 m/h-h, sin embargo, el promedio actual es 53 m/h-h.

La métrica para determinar la productividad es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de cremalleras (m)}}{\# \text{ de hombres} \times \text{Tiempo de carga (h)}}$$

Gráfico 14: Productividad del área de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 3: Productividad pre - test del área de fabricación de cremallera

Días	Cant. cremallera buena (en metros)	Tiempo calendario (h)	Refrigerio TPP	matricero + regulador	Productividad pre-test
1	1126 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
2	1176 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
3	1114 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
4	1178 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
5	1176 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
6	1126 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
7	1164 m	11.5 h	1 h	2	55 m/h-h
8	1154 m	11.5 h	1 h	2	55 m/h-h
9	1123 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
10	1166 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
11	1150 m	12.0 h	1 h	2	52 m/h-h
12	1123 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
13	1152 m	12.0 h	1 h	2	52 m/h-h
14	1111 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
15	1166 m	12.0 h	1 h	2	53 m/h-h
16	1130 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
17	1171 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
18	1140 m	11.5 h	1 h	2	54 m/h-h
19	1128 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
20	1154 m	11.5 h	1 h	2	55 m/h-h
21	1123 m	11.5 h	1 h	2	53 m/h-h
22	1130 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
23	1138 m	12.0 h	1 h	2	52 m/h-h
24	1140 m	11.5 h	1 h	2	54 m/h-h
25	1118 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
26	1142 m	11.5 h	1 h	2	54 m/h-h
27	1130 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
28	1166 m	11.5 h	1 h	2	56 m/h-h
29	1154 m	11.5 h	1 h	2	55 m/h-h
30	1109 m	12.0 h	1 h	2	50 m/h-h
31	1159 m	12.0 h	1 h	2	53 m/h-h
32	1118 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
33	1118 m	11.5 h	1 h	2	53 m/h-h
34	1126 m	12.0 h	1 h	2	51 m/h-h
Promedio	1141 m	11.8 h	1 h	2	53 m/h-h

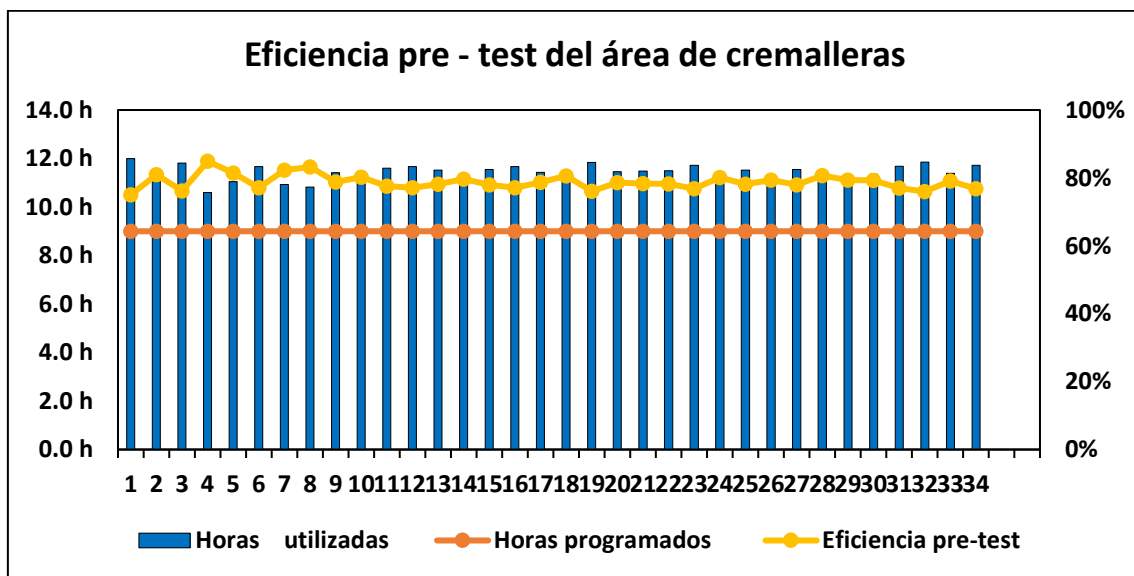
Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

2.7.1.2 Eficiencia del área de fabricación de cremalleras y determinación de métrica

La eficiencia del área de fabricación de cremalleras se mide a través del tiempo programado entre las horas utilizadas para producir una determinada cantidad de cremalleras expresadas en metros. En la gráfica y tabla se observa que siempre se usa más del tiempo programado, lo cual afecta directamente la eficiencia de la fabricación de la cremallera cuyo valor promedio es 79%. La métrica para determinar la eficiencia es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas máquina programado} \times 100}{\text{Horas máquina utilizado}}$$

Gráfico 15: Eficiencia pre- test de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 4: Eficiencia pre - test del área de fabricación de cremallera

Días	Cant. cremalleras progr. /turno (en metros)	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia pre-test
1	1200 m	9	12.0	75%
2	1200 m	9	11.1	81%
3	1200 m	9	11.8	76%
4	1200 m	9	10.6	85%
5	1200 m	9	11.1	81%
6	1200 m	9	11.7	77%
7	1200 m	9	10.9	82%
8	1200 m	9	10.8	83%
9	1200 m	9	11.4	79%
10	1200 m	9	11.2	80%
11	1200 m	9	11.6	78%
12	1200 m	9	11.7	77%
13	1200 m	9	11.5	78%
14	1200 m	9	11.3	80%
15	1200 m	9	11.6	78%
16	1200 m	9	11.7	77%
17	1200 m	9	11.4	79%
18	1200 m	9	11.2	81%
19	1200 m	9	11.8	76%
20	1200 m	9	11.5	79%
21	1200 m	9	11.5	78%
22	1200 m	9	11.5	78%
23	1200 m	9	11.7	77%
24	1200 m	9	11.2	80%
25	1200 m	9	11.5	78%
26	1200 m	9	11.3	79%
27	1200 m	9	11.6	78%
28	1200 m	9	11.2	81%
29	1200 m	9	11.3	79%
30	1200 m	9	11.4	79%
31	1200 m	9	11.7	77%
32	1200 m	9	11.9	76%
33	1200 m	9	11.4	79%
34	1200 m	9	11.7	77%
Promedio			11.4	79%

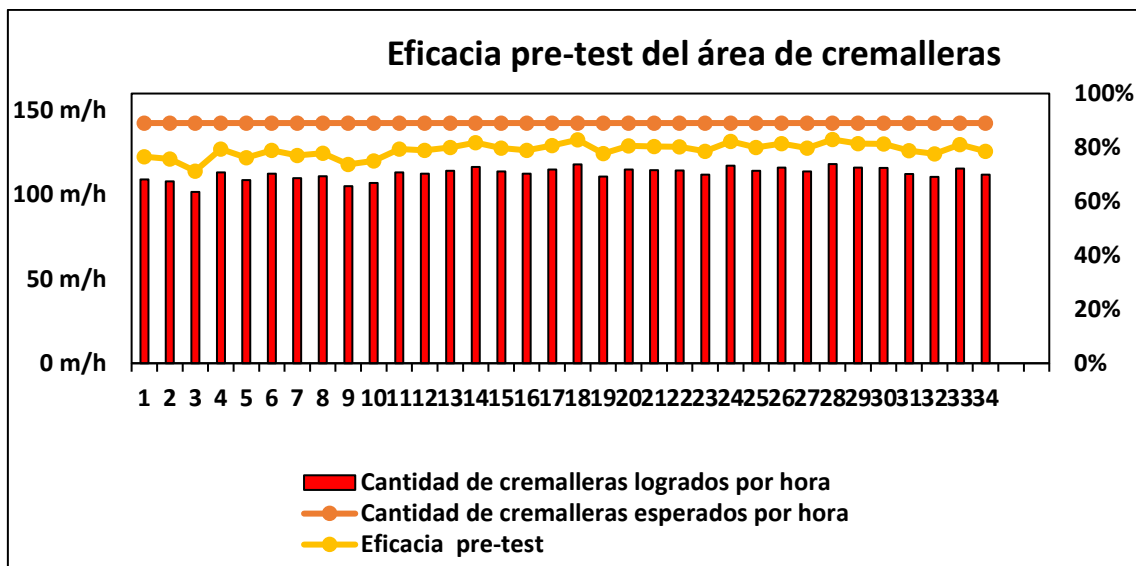
Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

2.7.1.3 Eficacia del área de fabricación de cremalleras y determinación de métrica

El área de fabricación de cremalleras se propone como objetivo alcanzar a producir a razón de 143 m/h que corresponde al 95% de la velocidad nominal de producción de la máquina, por lo tanto, la eficacia del área de fabricación de cremalleras mide el nivel alcanzado del objetivo a través de la cantidad de cremalleras logradas por hora entre la cantidad de cremalleras esperado por hora. En la gráfica y tabla se observa que el promedio alcanzado es 113 m/h, con lo cual la eficacia de la fabricación de la cremallera tiene un valor promedio de 79%. La métrica para determinar la eficacia es:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidad de cremalleras logrados por hora} \times 100}{\text{Cantidad de cremalleras esperados por hora}}$$

Gráfico 16: Eficacia pre- test de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 5: Eficacia pre-test del área de fabricación de cremallera

Días	Cant.cremalleras progr. /turno (en metros)	META	LOGRO	Eficacia pre-test
		Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora	
1	1200 m	143 m/h	109 m/h	77%
2	1200 m	143 m/h	108 m/h	76%
3	1200 m	143 m/h	102 m/h	71%
4	1200 m	143 m/h	113 m/h	79%
5	1200 m	143 m/h	109 m/h	76%
6	1200 m	143 m/h	113 m/h	79%
7	1200 m	143 m/h	110 m/h	77%
8	1200 m	143 m/h	111 m/h	78%
9	1200 m	143 m/h	105 m/h	74%
10	1200 m	143 m/h	107 m/h	75%
11	1200 m	143 m/h	113 m/h	79%
12	1200 m	143 m/h	113 m/h	79%
13	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
14	1200 m	143 m/h	117 m/h	82%
15	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
16	1200 m	143 m/h	113 m/h	79%
17	1200 m	143 m/h	115 m/h	81%
18	1200 m	143 m/h	118 m/h	83%
19	1200 m	143 m/h	111 m/h	78%
20	1200 m	143 m/h	115 m/h	81%
21	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
22	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
23	1200 m	143 m/h	112 m/h	79%
24	1200 m	143 m/h	117 m/h	82%
25	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
26	1200 m	143 m/h	116 m/h	81%
27	1200 m	143 m/h	114 m/h	80%
28	1200 m	143 m/h	118 m/h	83%
29	1200 m	143 m/h	116 m/h	81%
30	1200 m	143 m/h	116 m/h	81%
31	1200 m	143 m/h	112 m/h	79%
32	1200 m	143 m/h	111 m/h	78%
33	1200 m	143 m/h	116 m/h	81%
34	1200 m	143 m/h	112 m/h	79%
Promedio			113 m/h	79%

Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

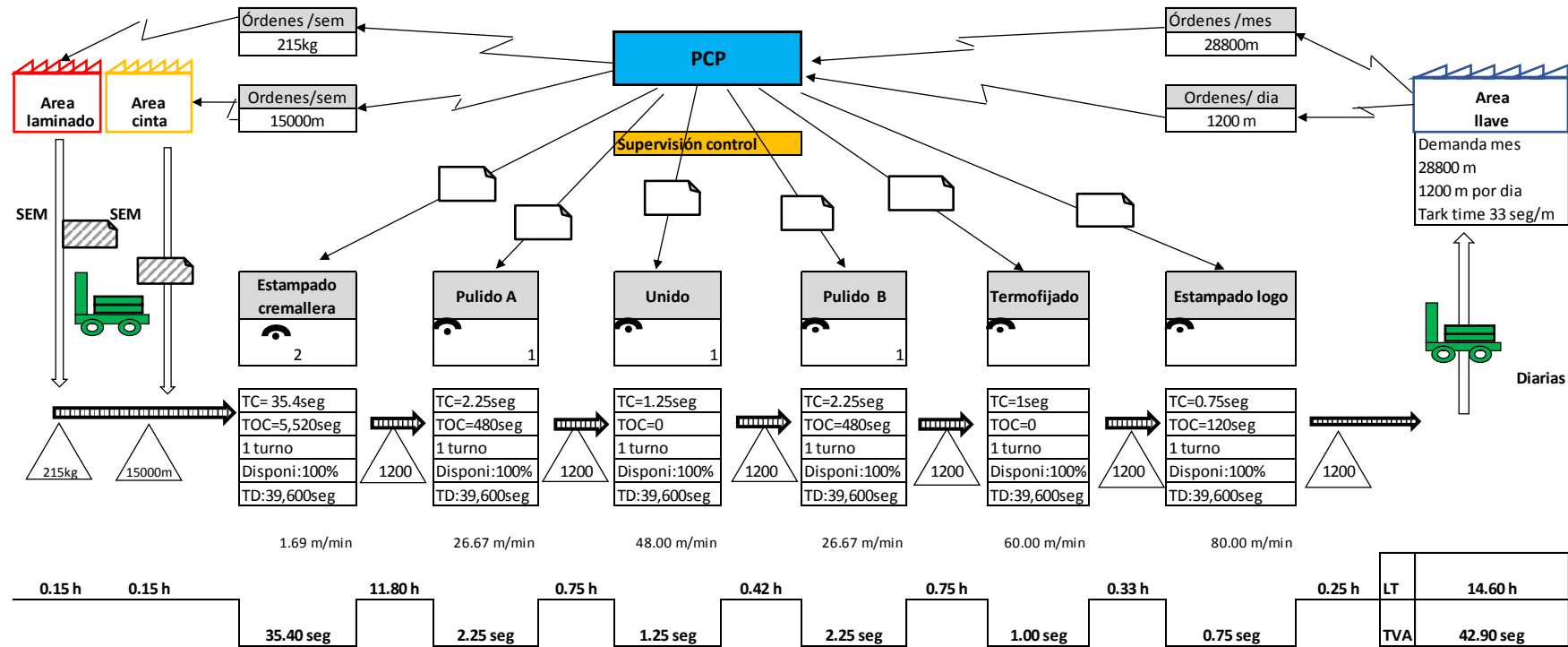
2.7.1.4 Mapeo del flujo de valor (VSM)

Se analizará a través de esta herramienta para conocer el proceso completo de la fabricación de cremalleras desde su demanda, programación, abastecimiento de materia prima y la transformación en sus diferentes procesos cuyo objetivo principal es encontrar las actividades que no agregan valor y que son cuellos de botella en la producción para ello hay que calcular el Takt time, el tiempo de ciclo, los tiempos de operación de cambio, el tiempo disponible operarios por turno.

En nuestro proceso de fabricación de cremalleras encontramos durante el proceso de estampado la demanda por mes para la máquina analizada es 288,000 metros repartidas en 1200 metros por día considerando 24 días al mes de 12 horas menos 45 minutos de refrigerio y 15 minutos de limpieza diaria, en la cual el Takt Time es de 33 segundos por metro. El tiempo de ciclo sería 35.4 segundos por cada metro, que sale de dividir el tiempo promedio de 11.8 horas (708min = 42,480seg) entre 1200 metros, por lo tanto, el tiempo de ciclo es 35.4 segundos por cada metro.

De la recolección de datos de producción se registra el tiempo de operación de cambio (TOC) es altísimo en el proceso de estampado de cremalleras y que regularmente se da 2 a 3 cambios por semana teniendo como promedio 92 minutos (5,520 segundos), en nuestro mapa de flujo de valor se visualiza los 6 procesos que son el estampado, pulido A, unido, pulido B, termo fijado y estampado de logo para tener el producto acabado, siendo el lead time de 14.6 horas y el tiempo de valor agregado es de 42.9 segundos que es mayor que el tiempo Takt calculado según la demanda.

Gráfico 17: Mapeo de flujo de valor (VSM) actual de la línea de fabricación de cremalleras



Fuente: Elaboración propia

2.7.1.5 Recopilación de la toma de datos de tiempos de máquina parada por diferentes incidencias

A partir de la hoja de recolección de datos de producción de un total de 34 observaciones, se registró las incidencias de tiempos de parada de la máquina de estampado de cremallera agrupados en 6 semanas.

Tabla 6: Tiempos detenidos pre - test del área de fabricación de cremallera

Incidencias de máquina parada pre-test	sem1	sem2	sem3	sem4	sem5	sem6	Total min detenidos pre - test
Preparación de matriz	132 min	131 min	193 min	135 min	195 min	211 min	997 min
Regula por defecto calidad	41 min	61 min	82 min	103 min	88 min	103 min	478 min
Instalación y regulación de matriz	55 min	50 min	71 min	44 min	64 min	70 min	354 min
Abastecimiento de cinta	31 min	34 min	48 min	50 min	54 min	38 min	255 min
Voltea hembrilla x desgaste	26 min	18 min	31 min	43 min	49 min	39 min	206 min
Parche cosido	13 min	15 min	19 min	21 min	22 min	23 min	113 min
Abastecimiento de alambre	12 min	12 min	12 min	14 min	12 min	15 min	77 min
							2480 min

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.6 Análisis de la toma de tiempos detenidos

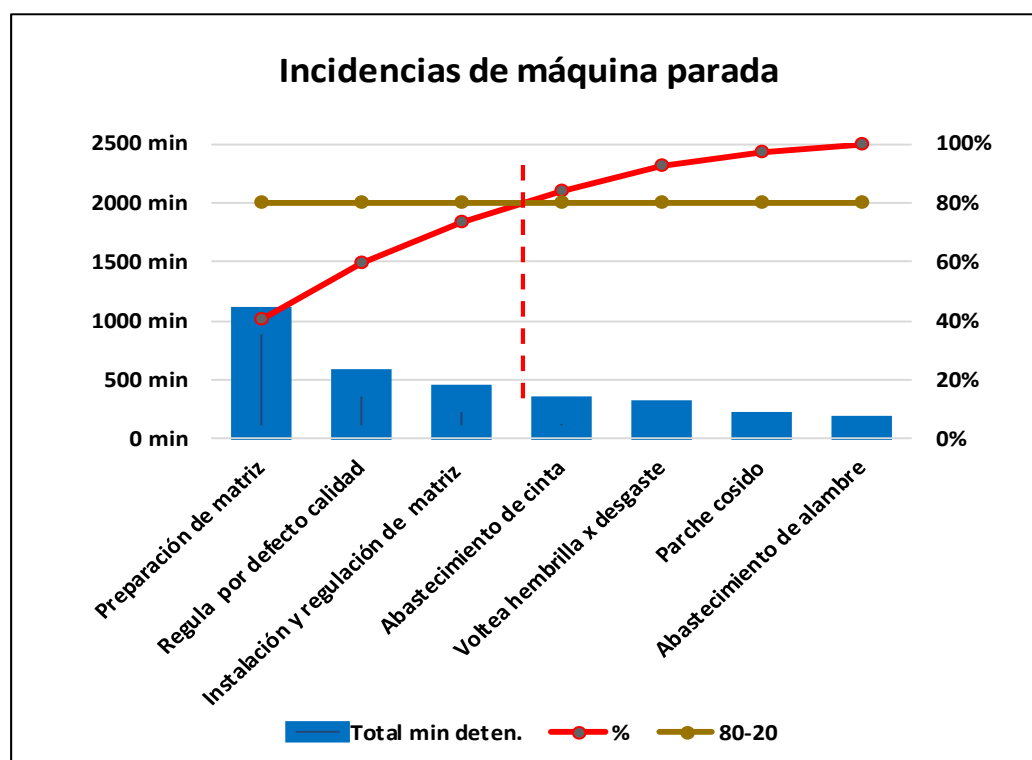
Se ha ordenado la información recopilada para ser analizada mediante el diagrama de Pareto y priorizar la acción a tomar.

Tabla 7: Análisis de los tiempos detenido del área de fabricación de cremalleras

Incidencias de máquina parada pre-test	Total min detenidos	Frecuencia acum	%	80-20
Preparación de matriz	997 min	997 min	40%	80%
Regula por defecto calidad	478 min	1475 min	59%	80%
Instalación y regulación de matriz	354 min	1829 min	74%	80%
Abastecimiento de cinta	255 min	2084 min	84%	80%
Voltea hembrilla x desgaste	206 min	2290 min	92%	80%
Parche cosido	113 min	2403 min	97%	80%
Abastecimiento de alambre	77 min	2480 min	100%	80%
	2480			

Elaboración propia

Gráfico 18: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

2.7.1.7 Identificación del problema a priorizar

- Preparación de matriz
- Regula por defecto calidad
- Instalación y regulación de matriz

Reunión de equipo y la técnica de los 5 porqués

Nos permite identificar la causa raíz del problema, y poder así encontrar soluciones.

Se reúne al equipo de trabajo: el coordinador, el matricero y mecánicos de producción para revisar las causas del retorno y los tiempos de preparación de las matrices al área de mantenimiento y se formulan las siguientes preguntas:

Problema dentro del proceso de estampado de cremalleras:

A. Preparación de las matrices: Mayor uso de tiempo en la preparación

1. ¿Por qué se usa mayor tiempo en la preparación de las matrices?

Porque es muy minucioso el desmontaje y montaje de las placas porta repuestos, guía y base para retirar los repuestos gastados e instalar los repuestos nuevos.

2. ¿Por qué es minucioso el desmontaje y montaje de las placas?

Porque es importante colocar todos los pines en la misma ubicación de los agujeros de las placas.

3. ¿Por qué son tan importantes colocar los pines en la misma ubicación?

Porque son pines de precisión que centran las placas siempre en la misma posición.

4. ¿Por qué entonces si son pines de precisión que centran las placas, los repuestos nuevos no quedan siempre en la misma posición?

Porque los pines están gastados o doblados.

5. ¿Por qué no cambian los pines si están defectuosos?

Porque los pines estándar entran con juego excesivo en los agujeros, y no centrarían las placas.

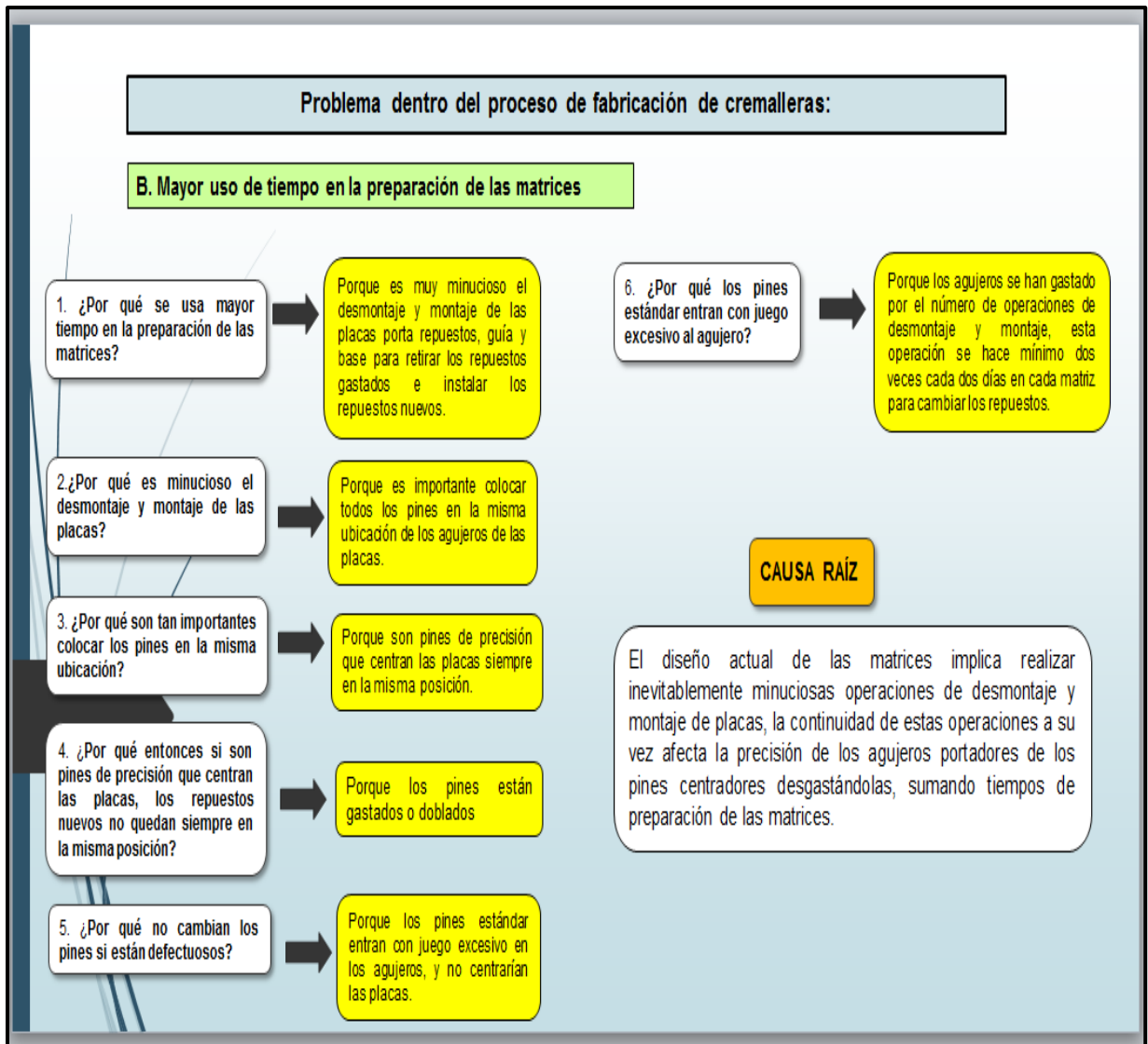
6. ¿Por qué los pines estándar entran con juego excesivo al agujero?

Porque los agujeros se han gastado por el número de operaciones de desmontaje y montaje, esta operación se hace mínimo dos veces cada dos días en cada matriz para cambiar los repuestos

❖ **Causa raíz:**

El diseño actual de las matrices implica realizar inevitablemente minuciosas operaciones de desmontaje y montaje de placas, la continuidad de estas operaciones a su vez afecta la precisión de los agujeros portadores de los pines centradores desgastándolas, sumando tiempos de preparación de matrices.

Gráfico 19: Preparación de matriz y la técnica de los 5 porqués



Fuente: Elaboración propia

B. Regula matriz por defecto de calidad:

1. ¿Por qué tiene que se regula nuevamente la matriz luego de estar operando?

Porque las matrices siempre necesitan reajustar los repuestos.

2. ¿Por qué tiene que reajustar los repuestos?

Porque las dimensiones del producto se escapan de la tolerancia definida.

3. ¿Por qué se escapan de la tolerancia definida?

Porque la velocidad de trabajo es alta y los repuestos y pierden presión.

4. ¿Por qué los repuestos pierden presión?

Porque se calientan o las partes móviles se ensucian.

5. ¿Por qué se calientan o ensucian las partes móviles?

Por solo lo hacemos cuando las dimensiones del producto varían.

❖ **Causa raíz:**

El área de fabricación de cremalleras no cuenta con instrucciones estandarizadas en el manejo de las matrices durante la producción, tampoco de tiempos de limpieza, lubricación además no existe una sola forma de hacerlo cada quien lo hace de diferentes maneras.

C. Instalación y regulación de las matrices

Retorno de las matrices después de cambio de repuestos nuevos.

1) ¿Por qué tiene que retornar y desarmar la matriz otra vez estando los repuestos nuevos?

Porque las matrices siempre necesitan centrar los repuestos luego de la primera prueba en producción.

2) ¿Por qué hay que centrar los repuestos luego de la primera prueba?

Porque las cremalleras salen con defectos de alineación de perfil respecto al cordón.

3) ¿Por qué salen las cremalleras con defectos de alineación respecto al cordón?

Porque los repuestos nuevos no quedaron exactamente en la misma posición de los repuestos que cambiaron.

4) ¿Por qué no quedaron en la misma posición que los repuestos anteriores?

Porque las cavidades de alojamiento de los componentes o placas donde encajan los repuestos tienen juego excesivo y los repuestos no son exactamente iguales.

❖ **Causa raíz:**

La causa del retorno de las matrices es el desgaste de las cavidades de alojamiento de los componentes donde encajan los repuestos y la no estandarización de los mismos.

2.7.2 Propuesta de mejora

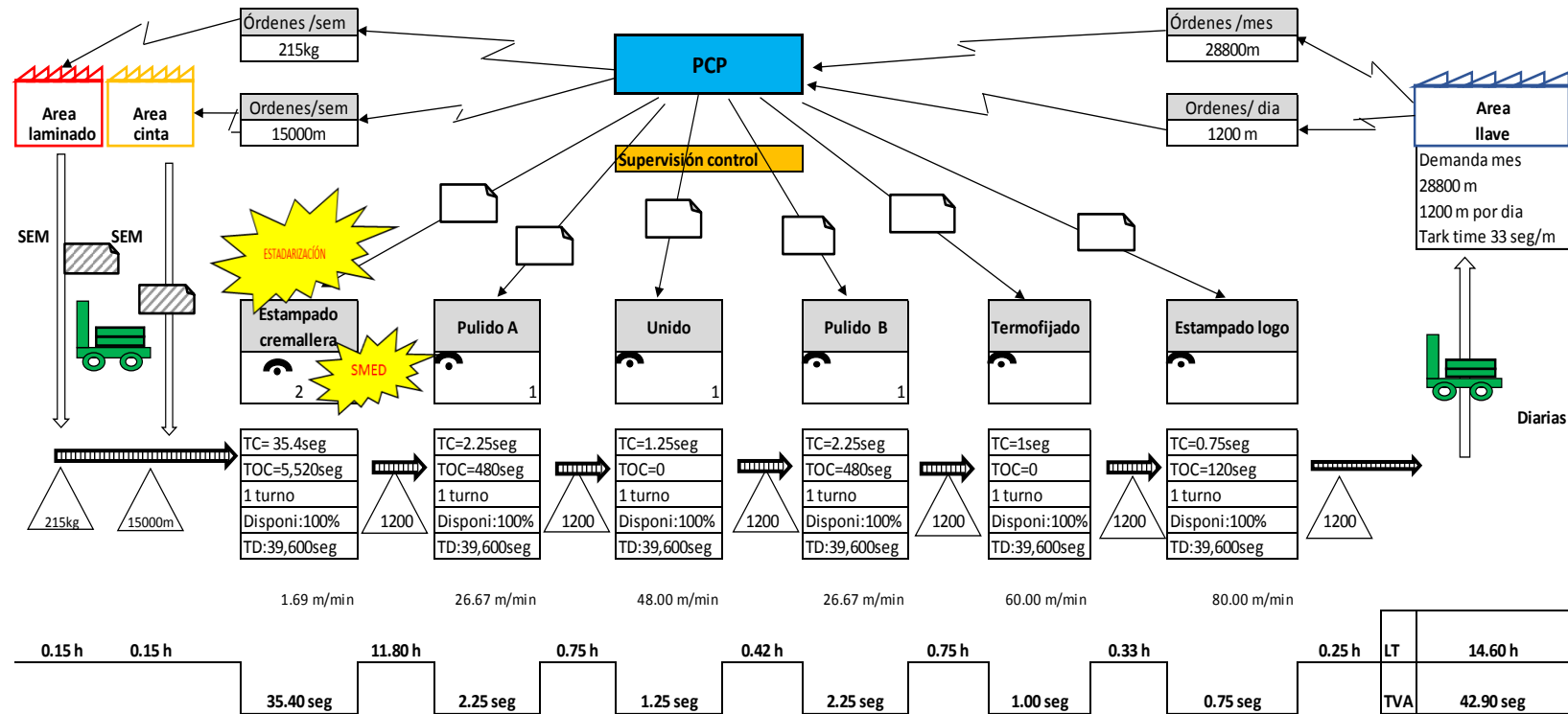
Del análisis de los problemas y habiendo determinado sus causas raíces se plantea el mapa de flujo de valor futuro.

Alternativas de solución

SMED: Se decide en base a que esta herramienta del lean Manufacturing mejora la disponibilidad de equipo y calidad de producto fabricado y es una poderosa herramienta para la reducción de los tiempos de cambio.

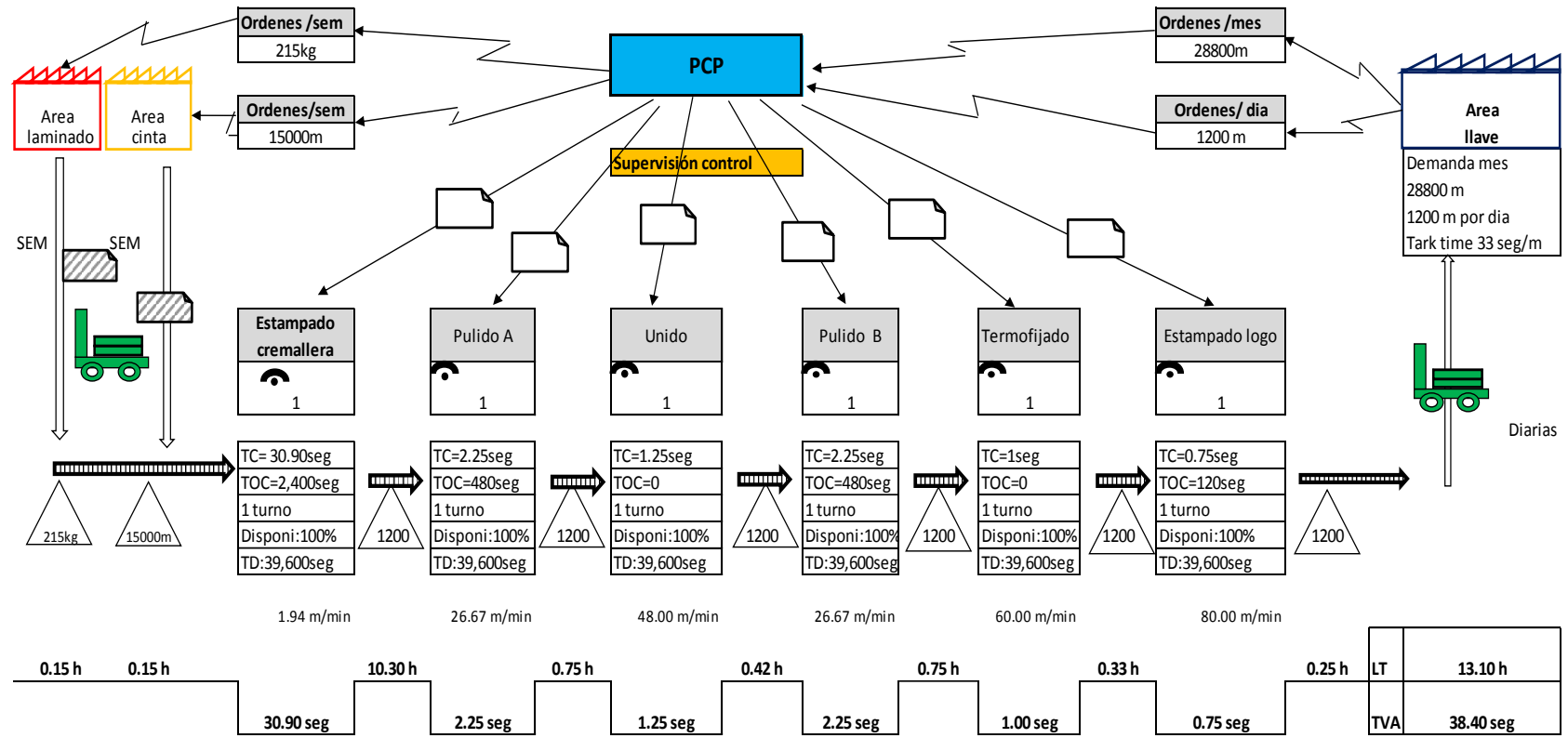
ESTANDARIZACIÓN: Se decide la estandarización de los instructivos del proceso, principales procedimientos e incluso planos de componentes de matriz para asegurar el conocimiento del proceso correspondiente a la fabricación de cremalleras. La estandarización junto al SMED son las principales herramientas básicas de la mejora de un proceso en el enfoque del Lean Manufacturing.

Gráfico 20: Alternativas de solución en el mapeo de flujo de valor actual (VSM) de la línea de fabricación de cremalleras



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21: Mapeo de flujo de valor futuro (VSM) de la línea de fabricación de cremalleras



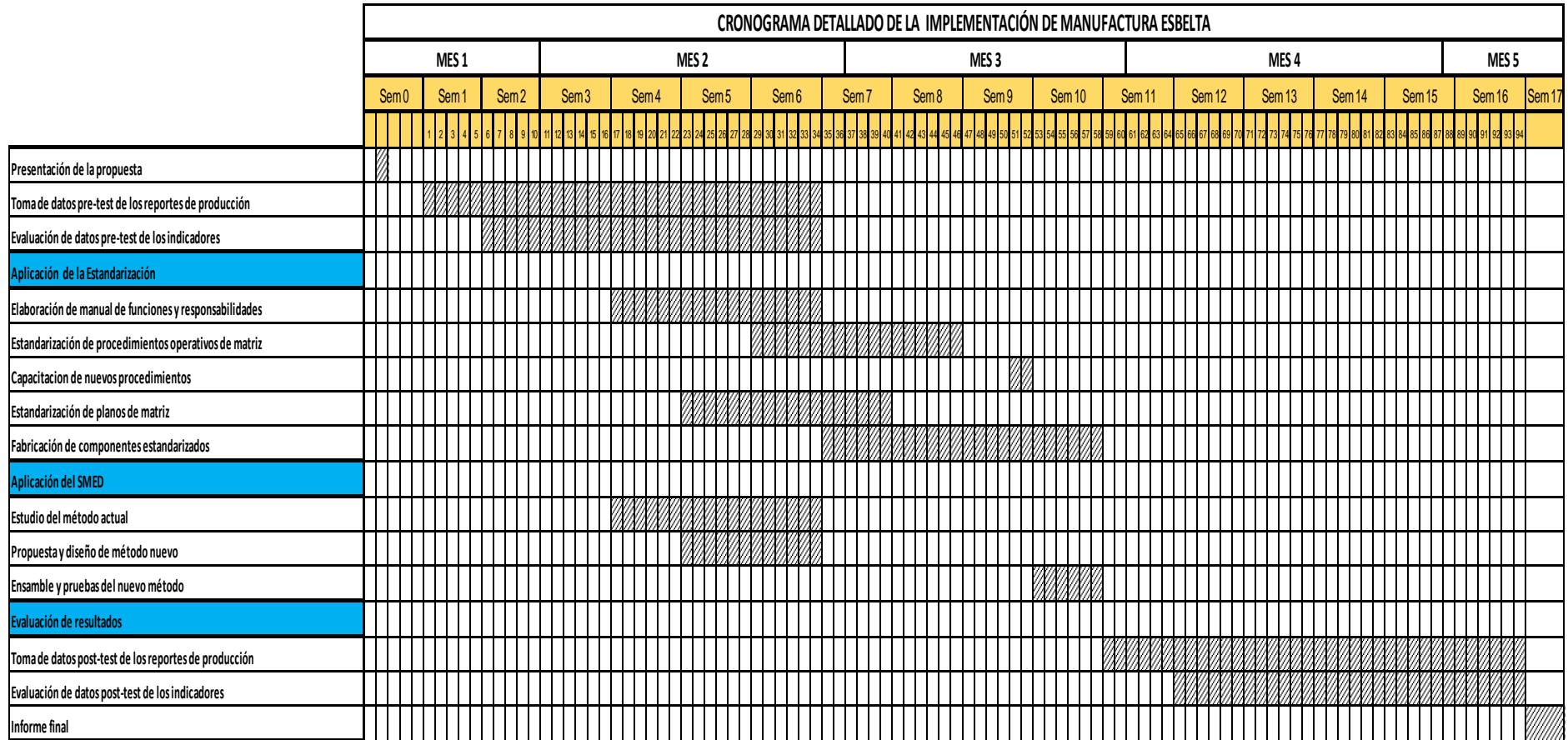
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3: Cronograma de Implementación general de la Manufactura Esbelta en la fabricación de cremalleras

CRONOGRAMA DE INPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA																		
	MES 1			MES 2				MES 3				MES 4				MES 5		
	Sem 0	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17
Presentación de la propuesta	■																	
Toma de datos pre-test de los reportes de producción		■	■	■	■	■	■											
Evaluación de datos pre-test de los indicadores			■	■	■	■	■											
Aplicación de la Estandarización																		
Elaboración de manual de funciones y responsabilidades					■	■	■											
Estandarización de procedimientos operativos de matriz							■	■	■									
Capacitación de nuevos procedimientos										■								
Estandarización de planos de matriz						■	■	■										
Fabricación de componentes estandarizados								■	■	■	■							
Aplicación del SMED																		
Estudio del método actual					■	■	■											
Propuesta y diseño de método nuevo						■	■											
Ensamble y pruebas del nuevo método											■							
Evaluación de resultados																		
Toma de datos post-test de los reportes de producción												■	■	■	■	■	■	■
Evaluación de datos post-test de los indicadores													■	■	■	■	■	■
Informe final																		■

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4: Cronograma de Implementación detallado de la Manufactura Esbelta en la fabricación de cremalleras



Fuente: Elaboración propia

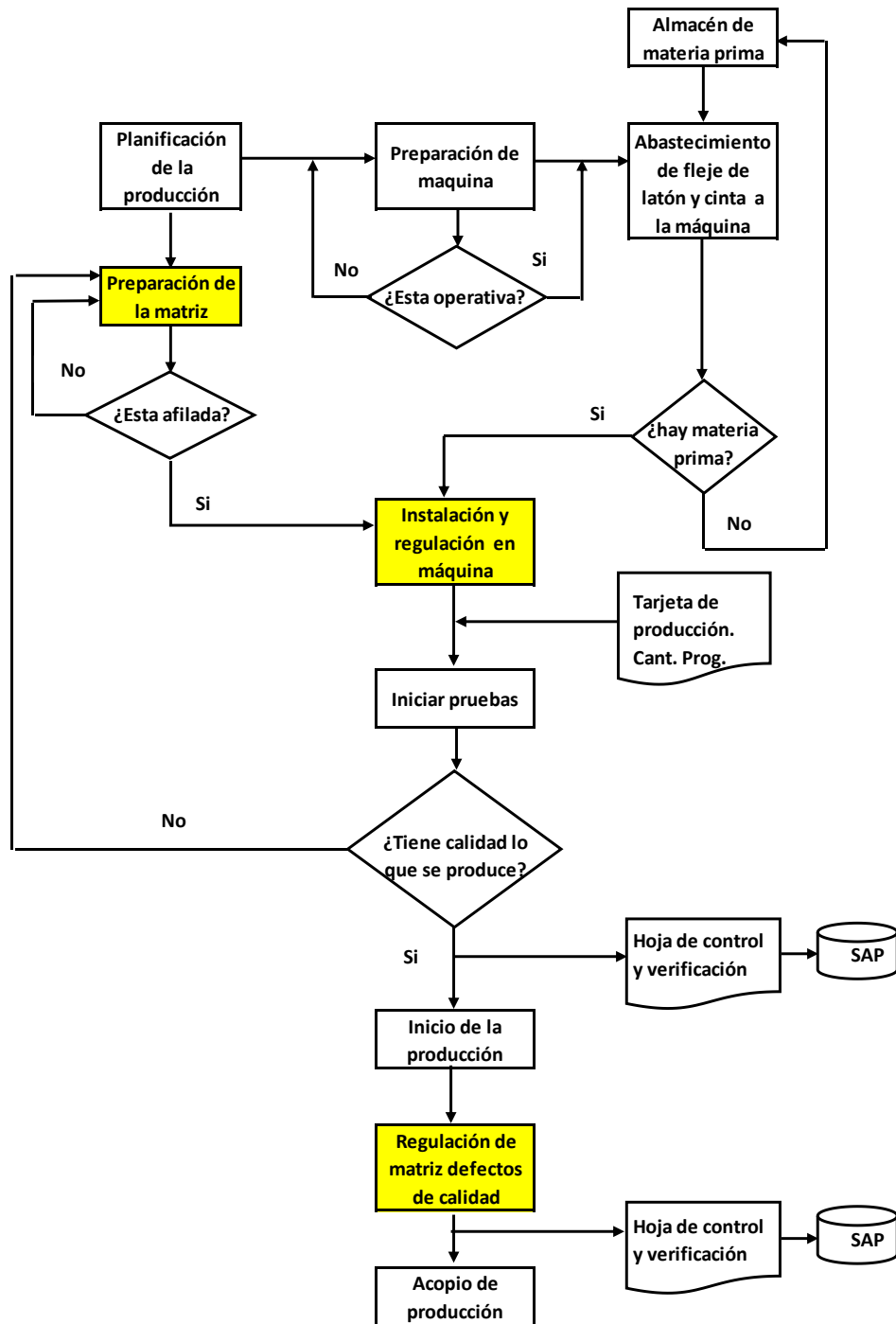
2.7.3 Implementación de la propuesta

2.7.3.1 Metodología SMED

La metodología SMED o cambio rápido de herramienta plantea como objetivo reducir el tiempo de cambio de moldes, formato, de herramientas. La utilización de esta herramienta nos ayudará a mejora la disponibilidad del equipo, calidad del producto, por lo tanto, al reducir los tiempos de parada lo convierte en tiempo de fabricación y como no necesitamos fabricar más ayudará a reducir el tiempo de fabricación incrementándose nuestro rendimiento.

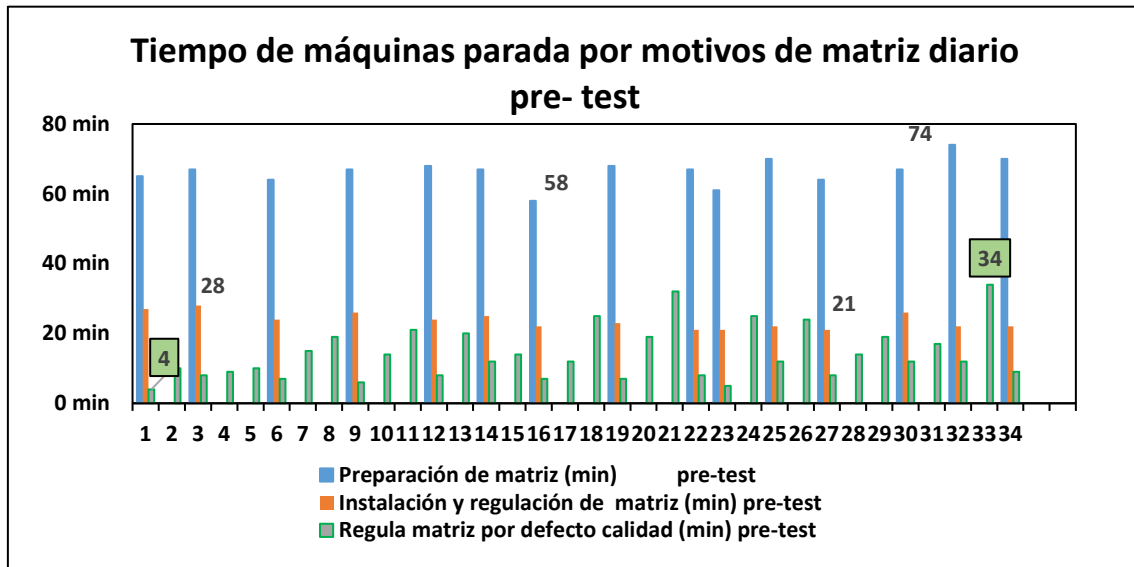
El proceso de estampado de cremalleras es un proceso donde que requiere montar materia prima a la prensa siendo este fleje de latón y cinta de poliéster, también necesita un equipo adicional de producción que es la matriz el cual necesita principalmente necesita cambiar sus repuestos cuya tiempo está definido por la dificultad de su diseño y número de operaciones, la duración de estos repuestos depende principalmente del material a cortar y la precisión de la sujeción de repuestos en la matriz, si falla con mayor continuidad tendremos más número de cambios aumentado de esta manera los tiempos de parada de máquina.

Gráfico 22: Flujoograma del proceso de estampado de cremallera para la aplicación del SMED



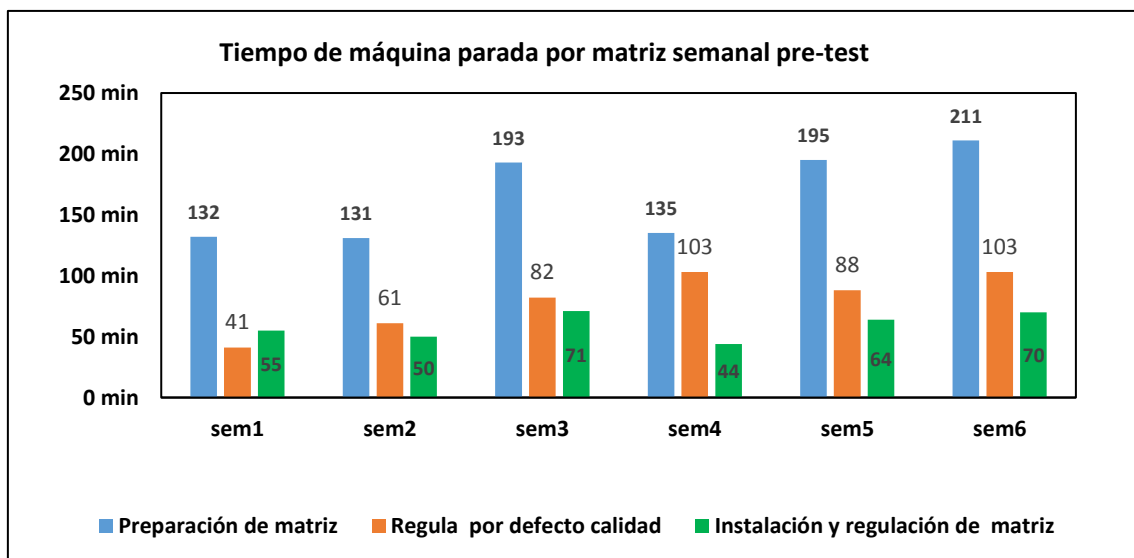
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz diario pre – test



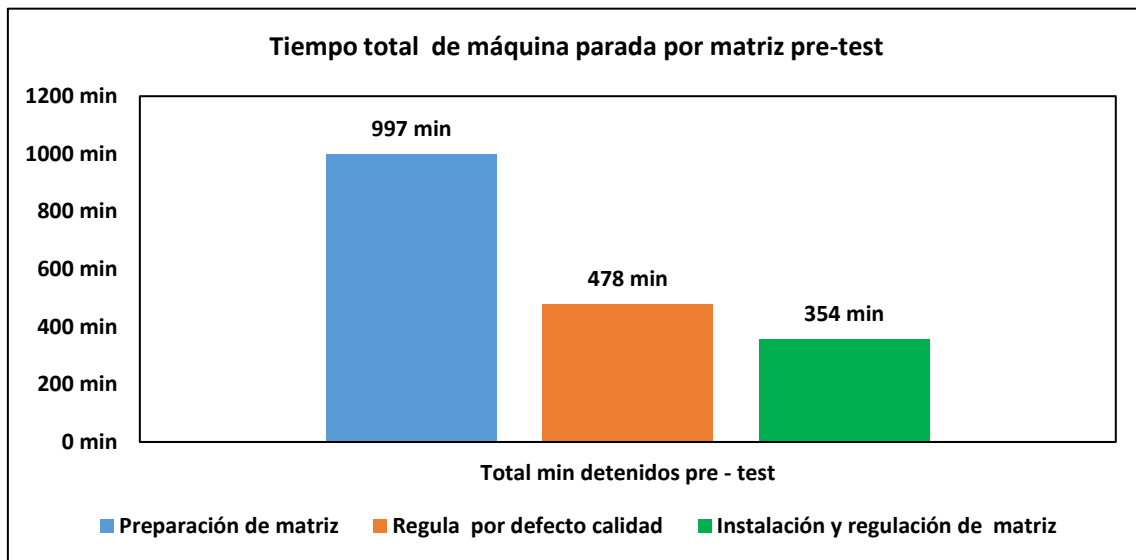
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz semanal pre - test



Elaboración propia

Gráfico 25: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz de seis semanas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Tiempos de máquina paradas por matriz del área de fabricación de cremallera

Días	Preparación de matriz (min)pre-test	Instalación y regulación de matriz (min) pre-test	Regula matriz por defecto calidad (min) pre-test	Total (min) pre- test
1	65	27	4	96
2			10	10
3	67	28	8	103
4			9	9
5			10	10
6	64	24	7	95
7			15	15
8			19	19
9	67	26	6	99
10			14	14
11			21	21
12	68	24	8	100
13			20	20
14	67	25	12	104
15			14	14
16	58	22	7	87
17			12	12
18			25	25
19	68	23	7	98
20			19	19
21			32	32
22	67	21	8	96
23	61	21	5	87
24			25	25
25	70	22	12	104
26			24	24
27	64	21	8	93
28			14	14
29			19	19
30	67	26	12	105
31			17	17
32	74	22	12	108
33			34	34
34	70	22	9	101
Suma	997	354	478	1829
Promedio	67	23	12	102

Fuente: Elaboración propia

Secuencia de pasos del SMED para reducir los tiempos de cambio del proceso de estudio.

Se considerará cuatro pasos en la aplicación del SMED

1. Identificación de operaciones en el cambio de repuestos

Se detallará las actividades del proceso por la cual la matriz se cambia los útiles de estampar luego del proceso de estampado y quedar nuevamente lista para operar y continuar la producción. En esta tabla de operaciones generales se visualiza propiamente las operaciones, verificaciones y distancias por la transcurre el proceso de preparación de la matriz, además se observa una repetición del proceso.

Tabla 9: Operaciones del proceso de preparación de la matriz de estampado de cremalleras

N°	Actividad	Tiempo min.	Distancia (m)
1	Detener máquina	0.1	
2	Desinstalar manguera de succión	0.4	
3	Buscar llave allen	1	6
4	Desinstalar matriz de prensa	1	
5	Buscar carrito	4	27
6	Acercar carro a la matriz	0.2	
7	Llevar a taller de matricería	2	
8	Lavar matriz	1	
9	Desarmar matriz	11	
10	Retirar repuesto gastados	1.5	
11	Medir repuestos nuevos y/o afilados	1	
12	Colocar repuestos nuevos y/o afilados	22.2	
13	Llevar matriz a línea de producción	2	27
14	Espera al mecánico	2	
15	Buscar llave allen	1	6
16	Instalar matriz en prensa	1.5	
17	Instalar manguera de succión	0.4	
18	Pasar fleje por matriz	0.5	
19	Pasar cinta por matriz	0.5	
20	Estampar	1	
21	Verificar dimensiones	2	
22	Regular matriz	5	
23	Estampar	1	
24	Verificar dimensiones	2	
25	Retorno al área de matricería	2	27
26	Desarmar matriz	9	
27	Colocar suples para compensar desgaste	3	
28	Colocar nuevamente los repuestos nuevos	9.2	
29	Llevar matriz a línea de producción	2	27
30	Espera al mecánico	2	
31	Buscar llave allen	1	6
32	Instalar matriz en prensa	1.5	
33	Instalar manguera de succión	0.4	
34	Pasar fleje por matriz	0.5	
35	Pasar cinta por matriz	0.5	
36	Estampar	1	
37	Verificar dimensiones	2	
38	Regular matriz	5	
39	Estampar	1	
40	Verificar dimensiones	2	
41	Listo programar	2	
	Total	108.4 min	126m

Fuente: Elaboración propia

Como vimos anteriormente la repetición del proceso se da porque al cambiar los repuestos nuevos y/o afilados el producto no reúne las dimensiones ni el perfil deseado por lo que regresa al taller de matricería.

2. Diferenciación de las operaciones internas y externas

En la separación de las actividades internas y externas el 93% son operaciones internas por lo tanto se considerará de mayor importancia las operaciones de preparación interna por ser de mayor volumen e impacto. Los afilados de repuestos son operaciones externas que no se incluyen en esta tabla.

Tabla 10: Separación de actividades internas y externas

N°	Actividad	Tiempo min.	Act. Internas	Act. Externas	Distancia (m)	Actividades de mejora
1	Detener máquina	0.1	x			
2	Desinstalar manguera de succión	0.4	x			
3	Buscar llave allen	1	x		6	
4	Desinstalar matriz de prensa	1	x			
5	Buscar carrito	4	x		27	
6	Acercar carro a la matriz	0.2	x			
7	Llevar a taller de matricería	2	x			
8	Lavar matriz	1	x			
9	Desarmar matriz	11	x			
10	Retirar repuesto gastados	1.5	x			
11	Medir repuestos nuevos y/o afilados	1	x			
12	Colocar repuestos nuevos y/o afilados	22.2	x			
13	Llevar matriz a línea de producción	2	x			
14	Espere al mecánico	2	x			
15	Buscar llave allen	1	x		6	
16	Instalar matriz en prensa	1.5	x			
17	Instalar manguera de succión	0.4	x			
18	Pasar fleje por matriz	0.5	x			
19	Pasar cinta por matriz	0.5	x			
20	Estampar	1		x		
21	Verificar dimensiones	2	x			
22	Regular matriz	5	x			
23	Estampar	1	x			
24	Verificar dimensiones	2	x			
25	Retorno al área de matricería	2	x			
26	Desarmar matriz	9	x			
27	Colocar suples para compensar desgaste	3	x			
28	Colocar nuevamente los repuestos nuevos	9.2	x			
29	Llevar matriz a línea de producción	2	x			
30	Espere al mecánico	2	x			
31	Buscar llave allen	1	x			
32	Instalar matriz en prensa	1.5	x			
33	Instalar manguera de succión	0.4	x			
34	Pasar fleje por matriz	0.5	x			
35	Pasar cinta por matriz	0.5	x			
36	Estampar	1		x		
37	Verificar dimensiones	2	x			
38	Regular matriz	5	x			
39	Estampar	1		x		
40	Verificar dimensiones	2	x			
41	Listo programar	2	x			
		108.4 min	38	3	39m	
			93%	7%		
	Total		41			

Fuente: Elaboración propia

3. Transformación de las operaciones internas en externas

Ahora se asigna responsables a cada tarea creando un orden mediante la estandarización de funciones, se agrupa los tiempos y se presenta propuesta por los colaboradores para convertir las actividades internas en externas y reducir tiempos en las actividades que llevan mayor tiempo. Mediante este paso se reduce el porcentaje de actividades internas de 93% a 85%.

Tabla 11: Convertir actividades internas en externas

N°	Actividad	Responsable	Tiempos min	Tiempo min.	Act. Internas	Act. Externas	Distancia (m)	Actividades de mejora	
1	Detener máquina	Mecánico regulador	8.7 min	0.1	x				
2	Desinstalar manguera de succión			0.4	x				
3	Buscar llave			1	→	x	6	Solicitar herramientas personales	
4	Desinstalar matriz de prensa			1	x				
5	Buscar carrito			4	→	x	27	Buscar el carro con anticipación	
6	Acercar carro a la matriz			0.2	x				
7	Llevar a taller de matricería			2	x				
8	Lavar matriz	Mecánico matricero	40.7 min	1	x				
9	Desarmar matriz			11	x			Diseñar y fabricar nueva placas	
10	Retirar repuesto gastados			1.5	x				
11	Medir repuestos nuevos y/o afilados			1	x				
12	Colocar repuestos nuevos y/o afilados			22.2	x			Estandarizar componentes	
13	Llevar matriz a línea de producción			2	x				
14	Espera al mecánico			2	x				
15	Buscar llave allen	Mecánico regulador	16.9 min	1	→	x	6	Solicitar herramientas personales	
16	Instalar matriz en prensa			1.5	x				
17	Instalar manguera de succión			0.4	x				
18	Pasar fleje por matriz			0.5	x				
19	Pasar cinta por matriz			0.5	x				
20	Estampar			1		x			
21	Verificar dimensiones			2	x				
22	Regular matriz			5	x				
23	Estampar			1	x				
24	Verificar dimensiones			2	x				
25	Retorno al área de matricería	2	x			27			
26	Desarmar matriz	Mecánico matricero	25.2 min	9	x			Diseñar y fabricar nueva placas	
27	Colocar suples para compensar desgaste			3	x			Estandarizar componentes gastados	
28	Colocar nuevamente los repuestos nuevos			9.2	x			Diseñar y fabricar nueva placas	
29	Llevar matriz a línea de producción			2	x			27	
30	Espera al mecánico			2	x				
31	Buscar llave allen	Mecánico matricero	16.9 min	1	→	x		Solicitar herramientas personales	
32	Instalar matriz en prensa			1.5	x				
33	Instalar manguera de succión			0.4	x				
34	Pasar fleje por matriz			0.5	x			0	
35	Pasar cinta por matriz			0.5	x				
36	Estampar			1		x			
37	Verificar dimensiones			2	x				
38	Regular matriz			5	x				Fabricar porta punzón nuevo
39	Estampar			1		x			
40	Verificar dimensiones			2	x				
41	Listo programar	2	x						
				108.4 min	34	7	93m		
					83%	17%			
Total					41				

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla de análisis del proceso podemos considerar actividades externas el traslado del área de matricería para buscar el carrito y las búsquedas de herramientas con lo cual se estaría separando 7 minutos para darle el

tratamiento de reducción de actividades externas. Sin embargo, la cantidad de actividades de preparación internas son numerosas aún.

4. Reducción de las operaciones internas

Las técnicas SMED busca reducir el uso de pernos la repetición de operaciones, plantillas para colocación inmediata de la matriz etc. La causa raíz descrita anteriormente se centra en parte en el diseño de la matriz que aumenta el número de actividades y en los desgastes de algunas partes que hacen necesario el retorno de la matriz y que el matricero emplee un tiempo extra de 25.2 minutos para su puesta a punto, entonces básicamente se priorizara las acciones que busquen reducir estos tiempos dedicados a estas actividades.

En las actividades del matricero se evidencia mediante el DAP el continuo montaje de pernos y pines de centrado que suman tiempos a la preparación de 10 minutos además que el deterioro de estas y la placa porta sufrideras es una de las principales causas raíz del excesivo tiempo.

Placa guía actual que consta de cuatro pernos y cuatro pines que se sujetan junto a la porta sufridera a la base de la placa, estas placas se desmontan cada vez que se necesita cambiar los repuestos.

Tabla 12: Reducir actividades internas

N°	Actividad	Responsable	Tiempos min	Tiempo min.	Act. Internas	Act. Externas	Distancia (m)	Actividades de mejora
1	Detener máquina	Mecánico regulador	3.7 min	0.1	x			
2	Desinstalar manguera de succión			0.4	x			
3	Desinstalar matriz de prensa			1	x			
4	Acercar carro a la matriz			0.2	x			
5	Llevar a taller de matriceria			2	x		27	
6	Lavar matriz	Mecánico matricero	32.7 min	1	x			
7	Desarmar matriz			7	x			
8	Retirar repuesto gastados			1.5	x			
9	Medir repuestos nuevos y/o afilados			1	x			
10	Colocar repuestos nuevos y/o afilados			18.2	x			
11	Llevar matriz a línea de producción			2	x		27	
12	Espera al mecánico			2	x			
13	Instalar matriz en prensa	Mecánico regulador	11.4 min	1	x			
14	Instalar manguera de succión			0.4	x			
15	Pasar fleje por matriz			0.5	x			
16	Pasar cinta por matriz			0.5	x			
17	Estampar			1			x	
18	Verificar dimensiones			2	x			
19	Regular matriz			2	x			
20	Estampar			1	x			
21	Verificar dimensiones			2	x			
22	Listo programar			1	x			
				47.8 min	21	1	54m	
					95%	5%		
Total					22			

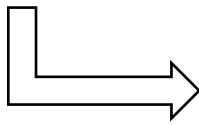
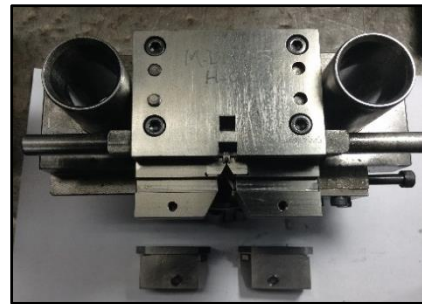
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 6: Proceso de desmontaje pre-test de la parte inferior para la preparación de matriz (porta sufridera)

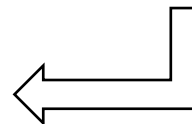
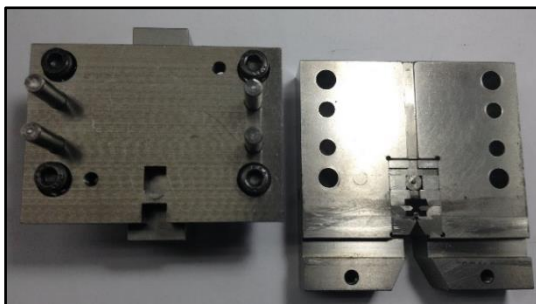
Matriz para desmontar



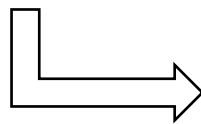
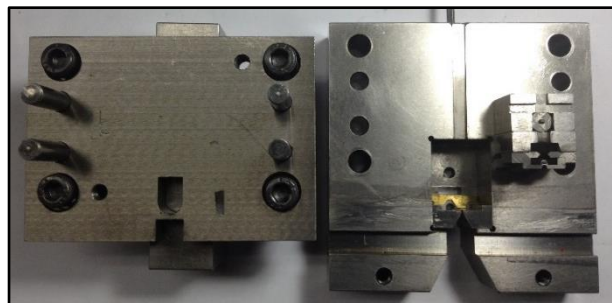
Desmontándose remachadores (2 min)



Desmontando placa guía, pines y pernos (5 min) + 5.5 min montaje= 10.5 min



Retirar repuestos (1.5 min)



Fuente: Taller de fabricación de matrices de la empresa en estudio

Diseño propuesto

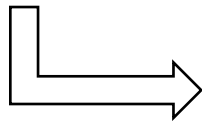
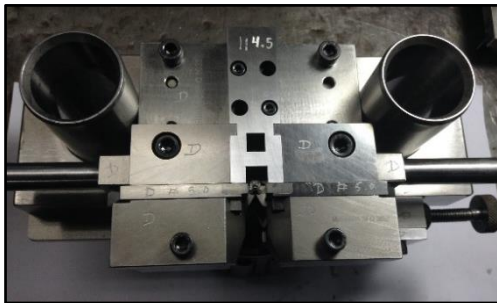
Con un diseño modelado mediante el AutoCAD se eliminara las actividades de extraer los pines, para eliminar el desarme total de la parte inferior de la matriz extrayéndose únicamente la nueva placa guía central, que además se ha dividido en tres partes pero que las dos partes adicionales no se moverán y servirán de guía a la placa central, tampoco los pines de fijación se extraen y entonces se

anula este tiempo dedicado a esta actividad, de esta manera se reducen los tiempos de las actividades internas correspondientes a esta operación.

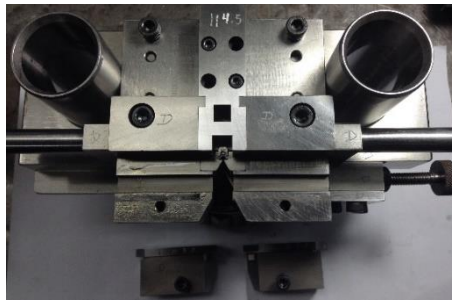
Además, los componentes fabricados con la precisión recomendada para este tipo de matrices (+/- 0.0002”), eliminaría el retorno al taller de matrices pues aseguraría el ajuste siempre en la misma posición favoreciendo la estandarización de las operaciones.

Fotografía 7: Proceso de desmontaje propuesto de la parte inferior para la preparación de matriz

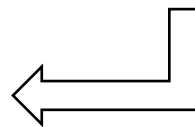
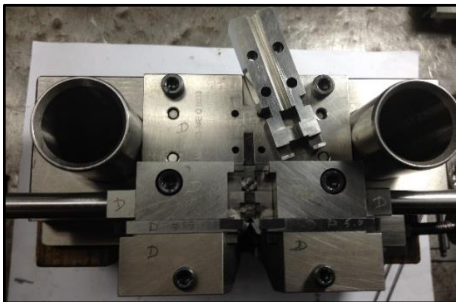
Matriz para desmontar



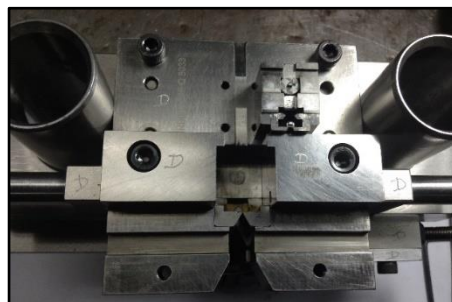
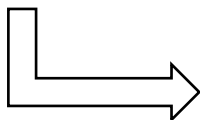
Desmontándose remachadores (2 min)



Desmontando placa guía (2 min) + 2.5 min de montaje= 4.5 min



Retirar repuestos (1.5 min)



Fuente: Taller de fabricación de matrices de la empresa en estudio

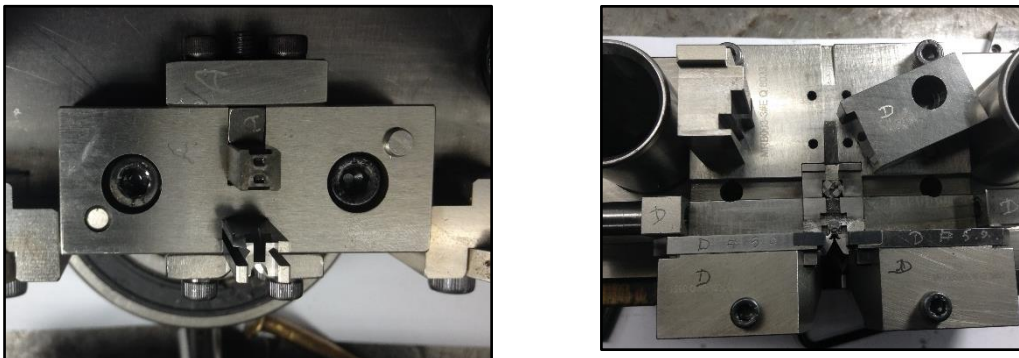
Además, se propone fabricar la placa porta sufridera y porta punzones por estar desgastada, con lo cual se evitaría el retorno de las matrices ya estas asegurarían siempre la misma posición de los repuestos.

Fotografía 8: Placa porta punzones y porta sufrideras actuales



Fuente: Proceso de preparación de matriz

Fotografía 9: Placa porta punzones nuevos y porta sufrideras nuevas propuestas



Fuente: Taller de fabricación de matrices de la empresa en estudio

Luego elaboramos un nuevo análisis del proceso de preparación de matriz para verificar la reducción del número de operaciones.

2.7.3.2 Implementación de la estandarización

Manual de procedimientos en materia de organización de funciones y operaciones en la línea de formación de cremalleras

1. Presentación

La empresa dentro del marco de la mejora continua incentiva la reformulación y reorganización de métodos de trabajo, funciones y operaciones los cuales desencadena en mejoras de procesos que elevan el nivel productivo de la empresa y el bienestar de sus colaboradores.

Por ello, a través de la Gerencia de Producción y la Gerencia de Operaciones impulsa la reestructuración y organización de procesos en la planta con la finalidad de darle un valor agregado a la cadena de valor del proceso.

El presente manual documenta las funciones, responsabilidades e instructivas de manera organizada a fin de darse el cumplimiento dentro del marco de la misión de la empresa.

2. Objetivo general

Incrementar la calidad del producto, la eficiencia de los procesos, la organización de funciones y operaciones, mediante la formalización de las funciones, estandarización de los métodos de trabajo redactados en el manual de procedimientos.

3. Normas de operación

- La persona autorizada para el mantenimiento de las matrices es el matricero y el coordinador del área quien supervise y monitorea sus procedimientos.
- La persona autorizada para el montaje y regulación es el mecánico de producción monitoreado por el coordinador del área.

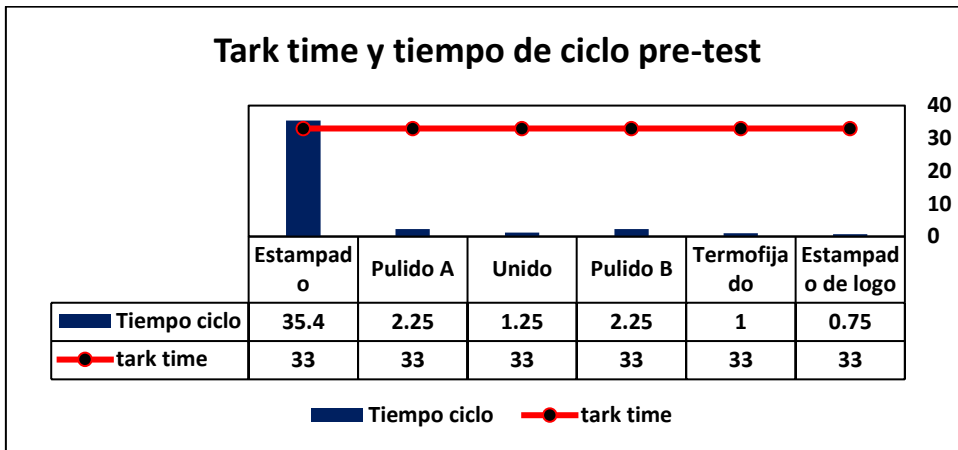
4. Funciones

El área de dientes como parte del área producción es una línea que jerárquicamente y funcionalmente depende de la gerencia de operaciones a quien reporta sus actividades. Ver anexo 1

Indicador Tark time

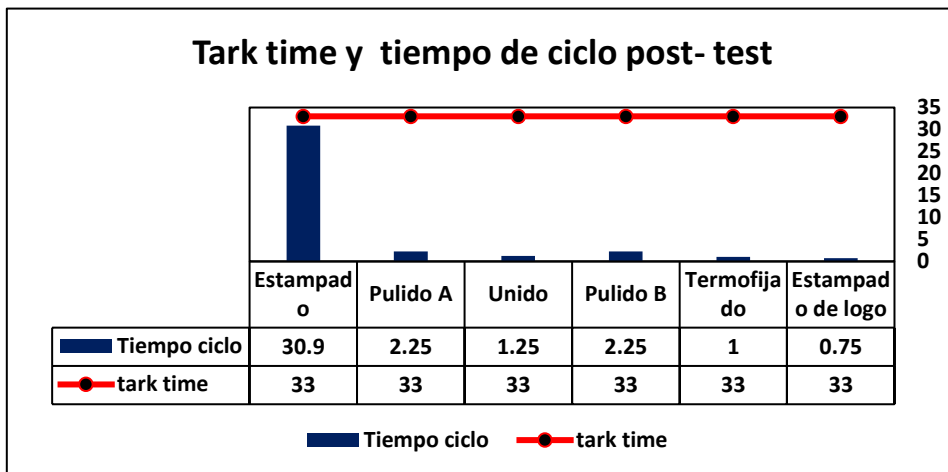
Según la demanda mensual de 28,800 metros dividida por día se tiene que producir 1200 con 12 horas diarias menos una hora de refrigerio, el tiempo de ciclo del área de estampado actual es de 35.4 segundos por cada metro, que es mayor al tark time calculado de cada metro en 33 segundos.

Gráfico 26: Análisis del tiempo de ciclo de cada proceso y el Tark time



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 27: Análisis del tiempo o de ciclo de cada proceso y el Tark time

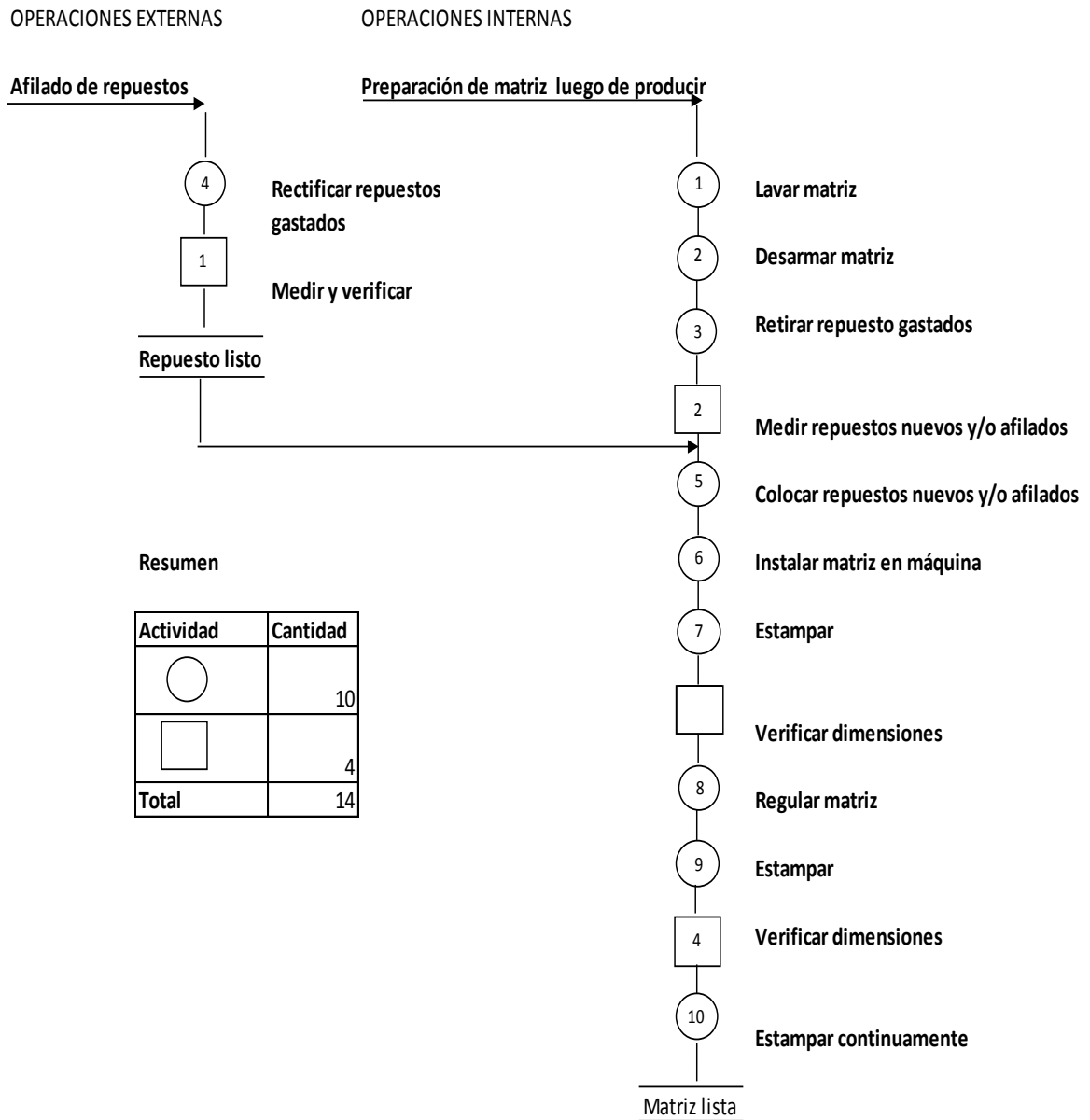


Fuente: Elaboración propia

Análisis de las operaciones por estandarizar

Se analiza las diferentes operaciones a través del DOP para ordenarlos y proceder a su estandarización.

Gráfico 28: Diagrama de operaciones del proceso de preparación de la matriz de estampado de cremalleras pre-test



Fuente: Elaboración propia

Ahora mediante un Diagrama de análisis del proceso detallaremos los tiempos de cada una de las actividades dentro de las operaciones para su identificación y estandarización

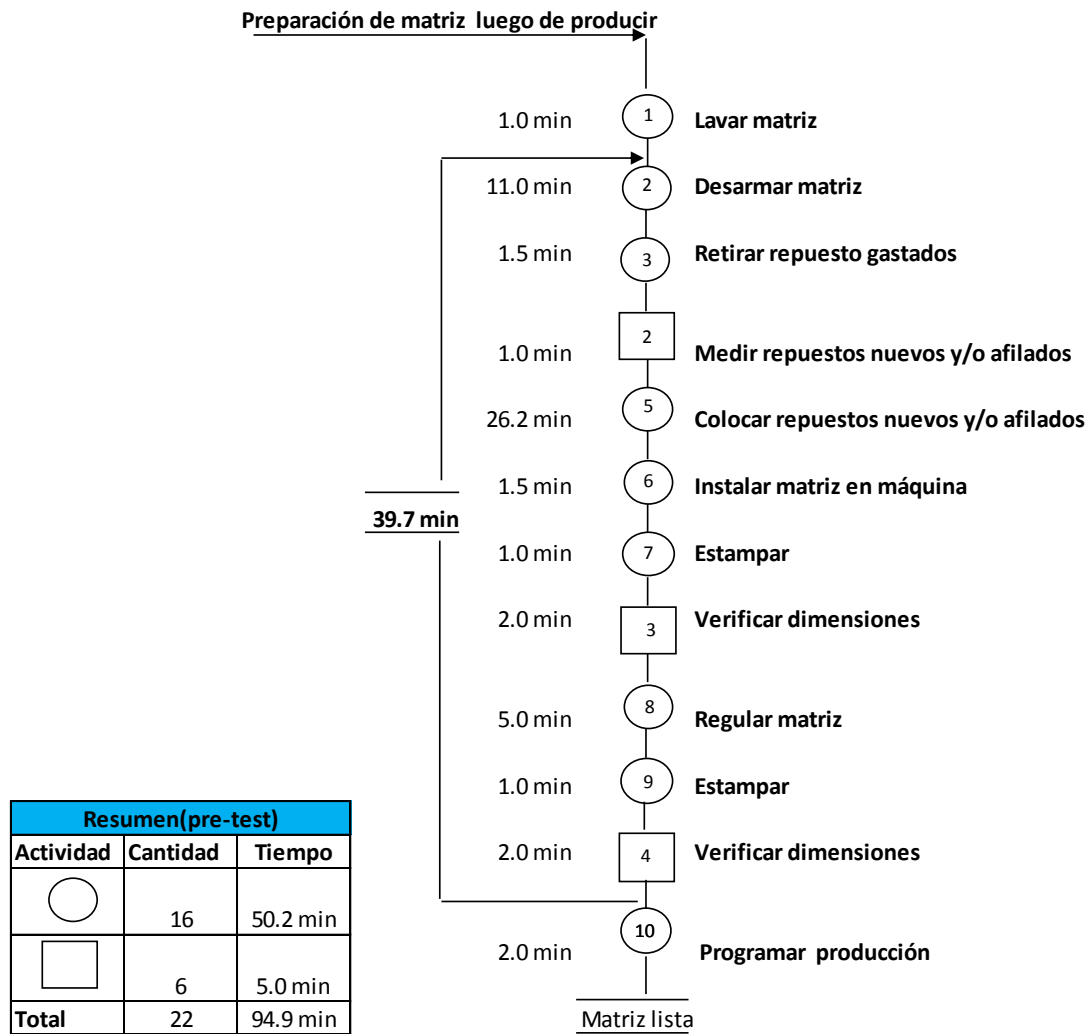
Tabla 13: Diagrama de análisis del proceso actual de preparación e instalación y regulación de la matriz de estampado de cremalleras.

DAP											
Diagrama 1	Resumen										
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía							
Nombre del proceso: Estampado de cremalleras	Operación ○	45									
Método: Actual	Inspección □	6									
Se inicia en : Área de mantenimiento	Transporte ⇨	3									
Termina en : Área de producción	Espera ▭	2									
Matricero: S/50 x8horas	Almacenaje ▽										
Mecánico producción:S/40x8horas											
Costo/minuto de matricero	Distancia metros	81m									
S/. 0.104	Tiempo minutos matricero	65.9 min									
Costo/minuto de mecánico	Tiempo minutos mecánico	29.0 min									
S/. 0.083	Costo matricero	S/. 6.86									
	Costo mecánico	S/. 2.42									
Descripción del método actual	Dist.(m)	Tiempo(min)	○	□	⇨	▭	▽	Observaciones	Tiempos		
Lavar la matriz en el area de mantenimiento		1	x					Preparación de matriz(13.5 min)	Matricero 40.7 min		
Afiojar 4 pernosde placa guia		2	x								
Expulsar 4 pines		3	x								
Afiojar prisionero ajustador de repuestos		1	x								
Retirar repuestos		1.5	x								
lavar con varsol		1	x								
Afiojar 2 pernos y retirar guia de remachadores		2	x								
Lavar guia de remachadores y remachadores		2	x								
Medir longitud de repuestos nuevos		1	x	x						Inspeccion(1min)	
Colocar repuestos nuevos		2.5	x							Preparación de matriz(15 min)	
Ajustar prisionero		1	x								
colocar placa guia		0.5	x								
Ajustar 4 pernos de placa guia		2	x								
Insertar los 4 pines en la placa guia		3	x								
Engrasar remachador y guía		2	x								
Ajustar 2 pernos y colocar guia de remachadores		2	x								
Afiojar 4 pernos y retirar punzon		2	x								
Medir longitud de punzon nuevo		1	x	x				Inspeccion(1min)			
Colocar punzon		0.5	x					Preparación de matriz(6.2min)			
Ajustar 4 pernos y colocar punzon nuevo		2	x								
Afiojar 1 perno y retirar heading		1	x								
Cambiar heading nuevo		0.5	x								
Ajustar 1 perno y colocar heading nuevo		1	x								
Lubricar columnas y bocinas		1	x								
Cerrar matriz		0.2	x								
Trasladar al area de estampado	27m	2			x				Transporte(2min)		
Esperar al mecanico		2				x			Espera(2min)		
Instalar matriz		1.5	x						Instalación(2.5min)		
Estampar primeros productos		1	x					Regulación(21.2 mantenimiento)	Matricero 25.2 min		
Verificación visual y dimensional		2		x						Inspección(2min)	
Regular heading		5		x						Regulación(6min)	
Estampar primeros productos		1	x							Regulación(21.2 mantenimiento)	
Verificación visual y dimensional de producto		2		x							Inspección(2min)
Retorno al área de mantenimiento	27m	2			x						Transporte(2min)
Afiojar 4 pernosde placa guia		2	x								Regulación(21.2 mantenimiento)
Expulsar 4 pines		3	x								
Afiojar prisionero ajustador de repuestos		1	x								
Retirar repuestos		1.5	x								
Lavar con varsol		1	x								
Afiojar 2 pernos y retirar guia de remachadores		2	x								
Colocar suples para compensar desgaste		3	x								
Colocar nuevamente los repuestos nuevos		2.5	x								
Ajustar prisionero		1	x								
Colocar placa guia		0.5	x								
Ajustar 4 pernos de placa guia		2	x								
Insertar los 4 pines en la placa guia		3	x								
Cerrar matriz		0.2	x								
Trasladar al área de estampado	27m	2			x			Transporte(2min)			
Esperar al mecánico		2				x		Espera(2min)			
Instalar matriz		1.5	x					Instalación(2.5min)			
Estampar primeros productos		1	x					Regulación(21.2 mantenimiento)	Matricero 25.2 min		
Verificación visual y dimensional		2		x						Inspección(2min)	
Regular heading		5		x						Regulación(6min)	
Estampar primeros productos		1	x							Regulación(21.2 mantenimiento)	
Verificación visual y dimensional		2		x							Inspección(2min)
Listo para iniciar producción		2	x								Prog. Prod(2min)
	81m	94.9 min	45	6	3	2					94.9 min

Fuente: Elaboración propia

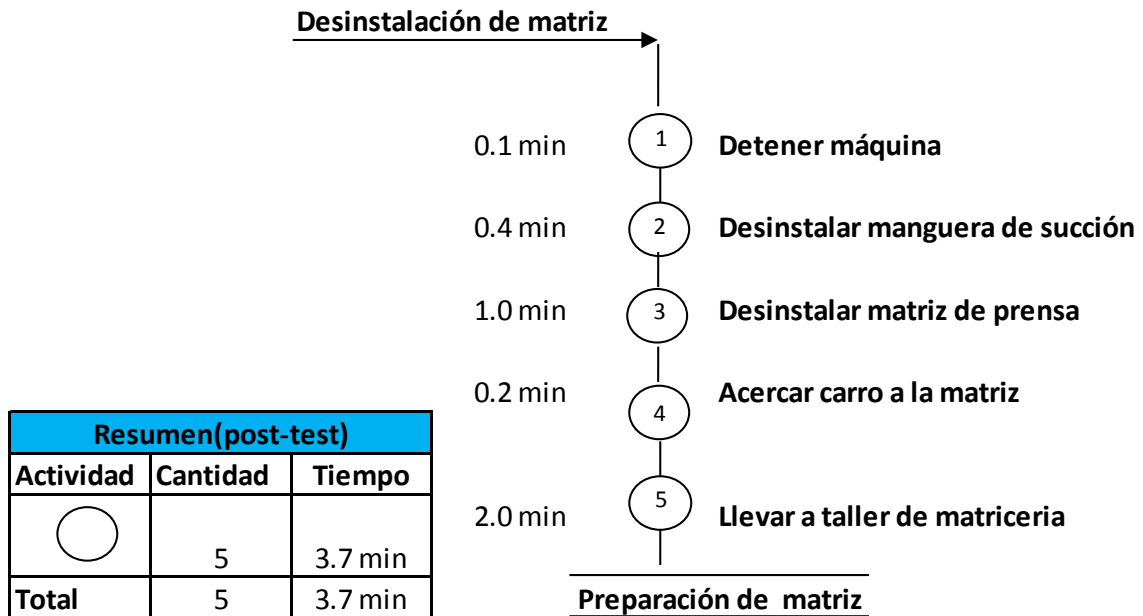
Se aplicará técnicas SMED para reducir actividades y tiempos, las mejoras logradas se mantendrán con los formatos estandarizados planteados.

Gráfico 29: Tiempos pre-test identificados en el DOP de preparación de la matriz de estampado de cremalleras



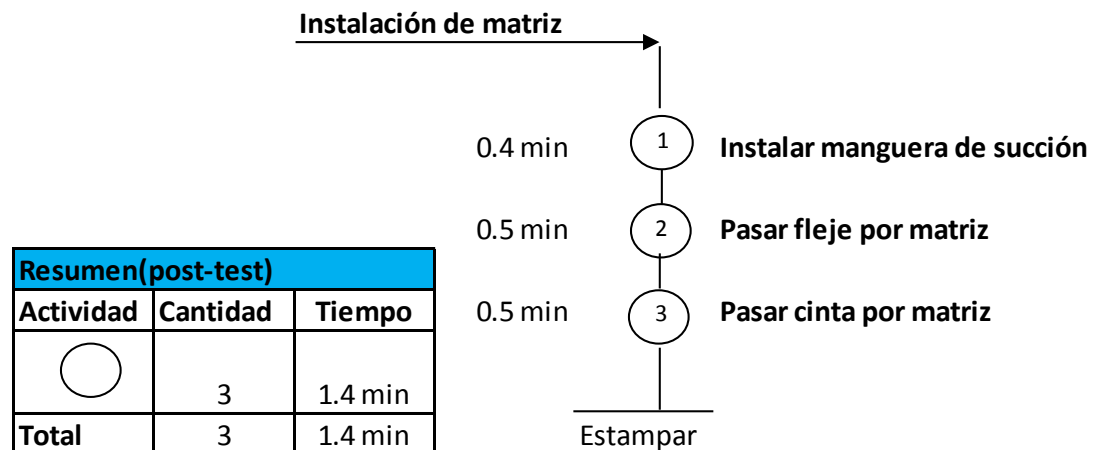
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30: Tiempos en el DOP de desinstalación de matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.



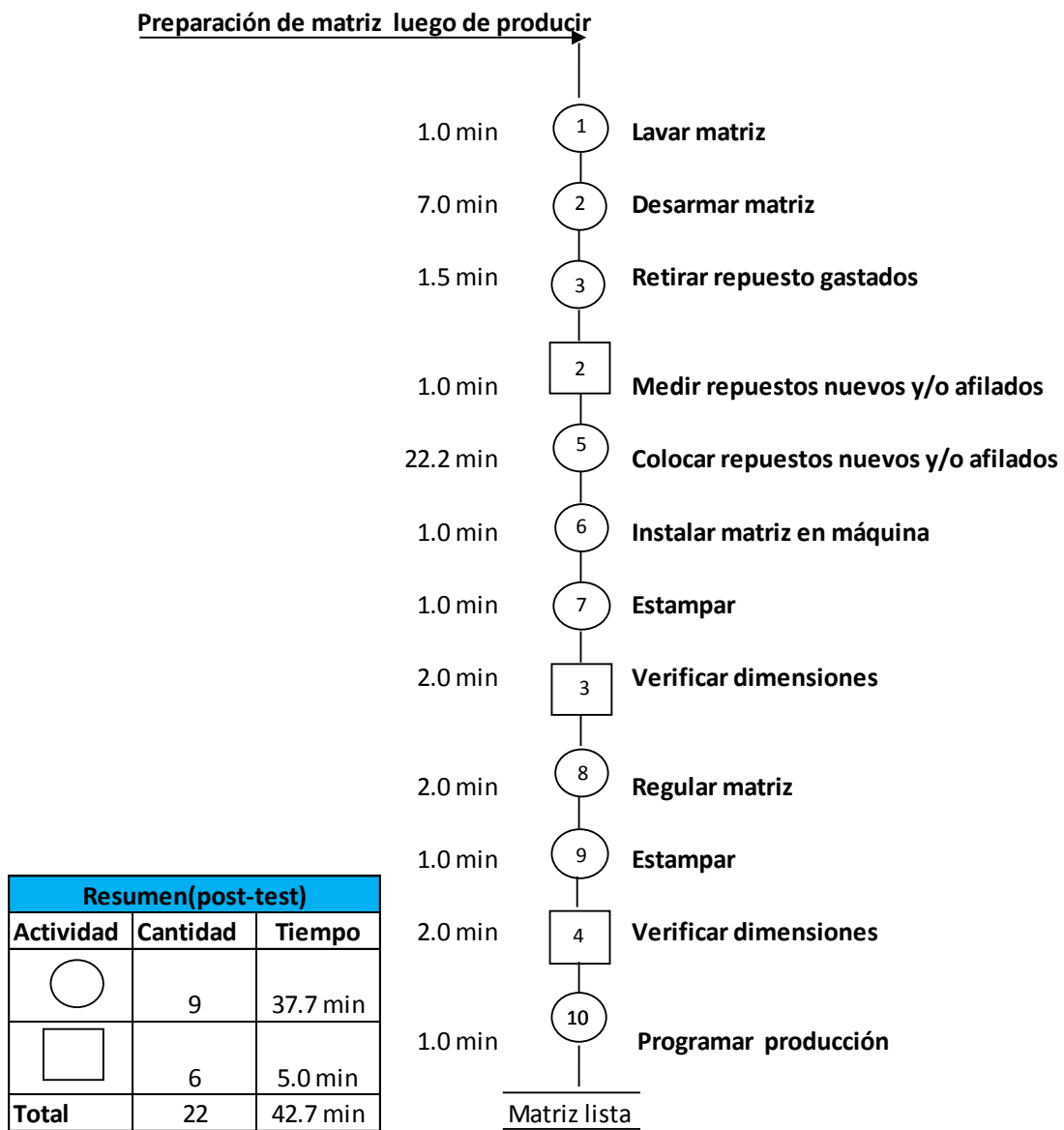
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 31: Tiempos en el DOP de instalación de matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 32: Tiempos en el DOP de preparación de la matriz de estampado de cremallera luego de la aplicación de la Manufactura Esbelta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Diagrama de análisis del proceso propuesto de preparación y de instalación y regulación de la matriz de estampado de cremalleras

DAP									
Diagrama 2	Resumen								
Nombre del proceso: Estampado de cremalleras	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Método: Propuesto	Operación ○	43	26	17					
Se inicia en : Área de mantenimiento	Inspección □	6	4	2					
Termina en : Área de producción	Transporte ⇨	3	1	2					
Matricero: S/50 x8horas	Espera D	2	1	1					
Mecánico producción: S/40x8horas	Almacenaje ▽	0	0	0					
Costo/minuto de matricero	Distancia metros	81m	27m	54m					
S/. 0.104	Tiempo minutos matricero	65.9 min	32.7 min	33.2 min					
Costo/minuto de mecánico	Tiempo minutos mecánico	29.0 min	10.0 min	19.0 min					
S/. 0.083	Costo matricero	S/. 6.86	S/. 3.41	S/. 3.46					
	Costo mecánico	S/. 2.42	S/. 0.83	S/. 1.58					
Descripción del método propuesto	Dist.(m)	Tiempo(min)	○	□	⇨	D	▽	Observaciones	Tiempos
Lavar la matriz en el area de mantenimiento		1	x					Preparación de matriz 9.5 min	Matricero 32.7 min
Aflojar 4 pernos de placa guía		1	x						
Aflojar prisionero ajustador de repuestos		1	x						
Retirar repuestos		1.5	x						
Lavar con varsol		1	x						
Aflojar 2 pernos y retirar guía de remachadores		2	x						
Lavar guía de remachadores y remachadores		2	x						
Medir longitud de repuestos nuevos		1		x				Inspeccion(1min)	
Colocar repuestos nuevos		2.5	x					Preparación de matriz 11.0 min	Mecánico 10.0 min
Ajustar prisionero		1	x						
Colocar placa guía		0.5	x						
Ajustar 4 pernos de placa guía		1	x						
Engrasar remachador y guía		2	x					Preparación de matriz 6.2 min	
Ajustar 2 pernos y colocar guía de remachadores		2	x						
Aflojar 4 pernos y retirar punzón		2	x					Inspeccion(1min)	
Medir longitud de punzón nuevo		1		x					
Colocar punzón		0.5	x					Preparación de matriz 6.2 min	
Ajustar 4 pernos y colocar punzon nuevo		2	x						
Aflojar 1 perno y retirar heading		1	x						
Cambiar heading nuevo		0.5	x						
Ajustar 1 perno y colocar heading nuevo		1	x					Transporte(2min)	
Lubricar columnas y bocinas		1	x						
Cerrar matriz		0.2	x					Espera(2min)	
Trasladar al área de estampado	27m	2			x				
Esperar al mecánico		2				x		Instalación(2min)	
Instalar matriz		1	x						
Estampar primeros productos		1	x					Inspeccion(2min)	
Verificación visual y dimensional		2		x					
Regular heading		2	x					Regulación(2min)	
Estampar primeros productos		1	x						
Verificación visual y dimensional		2		x				Inspección(2min)	
Listo para iniciar producción		1	x						
	27m	42.7 min	26	4	1	1		Prog. Prod(2min)	42.7 min

Fuente: Elaboración propia

El DAP muestra una reducción de operaciones y tiempos significativos. Los tiempos de preparación de matriz, instalación de matriz y regulación de matriz por defecto de calidad se han reducido en un 50%.

2.7.3.3 Procedimientos de operación de una matriz estándar de dientes

Responsables

- Matricero
- Mecánico regulador

Criterios

En todos los procedimientos de producción mantener el orden, los estándares de las especificaciones técnicas y cumplir además el reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo, planteados por la empresa.

Puesto:	Matricero
Depende de:	Coordinador
Subordinados:	Mecánico Rectificador
Procedimientos	<p>1. De la limpieza:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lavar la matriz con Varsol antes de desarmar, evitando así que las virutas que se encuentren en la superficie se introduzcan en las partes internas de la matriz.• Lavar las columnas bocinas y rotadores con un cepillo para quitar los residuos de latón de los rotadores.• Lavar con Varsol las guías de remachador y el remachador. <p>2. Del desmontaje de la matriz:</p> <ul style="list-style-type: none">• Extraer la placa la placa guía.• Extraer las guías de remachador y el remachador para su limpieza.• Extraer los repuestos gastados, aflojando el prisionero de ajuste de la placa porta sufridera.• Rociar con el aspersor de Varsol la cavidad de la placa porta sufridera y limpiar con aire a presión.

	<ul style="list-style-type: none">• Retirar el punzón de Carbide• Retirar la hembrilla• Rociar con el aspersor de Varsol la cavidad de la placa porta punzón y hembrilla, luego limpiar con aire a presión. <p>3. Cambio de repuestos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cambiar el nuevo juego afilado, el macho, el punzón y la hembrilla con sus respectivos suples, considerando las siguientes sus dimensiones:• Tener suples listos para compensar los repuestos afilados que se instalarán. <p>4. Del montaje de la matriz</p> <ul style="list-style-type: none">• Colocar los repuestos de la porta sufridera.• Ajustar nuevamente el prisionero de ajuste de la placa porta sufridera, alineando los repuestos colocados• Armar la placa guía.• Colocar el punzón nuevo y ajustar.• Colocar la hembrilla y ajustar.• Armar la guía de remachador y el remachador, ajustar con el perno y verificar el deslizamiento. <p>5. De la lubricación de la matriz</p> <ul style="list-style-type: none">• Lubricar con grasa el alojamiento del resorte de retorno del remachador.• Lubricar con aceite delgado (Tellus 68) las bocinas y rotadores de la matriz• Importante: Si se almacena matrices en modo de Backup lubricarlas en su totalidad con el spray WD-40 para evitar la corrosión, tener en cuenta que antes de entregar estas matrices al mecánico limpiar con Varsol el aceite WD-40 para evitar posibles contaminaciones en el área de producción.
--	--

Puesto:	Mecánico producción
Depende de:	Coordinador
Subordinados:	Operario
Procedimientos	<p>1. De la instalación de matriz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar matriz. • Sujetar base de matriz con bridas de sujeción acondicionadas en la base de la máquina. • Sujetar la parte superior de la matriz en el prisma mediante el bloque fijador. • Colocar manguera de succión. • Pasar el fleje hasta el borde de la cuchilla girando la volante de manera manual. • Insertar la cinta en las guías fija y móvil de la matriz. • Presionar el botón de inicio. <p>2. Del control de dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar dimensiones: • Longitud según programa. • Verificación visual. <ul style="list-style-type: none"> a. Rectitud b. Diente deformado c. Diente movido d. Diente chancado e. Rebaba f. Diente faltante y/o sobrante <p>3. De las regulaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para ajustar las dimensiones del apretón, aflojar el perno de ajuste del empujador y la tuerca de regulación, luego regular el perno hacia arriba o abajo y ajustar el perno nuevamente. • Para ajustar la altura de cabeza, regular la altura de hembrilla mediante el prisionero regulador aflojar o ajustar según convenga.

	<ul style="list-style-type: none">• Importante: Si el ancho doble no cumple con las dimensiones enviar la matriz al matricero para su revisión, informándole al detalle la situación.• Si todas las dimensiones de los dientes cumplen con la especificación técnica informar al operario para iniciar su producción. <p>4. De la lubricación de la matriz:</p> <ul style="list-style-type: none">• Indicar al operario que la lubricación de manera manual de los remachadores se realiza una vez cada hora con aceite Tellus 68.• Lubricar las canastillas de las matrices de manera manual, realizar esta operación dos veces como mínimo usando aceite Tellus 68 - no grasa - hasta no haber instalado sistemas de lubricación automático.
--	--

2.7.4 Resultados de la implementación del SMED y la Estandarización

Los resultados se medirán a través de los indicadores propuestos y los datos serán tomados de la recolección de datos y comparados con el DAP antes y después del proyecto

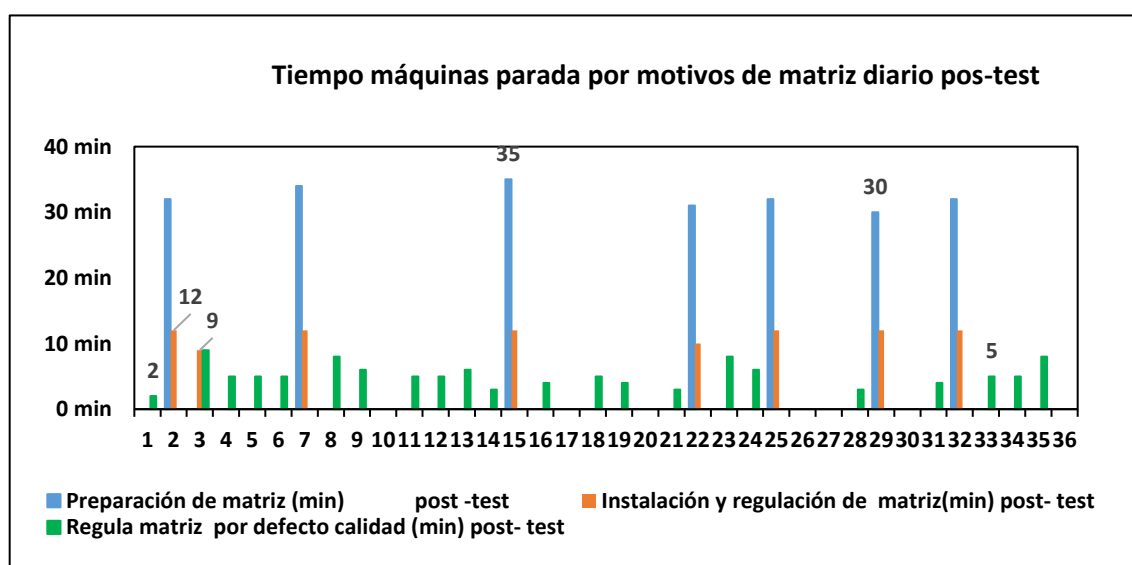
Las reducciones porcentuales de las operaciones, tiempos y costos conseguidos con el diseño propuesto de la matriz de estampado de cremalleras

Tabla 15: Resultados de reducción de tiempos post - test de la aplicación del SMED

	Antes	Despues	Diferencia	% de reducción
Operaciones	43	26	17	39.53%
Inspecciones	6	4	2	33.33%
Transporte	3	1	2	66.67%
Espera	2	1	1	50.00%
Distancias	81	27	54	66.67%
Min. matricero	65.9	32.7	33.2	50.38%
Min. mecánico	29	10	19	65.52%
Costo matricero	6.86	3.41	3.45	50.29%
Costo mecanico	2.42	0.83	1.59	65.70%
				50.38%

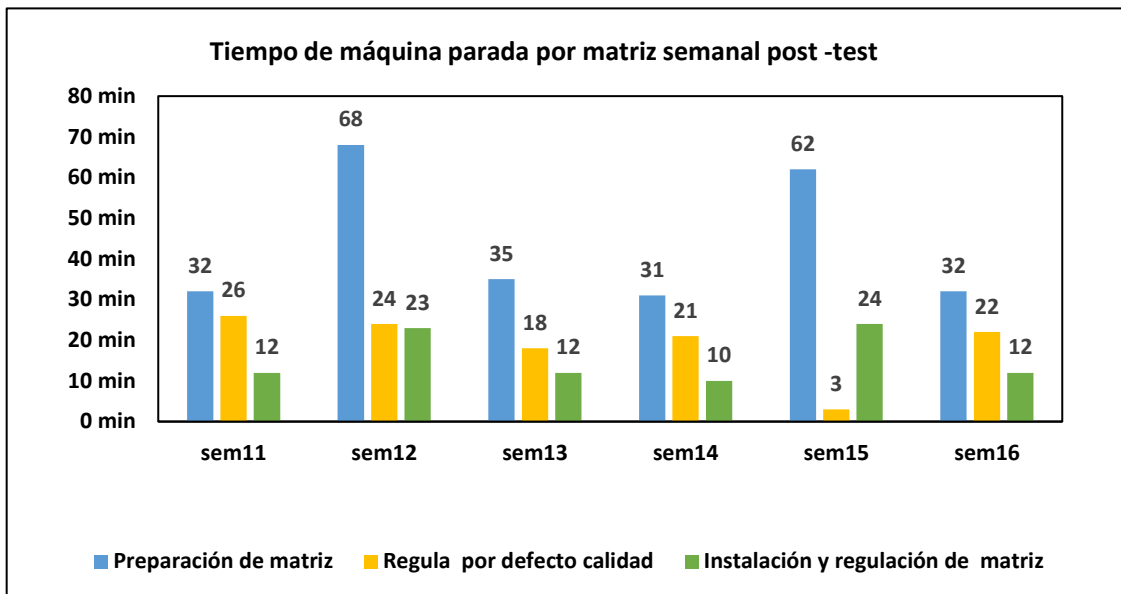
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 33: Datos recolectados de tiempo actual de máquina parada por matriz diario



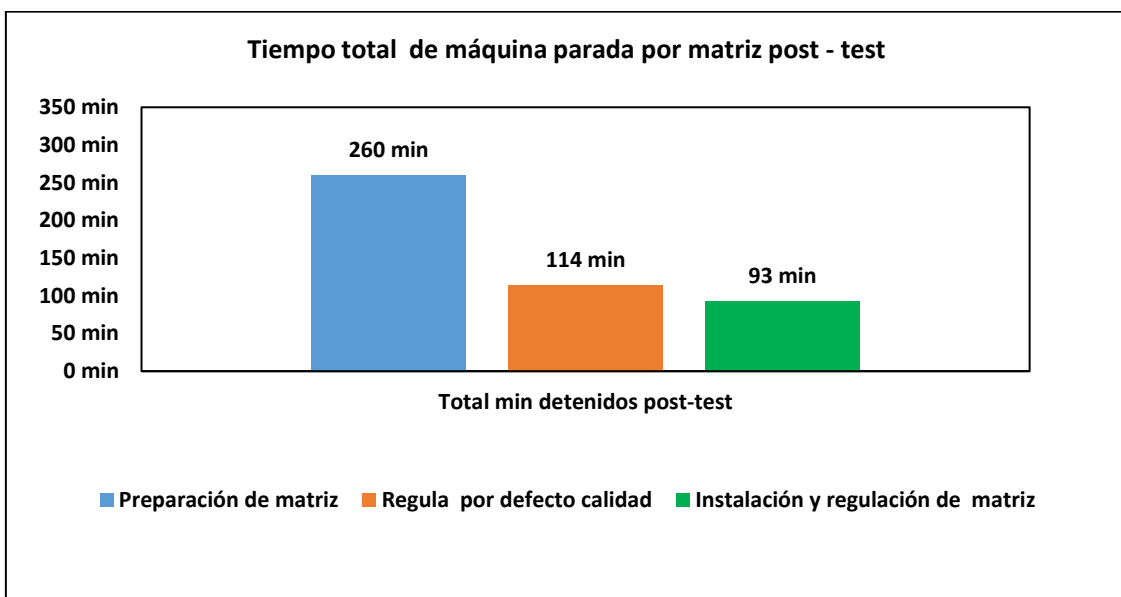
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 34: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz semanal pre - test



Elaboración propia

Gráfico 35: Datos recolectados de tiempo de máquina parada por matriz de seis semanas



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de indicadores

1. % de reducción de tiempo del matricero

$$I.T. = \frac{\text{tiempo ant.} - \text{tiempo mejorado}}{\text{Tiempo anterior}} \times 100 = \frac{65.9 - 32.7}{65.9} \times 100 = 50.4\%$$

2. % de reducción de tiempo del mecánico

$$I.T. = \frac{\text{tiempo anterior} - \text{tiempo mejorado}}{\text{Tiempo anterior}} \times 100 = \frac{29 - 10}{29} \times 100 = 65\%$$

3. % de actividades internas

$$I.A. = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actv ant.} - \text{N}^\circ \text{ de actv propuesto}}{\text{N}^\circ \text{ de actv anterior}} \times 100 = \frac{43 - 26}{43} \times 100 = 39.5\%$$

4. Índice de disponibilidad anterior

$$I.D. = \frac{\text{Tiempo de carga} - \text{tiempo de parada no programada}}{\text{Tiempo de carga}} = \frac{3210\text{min} - 310\text{min}}{3210\text{min}}$$

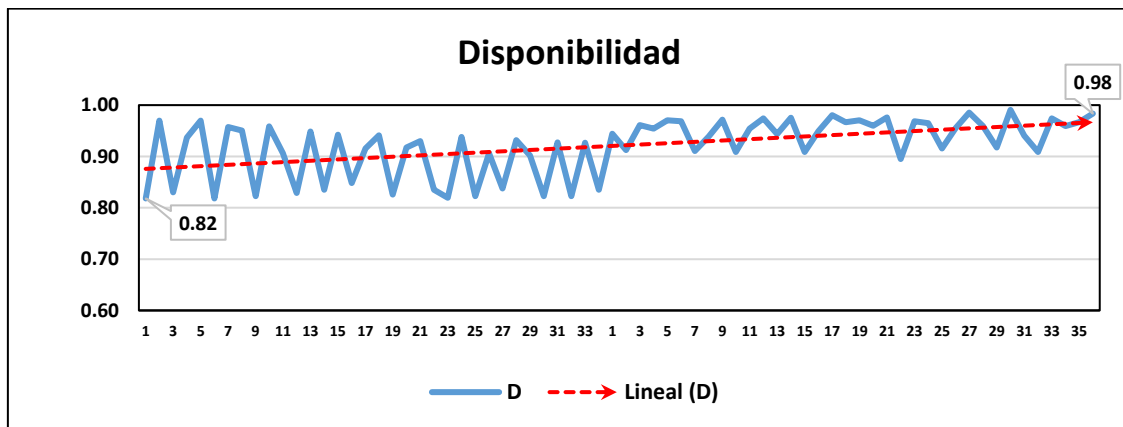
$$I.D = 0.9$$

5. Índice de disponibilidad actual

$$I.D. = \frac{\text{Tiempo de carga} - \text{tiempo de parada no programada}}{\text{Tiempo de carga}} = \frac{3270\text{min} - 147\text{min}}{3270\text{min}}$$

$$I.D = 0.96$$

Gráfico 36: Evolución de la disponibilidad de máquina por efecto del SMED



Fuente: Elaboración propia

6. Índice de calidad anterior

$$I.C. = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad con defecto}}{\text{Cantidad Procesada}} = \frac{6000m - 230m}{6000m}$$

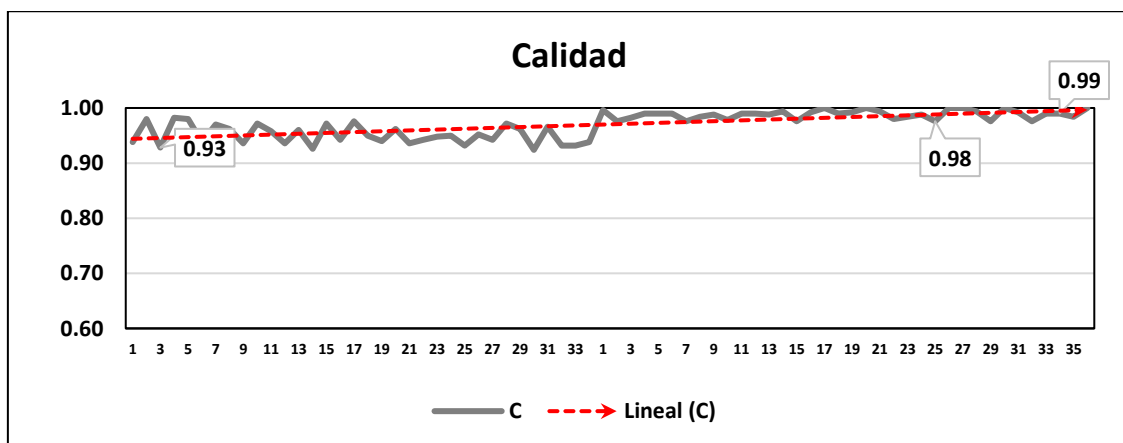
$$I.C. = 0.96$$

7. Índice de disponibilidad actual

$$I.C. = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad con defecto}}{\text{Cantidad Procesada}} = \frac{7200m - 82m}{7200m}$$

$$I.C. = 0.99$$

Gráfico 37: Evolución de la calidad de la cremallera por efecto del SMED



Fuente: Elaboración propia

8. Índice de rendimiento anterior

$$\text{I.R.} = \frac{\text{Tiempo de ciclo teórico} - \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de operación}} = \frac{0.42\text{min/m} \times 6000\text{m}}{2900\text{min}}$$

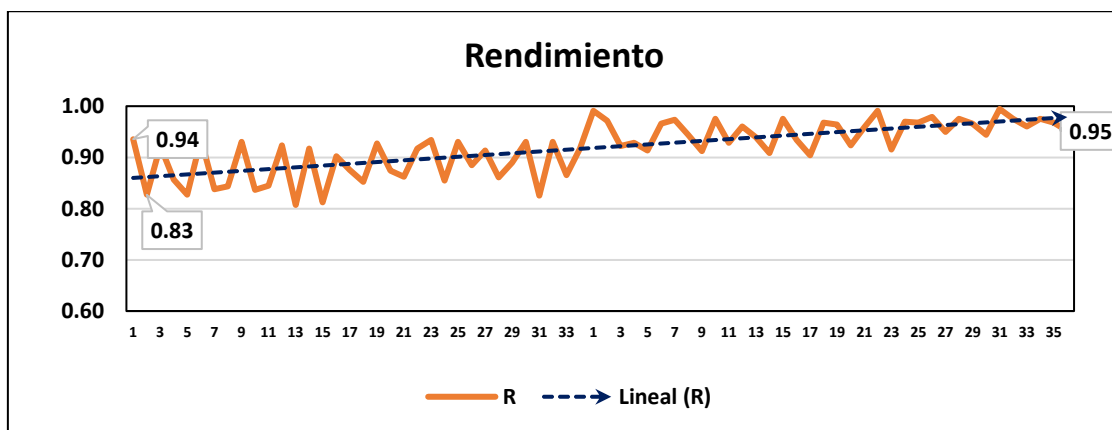
$$\text{I.R.} = 0.87$$

9. Índice de rendimiento actual

$$\text{I.R.} = \frac{\text{Tiempo de ciclo teórico} - \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de operación}} = \frac{0.42\text{min/m} \times 7200\text{m}}{3123\text{min}}$$

$$\text{I.R.} = 0.97$$

Gráfico 38: Evolución del rendimiento del proceso por efecto del SMED



Fuente: Elaboración propia

10. Índice de OEE anterior

$$\text{OEE} = D \times C \times R$$

$$\text{OEE} = 0.90 \times 0.96 \times 0.87$$

$$\text{OEE} = 0.75$$

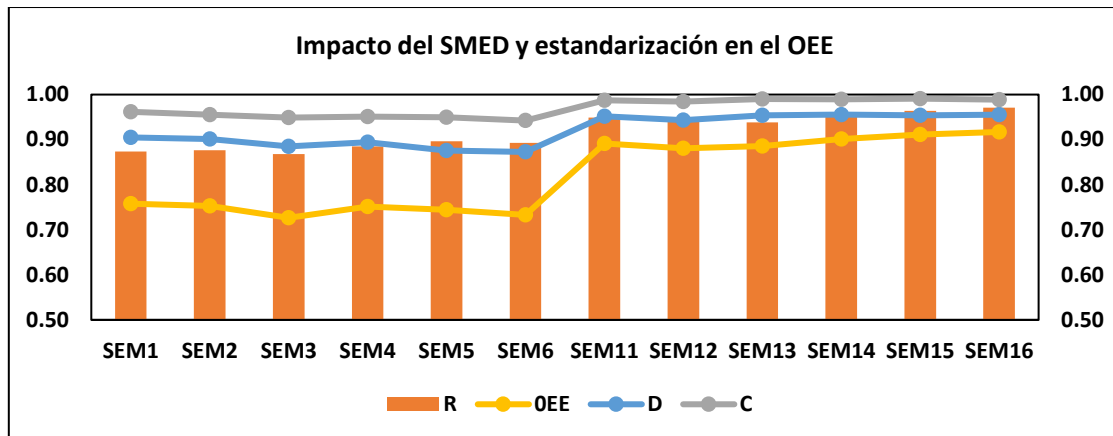
11. Índice de OEE actual

$$\text{OEE} = D \times C \times R$$

$$\text{OEE} = 0.96 \times 0.99 \times 0.97$$

$$\text{OEE} = 0.92$$

Gráfico 39: Mejora de la eficiencia global de equipos



Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la metodología SMED incrementa la calidad del producto ya que se reducen los tiempos de pruebas y en algunos casos no existen, mejora la disponibilidad de la máquina porque está activa cuando se le necesita, mejora el rendimiento pues los tiempos reales no exceden demasiado del tiempo programado y junto a la estandarización que asegura que todas las operaciones se hagan de una sola manera, la mejor, lo cual evita la variabilidad del proceso. La suma de ambos incrementa significativamente además la eficiencia global del equipo.

La aplicación de estas herramientas el SMED y la Estandarización impactan en la eficiencia global de los equipos mejorando el OEE de 0.75 a 0.92.

Indicadores de Estandarización

Formulación de procedimientos e instrucciones del matricero y del mecánico referentes a la matriz.

1. Limpieza: 3 instrucciones
2. Desmontaje de matriz: 7 instrucciones
3. Cambio de repuesto: 2 instrucciones
4. Montaje de matriz: 6 instrucciones
5. Lubricación de preparación de matriz: 3 instrucciones
6. Instalación: 7 instrucciones
7. Control dimensional; 3 instrucciones
8. Regulación: 4 instrucciones

9. Lubricación durante producción de matriz: 2 instrucciones

$$E. P. = \frac{\text{Procedimientos estandarizados}}{\text{Procedimientos totales del proceso}} \times 100$$

$$E. P. = \frac{9}{9} \times 100$$

$$E.P. = 100\%$$

$$E. I. = \frac{\text{Instrucciones estandarizados}}{\text{Instrucciones totales del proceso}} \times 100$$

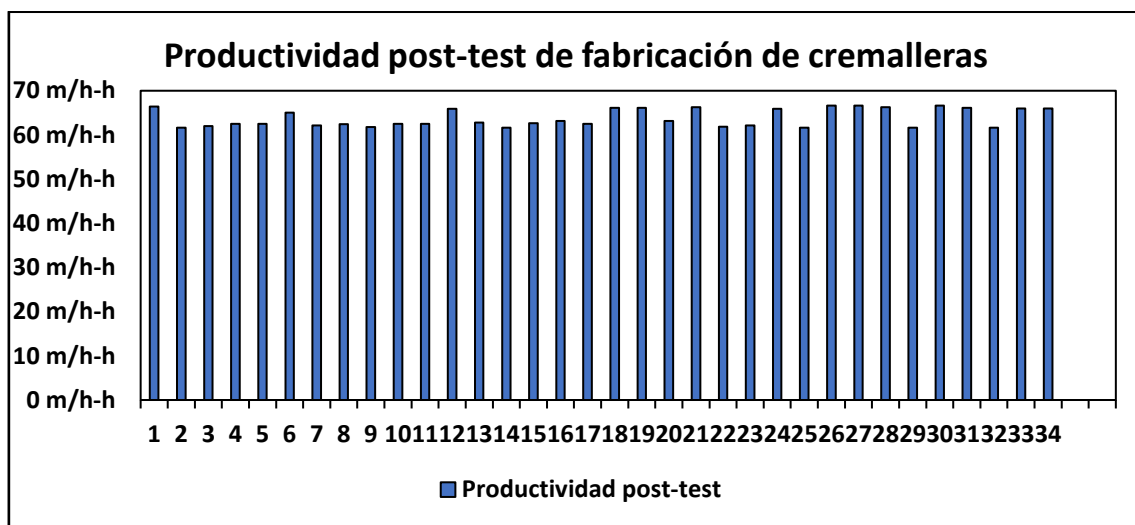
$$E. P. = \frac{37}{37} \times 100$$

$$E.I. = 100$$

2.7.4.1 Productividad del área de fabricación de cremalleras

La productividad del área de fabricación ha mejorado y estabilizado debido al impacto que tenido el uso de las herramientas de la manufactura esbelta el SMED y la estandarización de funciones y procedimientos. En la gráfica y tabla se observa que a raíz que se redujo el tiempo calendario de producción, también mejora directamente la productividad de la fabricación de la cremallera cuyo valor promedio luego de la aplicación de la manufactura esbelta es 64 m/h-h.

Gráfico 40: Productividad post - test del área de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 16: Productividad post - test del área de fabricación de cremallera

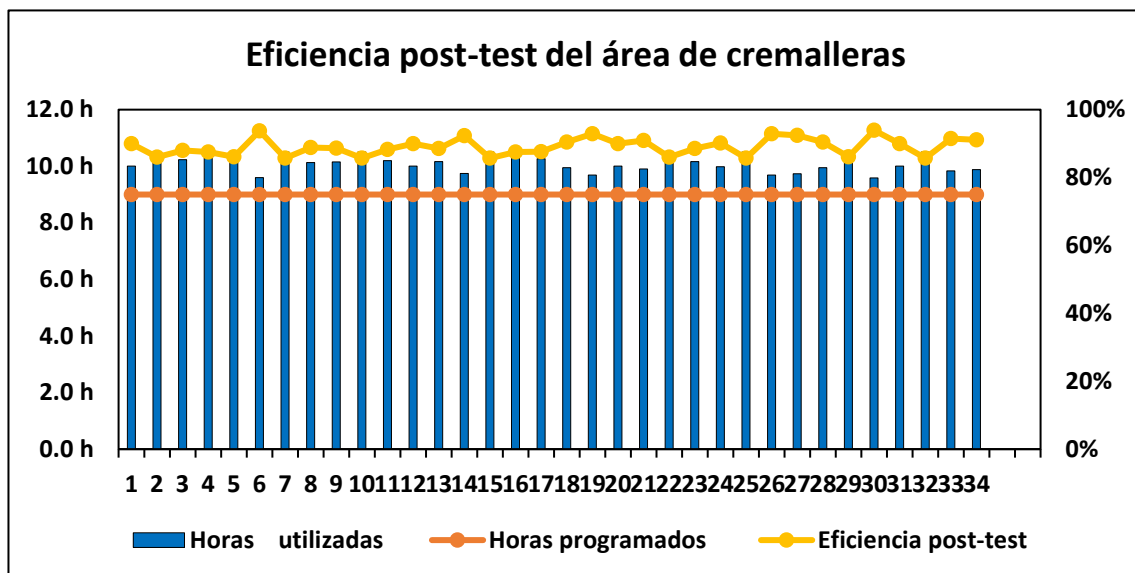
Días	Cantidad cremalleras buenas (en metros)	Tiempo calendario (h)	Refrigerio TPP	matricero + regulador	Productividad post-test
1	1195 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
2	1171 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
3	1178 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
4	1188 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
5	1188 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
6	1188 m	10.0 h	1 h	2	65 m/h-h
7	1171 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
8	1181 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
9	1186 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
10	1174 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
11	1188 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
12	1188 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
13	1186 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
14	1193 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
15	1171 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
16	1190 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
17	1200 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
18	1188 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
19	1190 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
20	1200 m	10.5 h	1 h	2	63 m/h-h
21	1193 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
22	1176 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
23	1181 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
24	1186 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
25	1171 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
26	1200 m	10.0 h	1 h	2	67 m/h-h
27	1200 m	10.0 h	1 h	2	67 m/h-h
28	1193 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
29	1171 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
30	1200 m	10.0 h	1 h	2	67 m/h-h
31	1190 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
32	1171 m	10.5 h	1 h	2	62 m/h-h
33	1188 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
34	1188 m	10.0 h	1 h	2	66 m/h-h
Promedio	1186 m	10.3 h	1 h	2	64 m/h-h

Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

2.7.4.2 Eficiencia de tiempos en el área de fabricación de cremalleras

La eficiencia del área de fabricación de cremalleras se ha mejorado de 79% a 89% porque el tiempo utilizado es más próximo al tiempo programado ya que la aplicación del SMED ha puesto más tiempo disponible en la producción reduciendo los tiempos de parada por preparación, instalación y regulación. En la gráfica y tabla se observa que los tiempos de fabricación han disminuido, lo cual mejora directamente la eficiencia de la fabricación de la cremallera cuyo valor promedio luego de la aplicación de la manufactura esbelta es 89%.

Gráfico 41: Eficiencia post- test de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 17: Eficiencia post - test del área de fabricación de cremallera

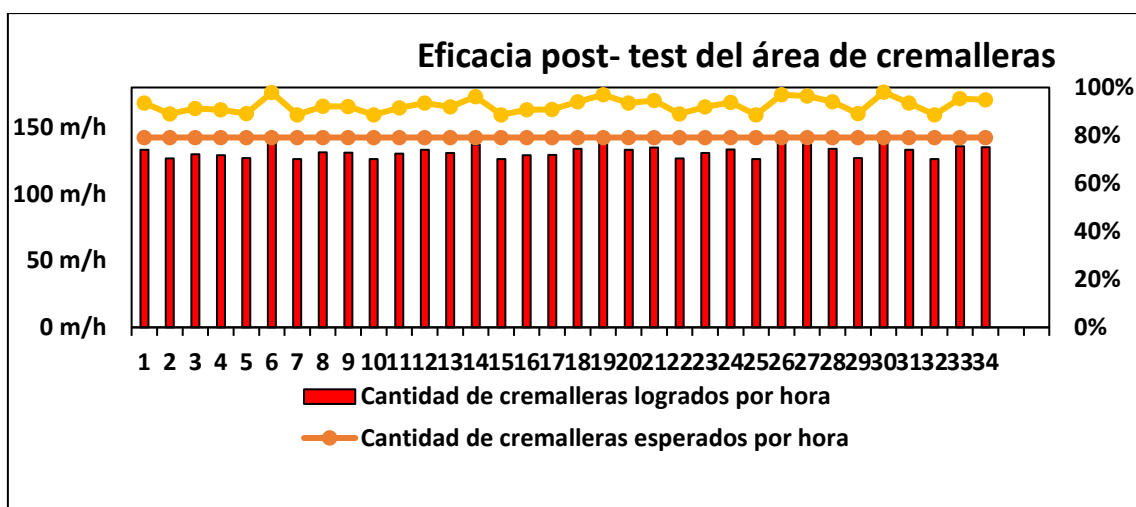
Días	Cantidad cremalleras programadas/turno (en metros)	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia post-test
1	1200 m	9	10.0	90%
2	1200 m	9	10.5	86%
3	1200 m	9	10.2	88%
4	1200 m	9	10.3	88%
5	1200 m	9	10.5	86%
6	1200 m	9	9.6	94%
7	1200 m	9	10.5	86%
8	1200 m	9	10.1	89%
9	1200 m	9	10.2	89%
10	1200 m	9	10.5	86%
11	1200 m	9	10.2	88%
12	1200 m	9	10.0	90%
13	1200 m	9	10.2	89%
14	1200 m	9	9.8	92%
15	1200 m	9	10.5	86%
16	1200 m	9	10.3	88%
17	1200 m	9	10.3	88%
18	1200 m	9	10.0	90%
19	1200 m	9	9.7	93%
20	1200 m	9	10.0	90%
21	1200 m	9	9.9	91%
22	1200 m	9	10.5	86%
23	1200 m	9	10.2	89%
24	1200 m	9	10.0	90%
25	1200 m	9	10.5	86%
26	1200 m	9	9.7	93%
27	1200 m	9	9.7	92%
28	1200 m	9	10.0	90%
29	1200 m	9	10.5	86%
30	1200 m	9	9.6	94%
31	1200 m	9	10.0	90%
32	1200 m	9	10.5	86%
33	1200 m	9	9.8	92%
34	1200 m	9	9.9	91%
Promedio			10.1	89%

Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

2.7.4.3 Eficacia del cumplimiento de meta del área de fabricación de cremalleras

La eficacia del área de fabricación de cremalleras ha mejorado luego de la aplicación de la manufactura esbelta ya que se produce a razón de 132 m/h habiéndose acercado al objetivo de 143 m/h mejorando porcentualmente de 79% a 93%. En la gráfica y tabla se observa que el promedio alcanzado es 132 m/h, con lo cual la eficacia de la fabricación de la cremallera tiene un valor promedio de 93%.

Gráfico 42: Eficacia post - test de fabricación de cremallera



Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

Tabla 18: Eficacia post - test del área de fabricación de cremallera

Días	Cantidad cremalleras programadas/turno (en metros)	META	LOGRO	Eficacia post-test
		Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora	
1	1200 m	143 m/h	133 m/h	94%
2	1200 m	143 m/h	127 m/h	89%
3	1200 m	143 m/h	130 m/h	91%
4	1200 m	143 m/h	129 m/h	91%
5	1200 m	143 m/h	127 m/h	89%
6	1200 m	143 m/h	140 m/h	98%
7	1200 m	143 m/h	126 m/h	89%
8	1200 m	143 m/h	131 m/h	92%
9	1200 m	143 m/h	131 m/h	92%
10	1200 m	143 m/h	126 m/h	89%
11	1200 m	143 m/h	130 m/h	92%
12	1200 m	143 m/h	133 m/h	94%
13	1200 m	143 m/h	131 m/h	92%
14	1200 m	143 m/h	137 m/h	96%
15	1200 m	143 m/h	126 m/h	89%
16	1200 m	143 m/h	129 m/h	91%
17	1200 m	143 m/h	129 m/h	91%
18	1200 m	143 m/h	134 m/h	94%
19	1200 m	143 m/h	138 m/h	97%
20	1200 m	143 m/h	133 m/h	94%
21	1200 m	143 m/h	135 m/h	95%
22	1200 m	143 m/h	127 m/h	89%
23	1200 m	143 m/h	131 m/h	92%
24	1200 m	143 m/h	134 m/h	94%
25	1200 m	143 m/h	126 m/h	89%
26	1200 m	143 m/h	138 m/h	97%
27	1200 m	143 m/h	137 m/h	96%
28	1200 m	143 m/h	134 m/h	94%
29	1200 m	143 m/h	127 m/h	89%
30	1200 m	143 m/h	140 m/h	98%
31	1200 m	143 m/h	133 m/h	94%
32	1200 m	143 m/h	126 m/h	89%
33	1200 m	143 m/h	136 m/h	95%
34	1200 m	143 m/h	135 m/h	95%
Promedio			132 m/h	93%

Fuente: Proceso de fabricación de cremallera - Elaboración propia

2.7.5 Análisis económico

2.7.5.1 Costo /beneficio

Mediante este análisis se costea la aplicación de la manufactura esbelta a través del SMED y la Estandarización en la tabla se muestra los costos de los componentes necesarios para esta aplicación.

1. Costos

Para la aplicación del SMED y la Estandarización se considerará solo la inversión en componentes estandarizados y componentes con cambio de diseño para reducir los tiempos de ajuste y el número de operaciones en un valor de S/. 4,046.50, que se muestran en la tabla 19.

Tabla 19: Costo de componentes

Item	Componentes	Semana 7			Semana 8				Semana 9				Semana 10				Costo S/.										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	M-C01	■	■	■																						550	
2	M-C02				■	■	■																				500
3	M-C04				■	■	■																				70
4	M-C06						■	■																			80
5	M-C07								■	■																	93
6	M-C08								■	■																	261.8
7	M-C09									■	■																60
8	M-C10										■	■															160
9	M-C11											■	■														269.5
10	M-C12												■	■													90
11	M-C13													■	■												35
12	M-C14														■	■											40
13	M-C16															■	■										40
14	M-C17																■	■									100
15	M-C18																	■	■								100
16	M-C19																		■	■							585.2
17	M-RO5																			■	■						250
18	M-RO6																				■	■					250
19	M-R10																				■	■					50
20	M-R12																					■	■				231.0
21	M-R13																						■	■			231.0
																									4,046.50		

LEYENDA

■	Impactan directamente en el SMED
■	Impactan directamente en el SMED y la Estandarización
■	Impactan directamente en la Estandarización

Elaboración propia

2. Beneficio económico

Según la media del tiempo calendario que se programa para la fabricación de las cremalleras en el pre-test es 11.8 horas (ver tabla 3) y luego de la aplicación del SMED y la Estandarización la media del tiempo que programación es 10.3 horas (ver tabla 16), reduciéndose las horas de programación en 1.5 horas diario.

Tabla 20: Cálculo de costo de horas-hombre diario

	Día	Hora	Extra 25%	Ext + normal	x 1.5 horas
Sueldo Matricero S/.	50	6.25	1.56	7.81	11.72
Sueldo Mecánico S/.	40	5	1.25	6.25	9.38
				Beneficio /día	S/. 21.09

Elaboración propia

Tabla 21: Beneficios económico por reducción de horas programadas

	Día	Semana	Mes	8 meses
Beneficio	S/. 21.09	S/. 126.54	S/. 506.16	S/. 4,049.28
Costo				S/. 4,046.50
				S/. 2.78

Elaboración propia

La inversión de S/. 4,046.50 retornará al cabo de 8 meses de fabricación de cremalleras, luego la empresa a partir del mes 9 tendrá un beneficio de S/. 506.16 mensuales.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de datos descriptivos

En la investigación se mejoró la productividad, por lo tanto, se aplicó un pre-test para medir los valores del indicador eficiencia y eficacia, posteriormente se aplicó herramientas de la manufactura esbelta como las técnicas SMED y la Estandarización y se vuelve a medir para registrar la mejora la productividad a través de sus indicadores eficiencia y eficacia.

3.1.1 Mejora de la productividad

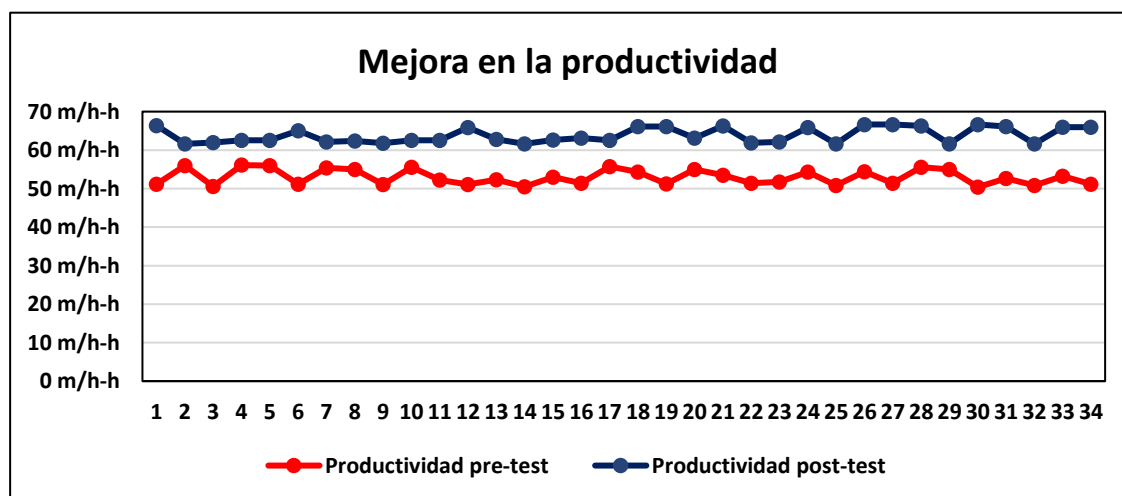
La productividad del proceso de fabricación antes de la aplicación de cremalleras tuvo una media de 52.98m/h-h, luego de la aplicación de la manufactura esbelta se logró una mejora en la media de 63.85m/h-h. Los resultados hallados se muestran también en la tabla 16.

Tabla 22: Cálculo de la media de la productividad del proceso de fabricación

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Productividad pre-test	34	6	50	56	52,98	1,990	3,960
Productividad post-test	34	5	62	67	63,85	2,004	4,018
N válido (por lista)	34						

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Gráfico 43: Resultados pre-test y post-test de la productividad



Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Mejora de la eficiencia

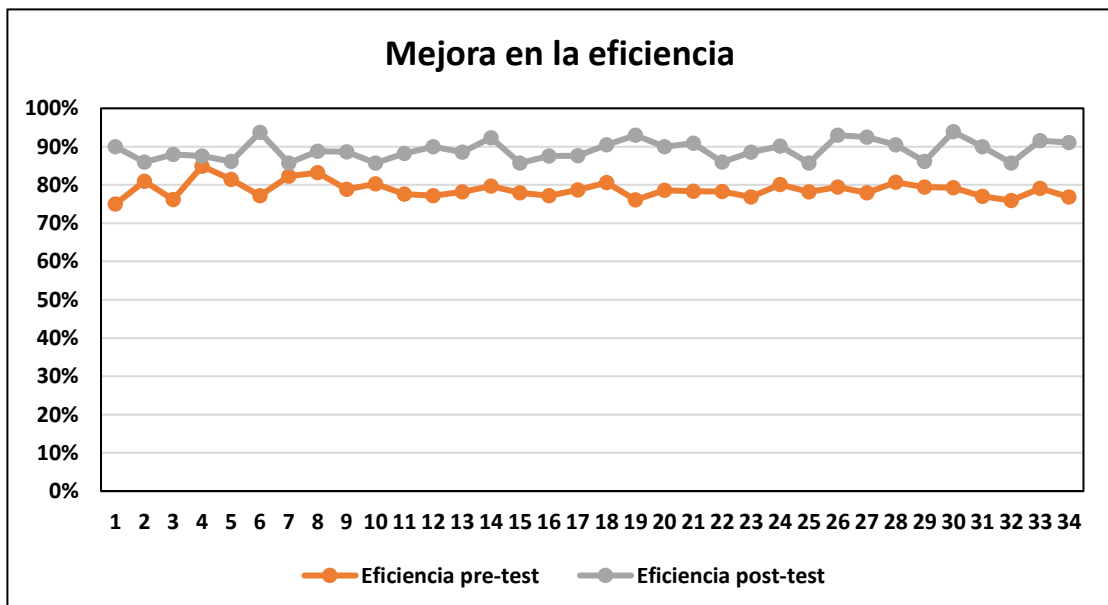
La eficiencia de los tiempos de fabricación antes de la aplicación de cremalleras tuvo una media de 78.8% luego de la aplicación de la manufactura esbelta se logró una mejora en la media de 89%. Los resultados hallados se muestran también en la tabla 17.

Tabla 23: Cálculo de la media de la eficiencia

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Eficiencia pre-test	34	9,91%	75,00%	84,91%	78,7972%	2,15954%	4,664
Eficiencia post-test	34	8,20%	85,71%	93,91%	89,0909%	2,59027%	6,709
N válido (por lista)	34						

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Gráfico 44: Resultados pre-test y post-test de la eficiencia



Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Mejora de la eficacia

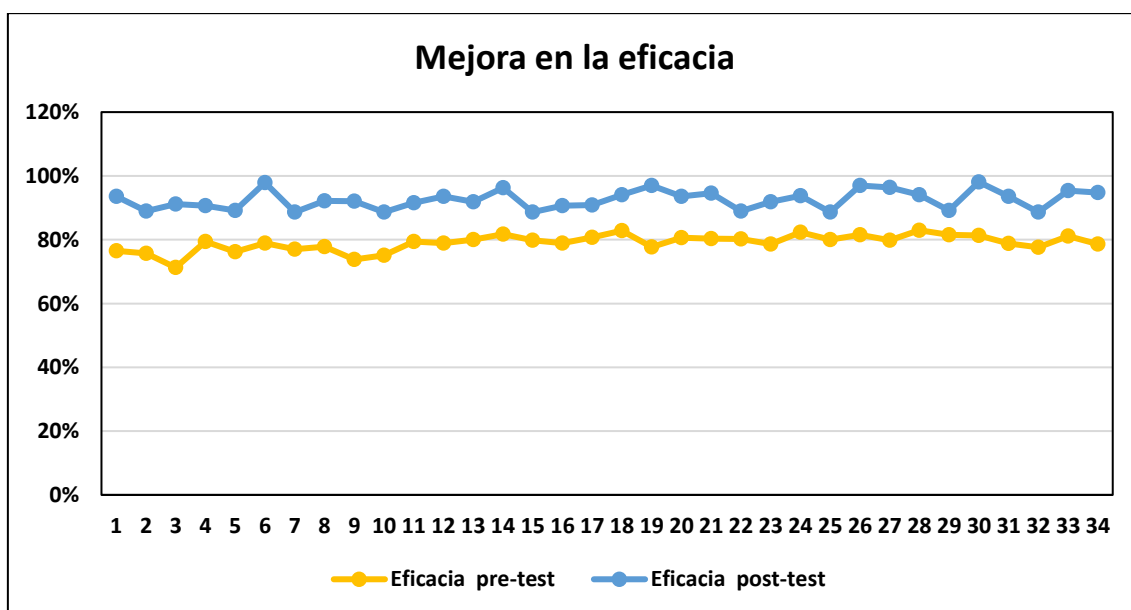
La media de eficacia del cumplimiento de la meta del proceso de fabricación antes de la aplicación de cremalleras fue de 79% luego de la aplicación de la manufactura esbelta se logró una mejora en la media de 92.53%. Los resultados hallados se muestran también en la tabla 18.

Tabla 24: Cálculo de la media de la eficacia del proceso de fabricación

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Eficacia pre-test	34	11,70%	71,26%	82,97%	79,0429%	2,58235%	6,669
Eficacia post-test	34	9,47%	88,64%	98,11%	92,5275%	2,98749%	8,925
N válido (por lista)	34						

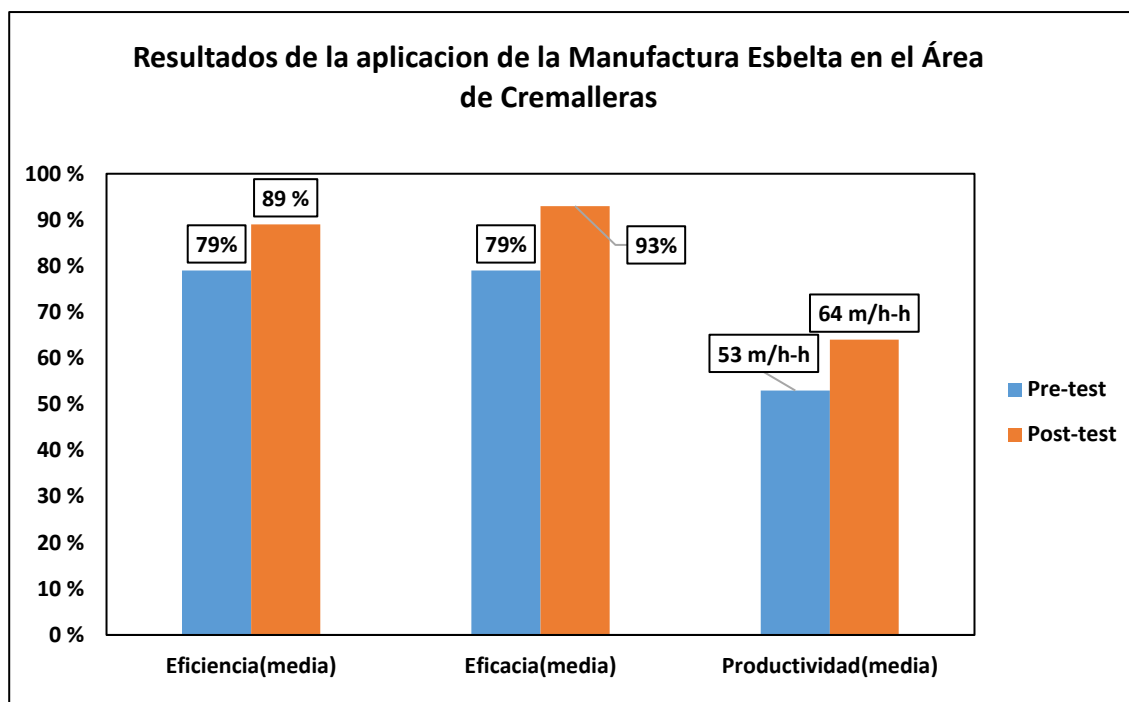
Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Gráfico 45: Resultados pre-test y post-test de la eficacia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 46: Resultados post aplicación de la aplicación de la Manufactura Esbelta



Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis de datos inferenciales

3.2.1 Hipótesis General

HG: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

3.2.1.1 Prueba de normalidad de la productividad

Se realizó la prueba de normalidad en la variable productividad con el test de Kolmogorov - Smirnov ya que los datos registrados de la población de estudio son mayores a 30, la pruebas se realizan con los datos de la variable mediante el software SPSS 23 con un nivel de confianza del 95%.

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

Sig.< 0.05 se adopta una distribución no normal

Sig.>= 0.05 se adopta una distribución normal

Con la finalidad de escoger el test de la prueba de hipótesis se realiza la comprobación si los datos tienen una distribución normal.

H0= Los datos tienen una distribución normal

H1= Los datos no tienen una distribución normal

Tabla 25: Prueba de normalidad de la productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pre-test	,201	34	,001	,879	34	,001
Productividad post-test	,232	34	,000	,800	34	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Interpretación:

Donde se observa que la significancia pre-test y post-test de la productividad es 0.001 y 0.000 respectivamente por lo tanto es son menores que 0.05, entonces se adopta una distribución no normal, por lo tanto, se utilizará el test Wilcoxon para contrastación de hipótesis.

3.2.1.2 Contrastación de la hipótesis General (Test Wilcoxon)

HG0: La aplicación de la manufactura esbelta no mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

HG1: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

Se establece el nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$.

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

P-valor > α se acepta la HG0

P-valor $\leq \alpha$ se acepta la HG1

Hipótesis nula: HG0: $\mu_0 > \mu_1$; Productividad pre-test > Productividad post-test

Hipótesis alterna: HG1: $\mu_0 < \mu_1$; Productividad pre-test < Productividad post-test

Tabla 26: Contrastación de la hipótesis general: Productividad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad pre-test -	Rangos negativos	34 ^a	17,50	595,00
Productividad post-test	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	34		

a. Productividad pre-test < Productividad post-test

b. Productividad pre-test > Productividad post-test

c. Productividad pre-test = Productividad post-test

Estadísticos de prueba ^a	
	Productividad pre-test - Productividad post-test
Z	-5,086 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Interpretación:

El p-valor es 0.000 menor que 0.05 por lo que concluimos que se acepta HG1, por lo tanto, la aplicación de la manufactura esbelta ha mejorado y existen diferencias en la productividad del proceso de fabricación de cremalleras de la empresa antes del pre-test y después del post-test.

3.2.2 Hipótesis Específica 1

HE1: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

3.2.2.1 Prueba de normalidad de la eficiencia

Se realizó la prueba de normalidad en la dimensión eficiencia con el test de Kolmogorov - Smirnov ya que los datos registrados de la población de estudio son mayores a 30, la pruebas se realizan con los datos de la dimensión mediante el software SPSS 23 con un nivel de confianza del 95%.

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

Sig.< 0.05 se adopta una distribución no normal

Sig.>= 0.05 se adopta una distribución normal

Con la finalidad de escoger el test de la prueba de hipótesis se realiza la comprobación si los datos tienen una distribución normal.

H0= Los datos tienen una distribución normal

H1= Los datos no tienen una distribución normal

Tabla 27: Prueba de normalidad de la eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pre-test	,094	34	,200*	,962	34	,278
Eficiencia post-test	,139	34	,096	,931	34	,032

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Interpretación:

Donde se observa que la significancia pre-test y post-test de la eficiencia es 0.200 y 0.096 respectivamente, mayor que 0.05 por lo tanto los datos adoptan una distribución normal, por lo tanto, se utilizará el test T- Student para la contrastación de hipótesis.

3.2.2.2 Contratación de hipótesis de la eficiencia (T- Student)

HE0: La aplicación de la manufactura esbelta no mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

HE1: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

Se establece el nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

$P > \alpha$ se acepta la HE0

$P \leq \alpha$ se acepta la HE1

Hipótesis nula: HE0: $\mu_0 > \mu_1$; Eficiencia pre-test > Eficiencia post-test

Hipótesis alterna: HE1: $\mu_0 < \mu_1$; Eficiencia pre-test < Eficiencia post-test

Tabla 28: Contratación de la hipótesis específica 1: Eficiencia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficiencia post-test	89,0909%	34	2,59027%	0,44423%
	Eficiencia pre-test	78,7972%	34	2,15954%	0,37036%

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Eficiencia post-test - Eficiencia pre-test	10,29370%	3,69251%	0,63326%	9,00532%	11,58207%	16,255	33	,000

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Interpretación:

El p-valor es 0.000 menor que 0.05 por lo que concluimos que se acepta HE1, por lo tanto, la aplicación de la manufactura esbelta ha mejorado y existen diferencias en la eficiencia en el uso de tiempos en el proceso de fabricación de cremalleras de la empresa antes del pre-test y después del post-test.

3.2.3 Hipótesis Específica 2

HE2: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

3.2.3.1 Prueba de la normalidad de la eficacia

Se realizó la prueba de normalidad en la dimensión eficacia con el test de Kolmogorov - Smirnov ya que los datos registrados de la población de estudio son mayores a 30, la pruebas se realizan con los datos de la dimensión mediante el software SPSS 23 con un nivel de confianza del 95%.

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

Sig.< 0.05 se adopta una distribución no normal

Sig.>= 0.05 se adopta una distribución normal

Con la finalidad de escoger el test de la prueba de hipótesis se realiza la comprobación si los datos tienen una distribución normal.

H0= Los datos tienen una distribución normal

H1= Los datos no tienen una distribución normal

Tabla 29: Prueba de la normalidad de la eficacia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pre-test	,135	34	,123	,943	34	,077
Eficacia post-test	,138	34	,098	,930	34	,032

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Donde se observa que la significancia pre-test y post-test de la eficacia es 0.123 y 0.098 respectivamente, mayor que 0.05 por lo tanto los datos adoptan una distribución normal, por lo tanto, se utilizará el test T- Student para la contrastación de hipótesis.

3.2.3.2 Contrastación de hipótesis de la eficacia

HE0: La aplicación de la manufactura esbelta no mejora la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

HE2: La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.

Se establece el nivel de significancia: $\alpha = 5\% = 0.05$

Dónde se tiene que reunir las siguientes condiciones:

$p > \alpha$ se acepta la HE0

$P \leq \alpha$ se acepta la HE1

Hipótesis nula: HE0: $\mu_0 > \mu_1$; Eficacia pre-test > Eficacia post-test

Hipótesis alterna: HE2: $\mu_0 < \mu_1$; Eficacia pre-test < Eficacia post-test

Tabla 30: Contratación de la hipótesis específica 2: Eficacia

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficacia post-test	92,5275%	34	2,98749%	0,51235%
	Eficacia pre-test	79,0429%	34	2,58235%	0,44287%

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Eficacia post-test - Eficacia pre-test	13,48460%	3,15888%	0,54174%	12,38242%	14,58679%	24,891	33	,000

Fuente: SPSS 23 - Elaboración propia

Interpretación:

El p-valor es 0.000 menor que 0.05 por lo que concluimos que se acepta HE2, por lo tanto, la aplicación de la manufactura esbelta ha mejorado y existen diferencias en la eficacia en el cumplimiento de la meta del proceso de fabricación de cremalleras de la empresa antes del pre-test y después del post-test.

IV. DISCUSIÓN

En función de los resultados obtenidos en la presente investigación se realiza una discusión referente a la productividad, eficiencia y eficacia con los trabajos previos seleccionados y basados en la teoría de los autores.

1. Rondan, Silene autora de la tesis La Aplicación del Lean Manufacturing para la mejora de la Productividad en la línea de panificación de la empresa El Hari, concluyó que la implementación de las técnicas de la manufactura esbelta ayuda a incrementar la productividad de 0.742 a 0.841 que porcentualmente fue de 74.2% a 84.1% consiguiendo una de mejora de 9.9% para lo cual se disminuyó los tiempos muertos mejorando además el orden, ambiente y seguridad en el área de panificación, que concuerda con los resultados estadísticos de la tabla 16 acerca de la productividad pre-test y post-test en la aplicación de la manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la fabricación de cremalleras de la presente investigación, en la se ha evidenciado una mejora en la productividad de 53m/h-h a 64m/h-h que en términos porcentuales corresponde a un 20.75% de incremento de productividad que fue mayor que nuestro autor referenciado en discusión y que se consiguió disminuyendo los tiempos de fabricación convirtiendo las horas parada de máquina por preparación de matriz en horas de producción a través de técnicas SMED. Al respecto García (2011) sostiene que la productividad nos expresa el buen uso de todos o cada uno de sus factores que involucra la producción.
2. Lema, Hilda autora de la tesis Propuesta de Mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de Manufactura Esbelta, concluyó que la mejora obtenida en la eficiencia fue de 64.91% a 73.36%, es decir un incremento de 8.45% que se consiguió reduciendo el ciclo extenso de la entrega de un pallet causado por máquina parada debido a tiempos de espera, paradas menores por averías, pérdidas de velocidad, paradas por limpieza inadecuada de la línea, cambios de producto a través de la aplicación de las técnicas de la manufactura esbelta entre ellas 5S, el mantenimiento autónomo y el SMED que concuerda con los resultados estadísticos de la tabla 17 acerca de la eficiencia pre-test y post-

test en la aplicación de la manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la fabricación de cremalleras de la presente investigación, también se ha evidenciado una mejora en la eficiencia de 79% a 89% es decir en 10% que fue mayor a la tesis en discusión, que se logra reduciendo las horas utilizadas de 11.4 horas a 10.1 a través de la aplicación de las técnicas de la manufactura esbelta como el SMED y la estandarización. García (2011) sostiene que la eficiencia la relación entre lo que se programa y lo que realmente se usa, representa en todo caso el buen uso de los recursos disponibles.

3. Rondan, Silene luego de la aplicación de la manufactura esbelta evidenció el incremento de la eficacia de 0.895 a 0.953 que porcentualmente se expresa de 89.5% a 95.3% es decir un incremento de 5.8%, que se consiguió incrementando el cumplimiento de la meta de producción programada versus la producción ejecutada minimizando la diferencia entre ellas de 895 panes a 1080 panes a 952 panes a 1080 panes que concuerda con los resultados estadísticos de la tabla 18 acerca de la eficacia pre-test y post-test en la aplicación de la manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la fabricación de cremalleras de la presente investigación, también se ha evidenciado una mejora en la eficacia ha mejorado un 14% de 79% a 93% acercándonos a la meta de cumplimiento fijada, con lo cual se consiguen los resultados esperados. García (2011) a propósito de la eficacia sostiene que “es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas”.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la aplicación de la manufactura esbelta mejoró significativamente la productividad del proceso de fabricación de cremalleras en la empresa, que se evidenció en la prueba del post – test, para tal fin se redujo las horas calendario en un promedio de 11.8 horas a 10.3 horas y un aumento de producción de 1,141 metros a 1,186 metros como se muestra en la tabla 3 y 16.
2. Se determinó que la aplicación de la manufactura esbelta mejoró significativamente la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras en la empresa, ya que evidenció en la prueba del post – test, la mejora de la eficiencia de 79% a 89% reduciéndose la brecha entre las horas programadas y las horas utilizadas en un promedio de 11.4 horas a 10.1 horas como se muestra en la tabla 4 y 17.
3. Se determinó que la aplicación de la manufactura esbelta mejoró significativamente la eficacia del cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras en la empresa, ya que evidenció en la prueba del post – test, la mejora de la eficacia en el cumplimiento de la meta de 79% a 93% aumentándose los metros logrados de 113 m/h a 132 m/h acercándose a la meta esperada de 143 m/h como se muestra en tabla 5 y 18.

VI. RECOMENDACIONES

1. A la jefatura de producción aplicar la mejora alcanzada en la productividad evidenciado con el resultado de la tabla 3 y 16 en la máquina 59 a todas las demás máquinas que fabrican cremalleras mediante la metodología SMED y la Estandarización y elaborando sus diagramas de operaciones y de análisis del proceso con la finalidad de identificar los tiempos innecesarios y eliminarlos del proceso de producción para conseguir mayor incremento de la productividad en toda el área de fabricación de cremalleras.
2. A las áreas de prensa e inyección de Zamac representado por el mismo jefe del área de cremalleras, aplicar herramientas de manufactura esbelta en sus procesos, pues se ha evidenciado mejoras en la eficiencia de los tiempos en el área de fabricación de cremalleras reduciendo sus tiempos ver tabla 4 y 17, registrando todos sus tiempos para identificar aquellas operaciones que no agregan valor al producto y por ende aumentan el tiempo del proceso para de esta manera conseguir mejoras en la eficiencia y entregar las producciones a tiempo.
3. A la gerencia de producción representado por el gerente de operaciones que la única manera que las metas propuestas por la empresa sean conseguidas es necesario aplicar un mapeo de la situación actual del área a analizar a través del VSM para identificar los procesos con mayor tiempo y que son aquellos que restringen los tiempos de entrega de productos a los clientes, ya que se evidencia que con la aplicación de estas herramientas se mejora la eficacia en el cumplimiento de las metas de fabricación hasta en un 14% ver tabla 5 y 18 con la finalidad entonces de buscar que los procesos de manufactura de la empresa en general sean más eficaces.

VII. REFERENCIAS

BERNÁRDEZ, Mariano. Desempeño humano: Manual de consultoría. [en línea]. Indiana: Author House, 2009 [fecha de consulta: 9 de noviembre de 2016].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books>

ISBN: 9781449018610

CRUELLES, José. Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. 1.^a ed. México: Alfa omega Grupo Editor, S.A de C.V., 2013. 830 pp.

ISBN: 9786077076513

Desarrollo productivo, formalización laboral y normas de trabajo [línea]. OIT 2016. [fecha de consulta: 20 de mayo de 2017].

<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/.pdf>

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos: Para la pequeña y mediana industria. 2.^a ed. México: Trillas, 2013. 304 pp.

ISBN: 9786071707338

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 5.^a ed. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010. 613 pp.

ISBN: 97816071502911

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. 1.^a ed. España: Díaz de Santos, 2010. 260 pp.

ISBN: 9788479789671

SANTOS, Javier, WYSK, Richard y TORRES, José. Mejorando la producción con lean thinking. 1.^a ed. Madrid: Pirámide (Grupo Anaya S.A.), 2010. 292 pp.

ISBN: 8436824229

SHIGEO, Shingo. Una revolución en la producción: El sistema SMED. 3.^a ed. Madrid: TGP Tecnologías de Gerencia y Producción, 1990. 398 pp.
ISBN: 84-87022-02-2

MADARIAGA, Francisco. Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Editado por Budok Publishing S.L,2017.253 pp.

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. 1.^a Ed. Suiza: Organización Internacional del Trabajo, 1989. 317 pp.
ISBN: 92-2-305901-1

GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3.^a Ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 1989. 317 pp.
ISBN: 92-2-305901-1

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación Medio ambiente industria y energía. [en línea]. Madrid: E.O.I. Escuela de Organización Industrial, 2013 [fecha de consulta: 26 de octubre de 2016].
Disponible en: <https://www.eoi.es/es/file/>
ISBN: 9788415061403

Romanville, Miriam. Lo que Perú importa desde china [en línea]. El Comercio.PE. 26 de marzo de 2016. [fecha de consulta: 24 de setiembre de 2016].
Disponible en: <http://elcomercio.pe/economía/Perú/importación-ropa-china-crece-hasta-mas-3000-noticia-1888772>

Perspectivas sociales y del empleo en el mundo [en línea]. OIT 2016. [fecha de consulta: 19 de mayo de 2017].
<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/.pdf>

Panorama laboral 2015 América latina y el Caribe [en línea]. OIT 2015. [fecha de consulta: 19 de mayo de 2017].

<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/435169.pdf>

CÉSPEDES, Nikita, LAVADO, Pablo y RAMIREZ, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias 1.^a ed. Lima: Universidad del Pacífico, 2016. 322 pp.
ISBN: 978-9972-57-356-9

SUAREZ, Manuel. El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total. [en línea]. México: Panorama Editorial, S.A. de C.V., 2013 [fecha de consulta: 9 de octubre de 2016].
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books>
ISBN: 968381591X

WOMACK, James y JONES, Daniel. Lean Thinking: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa [en línea]. España: Ediciones Gestión 2000, 2005 [fecha de consulta: 02 de noviembre de 2016].
Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?>
ISBN: 8480886897

GUERRERO, Anelli. Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Tesis (Ingeniero Textil y Confecciones). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad Ingeniería Industrial, 2016. 139 p.

LEMA, Hilda. Propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2014. 112 p.

- MEJÍA, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 119 p.
- NIÑO, Ángela; OLAVE, Carolina. Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de americana de colchones. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2004. 226 p.
- RAMOS, José. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012. 131 p.
- RONDAN, Silene. Aplicación de Lean Manufacturing para la Mejora de la Productividad en la Línea de Panificación de la Empresa El Hari, S.M.P, Año 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.159 p.
- VILLANUEVA, Alfredo. Análisis y propuesta de mejora de una empresa metalmecánica utilizando manufactura esbelta. Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2007. 110 p.
- YUPANKI, Carlos. Aplicación de Lean Manufacturing para Mejorar la Productividad del Proceso de Inyección-Soplado en una Empresa Manufacturera, Distrito Los Olivos, Año 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016.114 p.

7.1 Anexos

Anexo 1: Elaboración del manual de funciones del área de fabricación de cremalleras

Manual de procedimientos en materia de organización de funciones y operaciones en la línea de formación de cremalleras

5. Presentación

La empresa dentro del marco de la mejora continua incentiva la reformulación y reorganización de métodos de trabajo, funciones y operaciones los cuales desencadena en mejoras de procesos que elevan el nivel productivo de la empresa y el bienestar de sus colaboradores.

Por ello, a través de la Gerencia de Producción y la Gerencia de Operaciones impulsa la reestructuración y organización de procesos en la planta con la finalidad de darle un valor agregado a la cadena de valor del proceso.

El presente manual documenta las funciones, responsabilidades e instructivas de manera organizada a fin de darse el cumplimiento dentro del marco de la misión de la empresa.

6. Objetivo general

Incrementar la calidad del producto, la eficiencia de los procesos, la organización de funciones y operaciones, mediante la formalización de las funciones, estandarización de los métodos de trabajo redactados en el manual de procedimientos.

7. Normas de operación

- La persona autorizada para el mantenimiento de las matrices es el matricero y el coordinador del área quien supervise y monitorea sus procedimientos.
- La persona autorizada para el montaje y regulación es el mecánico de producción monitoreado por el coordinador del área.

8. Funciones

El área de dientes como parte del área producción es una línea que jerárquicamente y funcionalmente depende de la gerencia de operaciones a quien reporta sus actividades.

Puesto:	Jefe de producción
Depende de:	Gerente de operaciones
Subordinados:	Supervisores de producción
Función:	Principal encargado de los procesos productivos quién se hace cargo de la productividad y la calidad de la misma.
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicación con áreas conexas tales como Gerencia de operaciones, Almacén, Logística, Mantenimiento Recursos Humanos, Compras. 2. Retroalimentar a los supervisores, coordinadores de producción sobre las mejoras e innovaciones de los procesos. 3. Recoger ideas o propuestas de los trabajadores cuyos resultados hayan sido positivos durante la producción. 4. Solicitar apoyo técnico externa si el proceso interno así lo requiera. 5. Verificar y analizar los reportes, reclamos, no conformidades concernientes a los productos elaborados bajo su responsabilidad. 6. Es el responsable directo del óptimo desarrollo de la planta, de la eficiencia y eficacia de los procesos involucrados para la elaboración del producto.
Características y habilidades	<p>Compromiso con la empresa, con su trabajo, tener en cuenta la importancia de su labor ya que una intervención inoportuna o atemporal puede generar pérdidas a la empresa, trabajo en equipo, buenas relaciones interpersonales, aprendizaje continuo.</p> <p>Debe ser Ingeniero Industrial con maestría.</p>

Puesto:	Supervisión de producción
Depende de:	Jefe de producción
Subordinados:	Coordinadores de producción
Función:	Principal encargado de la supervisión y coordinación de la producción por encargo para lograr nivel de calidad óptimo.
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Administrar las órdenes de producción y generar las tarjetas de producción correspondientes. 2. Informar a sus subordinados sus responsabilidades, los puestos o baterías que desempeñan, los riesgos y prevención de los accidentes, para que realicen un buen trabajo. 3. Comunicación permanente con el jefe de producción y sus subordinados. 4. Generar planes de acción ante sucesos que comprometan la calidad y fluencia de la producción.
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, capacidad de mando y manejo de grupo de personas, supervisión, iniciativa, liderazgo.</p> <p>Debe ser Ingeniero Industrial</p>

Puesto:	Coordinador de producción
Depende de:	Jefe de producción
Subordinados:	Matricero, operarios, abastecedores y mecánicos de: producción, de mantenimiento, de máquinas herramientas.
Función:	Coordinar con todos los comprometidos en la línea de producción el buen cumplimiento del programa de producción, dentro de los estándares de productividad y seguridad establecidos por la dirección.

Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer cumplir el tiempo estándar de cambio de repuestos según los metros producidos (número de matrices por día) 2. Supervisar el cumplimiento de los procedimientos a todo el personal involucrado en el área de dientes. 3. Cumplir con el programa de mantenimiento de las matrices según los metros producidos (número de matrices por mes). 4. Cumplir con el mantenimiento preventivo y/o correcciones de las máquinas (definir periodos). 5. Asegurar el buen funcionamiento de las matrices en la línea de producción: lubricación adecuada, regulación controlada y establecida, herramientas y accesorios adecuados. 6. Mantener el buen orden de la producción sea por sus tarjetas y/o prioridades. 7. Hacer cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas acerca de la formación de dientes, para mantener un proceso controlado. 8. Coordinar los materiales a tiempo: Flejes y cintas, repuestos para minimizar los tiempos de parada de máquina. 9. Facilitar al personal a su cargo equipos de protección personal, según las normas establecidas por la empresa. 10. Coordinar algún cambio y/o sugerencia respecto a las matrices al coordinador del área de matrices. 11. Supervisar el cumplimiento y la ejecución de lo antes mencionado.
Características y habilidades	Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, capacidad de mando,

	<p>manejo de grupo de personas, trabajo en equipo, liderazgo, iniciativa, supervisión.</p> <p>Debe ser Técnico Industrial</p>
--	---

Puesto:	Mecánico Matricero
Depende de:	Coordinador de producción
Subordinados:	Mecánico Rectificador
Función:	Entregar y mantener las matrices con los repuestos afilados y ajustados al área de dientes para producir sin mayores ajustes (excepto las regulaciones del punto “C” del mecánico de producción).
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir con el cronograma de mantenimiento de las matrices. 2. Verificar las dimensiones de los repuestos intercambiables. 3. Mantener el buen estado y limpieza de las matrices. 4. Cumplir los procedimientos de montaje y desmontaje de matriz 5. Cumplir con los procedimientos de cambios de repuestos de la matriz. 6. Cumplir con los procedimientos de la lubricación de las matrices.
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo, iniciativa</p> <p>Debe ser Técnico Matricero.</p>

Puesto:	Mecánico Rectificador
Depende de:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinador de producción 2. Mecánico Matricero

Subordinados:	Ninguno
Función:	Rectificar y afilar los repuestos según los planos establecidos con sus respectivas tolerancias, que nos asegure una óptima calidad de producción y además estable.
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entregar y aprovisionar al matricero los repuestos según los planos establecidos. 2. Rectificar perfiles y verificar según plano actualizado las dimensiones y tolerancias, utilizando los equipos e instrumentos adecuados (micrómetros, vernier, microscopio y proyector de perfiles), según programa y procedimiento de fabricación. 3. Rectificar y afilar en grupos, los repuestos proporcionados por el matricero en lo posible hacer grupos que tengan la misma altura, para agilizar los cambios con sus respectivos suples.
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo e iniciativa.</p> <p>Debe ser Mecánico Máquina Herramientas. Especialidad Rectificador.</p>

Puesto:	Mecánico Producción
Depende de:	Coordinador de producción
Subordinados:	Operarios de producción
Función:	Instalar la matriz en la máquina, realizando los ajustes necesarios (mencionados en el punto "C" acerca de los procedimientos) hasta obtener un producto de calidad establecido.
Responsabilidades:	1) Limpiar la máquina antes de instalar las matrices.

	<p>2) Desmontar según lo programado las matrices y entregárselas al matricero, solicitando a su vez el tiempo de retorno por cada una de ellas</p> <p>3) Entregar la máquina y matriz al operario en condiciones de operatividad óptima de trabajo.</p> <p>4) Cumplir con los procedimientos de la instalación de matrices.</p> <p>5) Verificar las dimensiones de las cremalleras según las especificaciones técnicas.</p> <p>6) Cumplir con los procedimientos de la regulación de matrices.</p> <p>7) Cumplir con los procedimientos de lubricación de matrices.</p>
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo e iniciativa, proactivo.</p> <p>Debe ser Mecánico de Producción.</p>

Puesto:	Mecánico de Mantenimiento
Depende de:	Coordinador de producción
Subordinados:	Asistente de mantenimiento
Función:	Monitorear y preservar el buen estado de las máquinas del área de dientes.
Responsabilidades:	<p>1) Cumplir con el mantenimiento correctivo de las máquinas.</p> <p>2) Implementar sistemas de mantenimiento preventivo de las máquinas.</p> <p>3) Implementar mejoras en las máquinas que colaboren a una producción más esbelta y eficiente.</p>
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo e iniciativa, proactivo.</p>

	Debe ser Mecánico de Mantenimiento.
--	-------------------------------------

Puesto:	Operario de Producción
Depende de:	Mecánico de producción
Subordinados:	Abastecedor
Función:	Responsable de asegurar el cumplimiento de la producción programada y la calidad de la misma, establecida por la especificación técnica del producto.
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Programar la longitud y cantidad de la cremallera en el contador de la máquina de acuerdo al programa de producción. 2) Controlar las dimensiones y calidad de los elementos según las especificaciones. 3) Lubricar de manera manual de los remachadores, una vez cada hora con aceite Omala 150, usando para ello la aceitera. 4) Solicitar al reponedor de cinta con anticipación la falta de cinta. 5) Solicitar al reponedor de fleje con anticipación la falta de fleje sea carretón o rollo. 6) Llenar el formato de control de producción, los motivos de las paradas, así como reportar la producción en el sistema QR. 7) Solicitar intervención del mecánico de producción, si existe desviaciones de medidas y o defectos: diente deformado, inclinado, chancado, diente faltante o sobrante, rebaba, movido y cremallera torcida.
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo e iniciativa, proactivo.</p> <p>Debe tener secundaria completa.</p>

Puesto:	Abastecedor
Depende de:	Operario de producción
Subordinados:	Ninguno
Función:	Responsables de abastecer las líneas de producción con el tipo cintas, tipos de flejes, que solicita el programa de producción”.
Responsabilidades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar el tipo y color de cinta al operario, definido según el programa de producción. 2. Solicitar el tipo de fleje y aleación al operario, definido según el programa de producción. 3. Alimentar la lubricación del fleje con el aceite V5-BM, según el procedimiento establecido por el área.
Características y habilidades	<p>Tiene que ser una persona responsable y pendiente del buen cumplimiento de su puesto, trabajo en equipo, liderazgo e iniciativa, proactivo.</p> <p>Debe tener secundaria completa.</p>

Anexo 2: Hoja de registro de datos del proceso

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - ÁREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable	
MÁQUINA	

	Fecha	Turno	Tarjeta	Cm	Prog.	Control		horas utilizad	m/min 95%	tiempo prog.	tiempo real	% eficien	T.Parcial
						Inicio	Fin						
L													
M													
M													
J													
V													
S													
												T.Total	

	Min detenidos reportados						
Incidencias	11-abr	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	Total
Preparación de matriz							
Instalación y regulación de matriz							
Regula por defecto calidad							
Voltea hembra x desgaste							
Abastecimiento de cinta							
Abastecimiento de alambre							
Parche cosido							
Refrigerio							
Tuberia atorada							
Cantidad de metros defectuosos							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Diagrama de análisis del proceso de preparación interna (DAP) inicial

DAP										
Diagrama 1 Nombre del proceso: Estampado de cremalleras Metodo: Actual Se inicia en : Área de mantenimiento Termina en : Área de producción Matricero: S/50 x8horas Mecánico producción:S/40x8horas Costo/minuto de matricero S/. 0.104 Costo/minuto de mecánico S/. 0.083	Resumen									
	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
	Operación ○									
	Inspección □									
	Transporte ⇨									
	Espera D									
	Almacenaje ▽									
	Distancia metros									
	Tiempo minutos matricero									
	Tiempo minutos mecánico									
Costo matricero										
Costo mecánico										
Descripción del método actual	Dist.(m)	Tiempo(min)	○	□	⇨	D	▽	Observaciones	Tiempos	
Lavar la matriz en el area de mantenimiento									Preparación de matriz(min)	Matricero 0.0 min
Aflojar 4 pernosde placa guia										
Expulsar 4 pines										
Aflojar prisionero ajustador de repuestos										
Retirar repuestos										
lavar con varsol										
Aflojar 2 pernos y retirar guia de remachadores										
Lavar guia de remachadores y remachadores										
Medir longitud de repuestos nuevos										
Colocar repuestos nuevos										
Ajustar prisionero								Preparación de matriz(min)	Mecánico 0.0 min	
colocar placa guia										
Ajustar 4 pernos de placa guia										
Insertar los 4 pines en la placa guia										
Engrasar remachador y guía										
Ajustar 2 pernos y colocar guia de remachadores										
Aflojar 4 pernos y retirar punzon										
Medir longitud de punzón nuevo										
Colocar punzon										
Ajustar 4 pernos y colocar punzon nuevo										
Aflojar 1 perno y retirar heading								Preparación de matriz(min)	Mecánico 0.0 min	
Cambiar heading nuevo										
Ajustar 1 perno y colocar heading nuevo										
Lubricar columnas y bocinas										
Cerrar matriz										
Trasladar al area de estampado										
Esperar al mecanico										
Instalar matriz										
Estampar primeros productos										
Verificación visual y dimensional										
Regular heading								Regulación(min) mantenimiento	Matricero 0.0 min	
Estampar primeros productos										
Verificación visual y dimensional de producto										
Retorno al área de mantenimiento										
Aflojar 4 pernosde placa guia										
Expulsar 4 pines										
Aflojar prisionero ajustador de repuestos										
Retirar repuestos										
Lavar con varsol										
Aflojar 2 pernos y retirar guia de remachadores										
Colocar suples para compensar desgaste										
Colocar nuevamente los repuestos nuevos										
Ajustar prisionero										
Colocar placa guia										
Ajustar 4 pernos de placa guia										
Insertar los 4 pines en la placa guia										
Cerrar matriz										
Trasladar al área de estampado										
Esperar al mécaico										
Instalar matriz										
Estampar primeros productos										
Verificación visual y dimensional										
Regular heading										
Estampar primeros productos										
Verificación visual y dimensional										
Listo para iniciar producción										
										0.0 min

Elaboración propia

Anexo 4: Hoja de procesamiento de la recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - AREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable:	1932
N° de máquina:	59
Semana	1

Sem1	Turno	Tarjeta	Cm	Prog. (m)	Refrigerio TPP	Inicio	Fin	Horas utilizadas	ciclo m/min 100%	Horas programados	Horas utilizadas	Tiempo parada (h)	Tiempo parada(min)	Tiempo calendario (h)	Tiempo calendario (min)	META	LOGRO	Eficiencia	Eficacia	Efectividad	Productividad					
																Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora									
1	D	30528-6	10	1,200	1	07:45	19:45	12:00	2.5	9,00	12.0	3.00	180	12.0 h	720	143 m/h	109 m/h	75%	77%	57%	51 m/h-h					
2	D	30528-7	10	1,200	1	07:45	18:52	11:07	2.5	9,00	11.1	2.12	127	11.5 h	690	143 m/h	108 m/h	81%	76%	61%	56 m/h-h					
3	D	30528-8	10	1,200	1	07:45	19:34	11:49	2.5	9,00	11.8	2.82	169	12.0 h	720	143 m/h	102 m/h	76%	71%	54%	51 m/h-h					
4	D	30528-9	10	1,200	1	07:45	18:21	10:36	2.5	9,00	10.6	1.60	96	11.5 h	690	143 m/h	113 m/h	85%	79%	67%	56 m/h-h					
5	D	30528-10	12	1,200	1	07:45	18:48	11:03	2.5	9,00	11.1	2.05	123	11.5 h	690	143 m/h	109 m/h	81%	76%	62%	56 m/h-h					
										6,000											PROMEDIOS SEMANAL					
										45.0 h	56.6 h	11.6 h	695 min	58.5 h	3,510 min	143 m/h	108 m/h	80%	76%	61%						
										2,700 min	3,395 min			0,115 min			792	78%								

Incidencias	Min detenidos reportados					Total
	19-dic	20-dic	21-dic	22-dic	23-dic	
Preparación de matriz	65		67			132 min
Instalación y regulación de matriz	27		28			55 min
Regula por defecto calidad	4	10	8	9	10	41 min
Voltea hembra x desgaste	8			18		26 min
Abastecimiento de cinta	4	7	5	8	7	31 min
Abastecimiento de alambre	12					12 min
Parche cosido		2	4	5	2	13 min
Alambre enredado						310 min

Cantidad de metros defectuosos	74 m	24 m	86 m	22 m	24 m	230 m
Total de metros producidos buenos	1126 m	1176 m	1114 m	1178 m	1176 m	5770 m
Total de metros producidos	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	6000 m

Tiempo de carga(TC= TCL-TPP)	660 min	630 min	660 min	630 min	630 min	
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	540 min	611 min	548 min	590 min	611 min	
Disponibilidad	0.82	0.97	0.83	0.94	0.97	90%
Rendimiento	0.94	0.83	0.92	0.86	0.83	87%
Calidad	0.94	0.98	0.93	0.98	0.98	96%
OEE DIARIO	72%	79%	71%	79%	79%	76%

Minutos reportados en producción	120 min	19 min	112 min	40 min	19 min	310 min
Minutos detenidos en producción	180 min	127 min	169 min	96 min	123 min	695 min
Paradas programadas(TPP)	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	300 min
Minutos no reportados	0 min	23 min	11 min	54 min	27 min	115 min

EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL(OEE)	Minutos
Cantidad de defectos (CD)	230 m
Tiempo paradas programadas (TPP)	300 min
Tiempo calendario laboral (TCL)	3510 min
Tiempo carga (TC= TCL-TPP)	3210 min
Tiempo de parada no programadas (TPNP)	310 min
Cantidad procesada (CP)	6000 m
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	2900 min
Velocidad de maquina (VM)	2.38 m/min
Tiempo de ciclo teorico / metro (TCT)	0.42 min/m

Disponibilidad (D)	$\frac{TC - TPNP}{TC} =$	0.90
--------------------	--------------------------	------

Rendimiento (R)	$\frac{ICT \times CP}{TO} =$	0.87
-----------------	------------------------------	------

Calidad (C)	$\frac{CP - CD}{CP} =$	0.96
-------------	------------------------	------

OEE SEMANAL (DxRx C)	0.76	76%
----------------------	------	-----

Elaboración propia

Anexo 6: Hoja de procesamiento de la recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - AREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable:	1926
N° de máquina:	59
Semana	3

Sem3	Turno	Tarjeta	Cm	Prog. (m)	Refrigerio TPP	Inicio	Fin	Horas utilizadas	ciclo m/min 100%	Horas programados	Horas utilizadas	Tiempo parada (h)	Tiempo parada (min)	Tiempo calendario (h)	Tiempo calendario (min)	META	LOGRO	Eficiencia	Eficacia	Efectividad	Productividad
																Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora				
11	D	30532-16	10	1,200	1	07:45	19:21	11:36	2.5	9.00	11.6	2.60	156	12.0 h	720	150 m/h	113 m/h	78%	75%	59%	52 m/h-h
12	D	30532-17	10	1,200	1	07:45	19:25	11:40	2.5	9.00	11.7	2.67	160	12.0 h	720	150 m/h	113 m/h	77%	75%	58%	51 m/h-h
13	D	30532-18	10	1,200	1	07:45	19:16	11:31	2.5	9.00	11.5	2.52	151	12.0 h	720	150 m/h	114 m/h	78%	76%	59%	52 m/h-h
14	D	30532-19	10	1,200	1	07:45	19:03	11:18	2.5	9.00	11.3	2.30	138	12.0 h	720	150 m/h	117 m/h	80%	78%	62%	51 m/h-h
15	D	30532-20	12	1,200	1	07:45	19:18	11:33	2.5	9.00	11.6	2.55	153	12.0 h	720	150 m/h	114 m/h	78%	76%	59%	53 m/h-h
16	D	30532-21	12	1,200	1	07:45	19:25	11:40	2.5	9.00	11.7	2.67	160	12.0 h	720	150 m/h	113 m/h	77%	75%	58%	51 m/h-h
										54.0 h	69.3 h	15.3 h	918 min	72.0 h	4,320 min	PROMEDIOS SEMANAL					
										3,240 min	4,158 min			12.0 h		150 m/h	114 m/h	78%	76%	59%	
													109.09	162		816	77%				

Incidencias	Min detenidos reportados						Total
	02-ene	03-ene	04-ene	05-ene	06-ene	07-ene	
Preparación de matriz		68			67	58	193 min
Instalación y regulación de matriz		24			25	22	71 min
Regula por defecto calidad	21	8	20	12	14	7	82 min
Voltea hembra x desgaste	18				13		31 min
Abastecimiento de cinta	8	9	10	5	8	8	48 min
Abastecimiento de alambre	12						12 min
Parche cosido	3	4	4		3	5	19 min
Alambre enredado							456 min

Cantidad de metros defectuosos(m)	50 m	77 m	48 m	89 m	34 m	70 m	367 m
Total de metros producidos buenos	1150 m	1123 m	1152 m	1111 m	1166 m	1130 m	6833 m
Cantidad procesada	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	7200 m

Tiempo de carga(TC= TCL-TPP)	660 min	660 min	660 min	660 min	660 min	660 min	
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	598 min	547 min	626 min	551 min	622 min	560 min	
Disponibilidad	0.91	0.83	0.95	0.83	0.94	0.85	88%
Rendimiento	0.84	0.92	0.81	0.92	0.81	0.90	87%
Calidad	0.96	0.94	0.96	0.93	0.97	0.94	95%
OEE DIARIO	73.3%	71.7%	73.5%	70.9%	74.4%	72.1%	73%

Minutos reportados en producción	62 min	113 min	34 min	109 min	38 min	100 min	456 min
Minutos detenidos en producción	156 min	160 min	151 min	138 min	153 min	160 min	918 min
Paradas programadas(TPP)	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	360 min
Minutos no reportados	24 min	20 min	29 min	42 min	27 min	20 min	162 min

EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL(OEE)	Minutos
Cantidad de defectos (CD)	367 m
Tiempo paradas programadas (TPP)	360 min
Tiempo calendario laboral (TCL)	4320 min
Tiempo carga (TC= TCL-TPP)	3960 min
Tiempo de parada no programadas (TPNP)	456 min
Cantidad procesada (CP)	7200 m
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	3504 min
Velocidad de maquina (VM)	2.38 m/min
Tiempo de ciclo teorico / metro (TCT)	0.42 min/m

Disponibilidad (D)	$\frac{TC - TPNP}{TC} =$	0.88
--------------------	--------------------------	------

Rendimiento (R)	$\frac{TCT \times CP}{TO} =$	0.87
-----------------	------------------------------	------

Calidad (C)	$\frac{CP - CD}{CP} =$	0.95
-------------	------------------------	------

OEE SEMANAL (DxRx(C)	0.73	73%
----------------------	------	-----

Elaboración propia

Anexo 7: Hoja de procesamiento de la recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - AREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable:	1926
N° de máquina:	59
Semana	4

Sem 4	Turno	Tarjeta	Cm	Prog.	Refrigerio TPP	Inicio	Fin	Horas utilizadas	ciclo m/min 100%	Horas programados	Horas utilizadas	Tiempo parada (h)	Tiempo parada(min)	Tiempo calendario (h)	Tiempo calendario (min)	META		LOGRO					
																Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora	Eficiencia	Eficacia	Efectividad	Productividad		
17	D	30534-22	10	1,200	1	07:45	19:11	11:26	2.5	9.00	11.4	2.43	146	11.5 h	690	143 m/h	115 m/h	79%	81%	64%	56 m/h-h		
18	D	30534-23	10	1,200	1	07:45	18:55	11:10	2.5	9.00	11.2	2.17	130	11.5 h	690	143 m/h	118 m/h	81%	83%	67%	54 m/h-h		
19	D	30534-24	10	1,200	1	07:45	19:35	11:50	2.5	9.00	11.8	2.83	170	12.0 h	720	143 m/h	111 m/h	76%	78%	59%	51 m/h-h		
20	D	30534-25	10	1,200	1	07:45	19:12	11:27	2.5	9.00	11.5	2.45	147	11.5 h	690	143 m/h	115 m/h	79%	81%	63%	55 m/h-h		
21	D	30534-26	12	1,200	1	07:45	19:14	11:29	2.5	9.00	11.5	2.48	149	11.5 h	690	143 m/h	114 m/h	78%	80%	63%	53 m/h-h		
22	D	30534-27	12	1,200	1	07:45	19:15	11:30	2.5	9.00	11.5	2.50	150	12.0 h	720	143 m/h	114 m/h	78%	80%	63%	51 m/h-h		
				7,200									54.0 h	68.9 h	14.9 h	892 min	70.0 h	4,200 min	PROMEDIOS SEMANAL				
													3,240 min	4,132 min				143 m/h	115 m/h	78%	80%	63%	
																	11.7 h						
																	68						
																			804			79%	

Incidencias	Min detenidos reportados(TPNP)						Total
	09-ene	10-ene	11-ene	12-ene	13-ene	14-ene	
Preparación de matriz			68			67	135 min
Instalación y regulación de matriz			23			21	44 min
Regula por defecto calidad	12	25	7	19	32	8	103 min
Voltea hembrilla x desgaste	15		10	18			43 min
Abastecimiento de cinta	9	8	5	10	8	10	50 min
Abastecimiento de alambre	14						14 min
Parche cosido	3	4	2	5	4	3	21 min
Alambre enredado							
							410 min

EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL(OEE)		Minutos
Cantidad de defectos (CD)		353 m
Tiempo paradas programadas (TPP)		360 min
Tiempo calendario laboral (TCL)		4200 min
Tiempo carga (TC= TCL-TPP)		3840 min
Tiempo de parada no programadas (TPNP)		410 min
Cantidad procesada (CP)		7200 m
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)		3430 min
Velocidad de maquina (VM)		2.38 m/min
Tiempo de ciclo teorico / metro (TCT)		0.42 min/m

Cantidad de metros defectuosos	29 m	60 m	72 m	46 m	77 m	70 m	353 m
Total de metros producidos buenos	1171 m	1140 m	1128 m	1154 m	1123 m	1130 m	6847 m
Cantidad procesada	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	7200 m

Tiempo de carga(TC= TCL-TPP)	630 min	630 min	660 min	630 min	630 min	660 min	
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	577 min	593 min	545 min	578 min	586 min	551 min	
Disponibilidad	0.92	0.94	0.83	0.92	0.93	0.83	89%
Rendimiento	0.88	0.85	0.93	0.87	0.86	0.92	88%
Calidad	0.98	0.95	0.94	0.96	0.94	0.94	95%
OEE DIARIO	78.3%	76.2%	72.0%	77.2%	75.1%	72.1%	75.1%

Disponibilidad (D)	$\frac{TC - TPNP}{TC} =$	0.89
--------------------	--------------------------	-------------

Rendimiento (R)	$\frac{TCT \times CP}{TO} =$	0.88
-----------------	------------------------------	-------------

Calidad (C)	$\frac{CP - CD}{CP} =$	0.95
-------------	------------------------	-------------

Minutos reportados en producción	53 min	37 min	115 min	52 min	44 min	109 min	410 min
Minutos detenidos en producción	146 min	130 min	170 min	147 min	149 min	150 min	892 min
Paradas programadas(TPP)	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	360 min
Minutos no reportados	4 min	20 min	10 min	3 min	1 min	30 min	68 min

OEE SEMANAL (DxRxC)	0.75	75%
---------------------	-------------	------------

Elaboración propia

Anexo 8: Hoja de procesamiento de la recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - AREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable:	1932
N° de máquina:	59
Semana	5

Sem 5	Turno	Tarjeta	Cm	Prog.	Refrigerio TPP	Inicio	Fin	Horas utilizadas	ciclo m/min 100%	Horas programados	Horas utilizadas	Tiempo parada (h)	Tiempo parada(min)	Tiempo calendario (h)	Tiempo calendario (min)	META	LOGRO	Eficiencia	Eficacia	Efectividad	Productividad			
																Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora							
23	D	30536-28	10	1,200	1	07:45	19:28	11:43	2.5	9.00	11.7	2.72	163	12.0 h	720	143 m/h	112 m/h	77%	79%	60%	52 m/h-h			
24	D	30536-29	10	1,200	1	07:45	18:59	11:14	2.5	9.00	11.2	2.23	134	11.5 h	690	143 m/h	117 m/h	80%	82%	66%	54 m/h-h			
25	D	30536-30	10	1,200	1	07:45	19:16	11:31	2.5	9.00	11.5	2.52	151	12.0 h	720	143 m/h	114 m/h	78%	80%	63%	51 m/h-h			
26	D	30536-31	10	1,200	1	07:45	19:05	11:20	2.5	9.00	11.3	2.33	140	11.5 h	690	143 m/h	116 m/h	79%	81%	65%	54 m/h-h			
27	D	30536-32	12	1,200	1	07:45	19:18	11:33	2.5	9.00	11.6	2.55	153	12.0 h	720	143 m/h	114 m/h	78%	80%	62%	51 m/h-h			
28	D	30536-33	12	1,200	1	07:45	18:54	11:09	2.5	9.00	11.2	2.15	129	11.5 h	690	143 m/h	118 m/h	81%	83%	67%	56 m/h-h			
												7,200												
												54.0 h	68.5 h	14.5 h	870 min	70.5 h	4,230 min	PROMEDIOS SEMANAL						
												3,240 min	4,110 min											
												143 m/h	115 m/h	79%	81%	64%								
												120												
												813												
												80%												

Incidencias	Min detenidos reportados(TPNP)						Total
	16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	
Preparación de matriz	61		70		64		195 min
Instalación y regulación de matriz	21		22		21		64 min
Regula por defecto calidad	5	25	12	24	8	14	88 min
Voltea hembra x desgaste	10			21		18	49 min
Abastecimiento de cinta	7	8	9	10	11	9	54 min
Abastecimiento de alambre	12						12 min
Parche cosido	3	6	4	4	3	2	22 min
Alambre enredado							
							484 min

EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL(OEE)	Minutos
Cantidad de defectos (CD)	365 m
Tiempo paradas programadas (TPP)	360 min
Tiempo calendario laboral (TCL)	4230 min
Tiempo carga (TC= TCL-TPP)	3870 min
Tiempo de parada no programadas (TPNP)	484 min
Cantidad procesada (CP)	7200 m
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	3386 min
Velocidad de maquina (VM)	2.38 m/min
Tiempo de ciclo teorico / metro (TCT)	0.42 min/m

Cantidad de metros defectuosos	62 m	60 m	82 m	58 m	70 m	34 m	365 m
Total de metros producidos buenos	1138 m	1140 m	1118 m	1142 m	1130 m	1166 m	6835 m
Cantidad procesada	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	7200 m

Tiempo de carga(TC= TCL-TPP)	660 min	630 min	660 min	630 min	660 min	630 min	
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	541 min	591 min	543 min	571 min	553 min	587 min	
Disponibilidad	0.82	0.94	0.82	0.91	0.84	0.93	88%
Rendimiento	0.93	0.85	0.93	0.88	0.91	0.86	90%
Calidad	0.95	0.95	0.93	0.95	0.94	0.97	95%
OEE DIARIO	73%	76%	71%	76%	72%	78%	74%

Minutos reportados en producción	119 min	39 min	117 min	59 min	107 min	43 min	484 min
Minutos detenidos en producción	163 min	134 min	151 min	140 min	153 min	129 min	870 min
Paradas programadas(TPP)	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	360 min
Minutos no reportados	17 min	16 min	29 min	10 min	27 min	21 min	120 min

Disponibilidad (D)	$\frac{TC - TPNP}{TC}$	0.87
--------------------	------------------------	------

Rendimiento (R)	$\frac{TCT \times CP}{TO}$	0.90
-----------------	----------------------------	------

Calidad (C)	$\frac{CP - CD}{CP}$	0.95
-------------	----------------------	------

OEE SEMANAL (DxRx C)	0.74	74%
----------------------	------	-----

Elaboración propia

Anexo 9: Hoja de procesamiento de la recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL REPORTE DE PRODUCCIÓN DIARIA - AREA DE ESTAMPADO DE CREMALLERAS

Responsable:	1932
N° de máquina:	59
Semana	6

Sem 6	Turno	Tarjeta	Cm	Prog.	Refrigerio TPP	Inicio	Fin	Horas utilizadas	ciclo m/min 100%	Horas programados	Horas utilizadas	Tiempo parada (h)	Tiempo parada (min)	Tiempo calendario (h)	Tiempo calendario (min)	META	LOGRO	Eficiencia	ad	Efectividad	Productividad						
																Cantidad de cremalleras esperados por hora	Cantidad de cremalleras logrados por hora										
29	D	30538-33	10	1,200	1	07:45	19:05	11:20	2.5	9.00	11.3	2.33	140	11.5 h	690	143 m/h	116 m/h	79%	81%	65%	55 m/h-h						
30	D	30538-34	10	1,200	1	07:45	19:06	11:21	2.5	9.00	11.4	2.35	141	12.0 h	720	143 m/h	116 m/h	79%	81%	65%	50 m/h-h						
31	D	30538-35	10	1,200	1	07:45	19:26	11:41	2.5	9.00	11.7	2.68	161	12.0 h	720	143 m/h	112 m/h	77%	79%	61%	53 m/h-h						
32	D	30538-36	10	1,200	1	07:45	19:36	11:51	2.5	9.00	11.9	2.85	171	12.0 h	720	143 m/h	111 m/h	76%	78%	59%	51 m/h-h						
33	D	30538-37	12	1,200	1	07:45	19:08	11:23	2.5	9.00	11.4	2.38	143	11.5 h	690	143 m/h	116 m/h	79%	81%	64%	53 m/h-h						
34	D	30538-38	12	1,200	1	07:45	19:28	11:43	2.5	9.00	11.7	2.72	163	12.0 h	720	143 m/h	112 m/h	77%	79%	60%	51 m/h-h						
				7,200													PROMEDIOS SEMANAL										
												54.0 h	69.3 h	15.3 h	919 min	71.0 h	4,260 min	143 m/h	114 m/h	78%	80%	62%					
												3,240 min	4,159 min											11.8 h	796	79%	
																						101					

Incidencias	Min detenidos reportados(TPNP)						Total
	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	
Preparación de matriz		67		74		70	211 min
Instalación y regulación de matriz		26		22		22	70 min
Regula por defecto calidad	19	12	17	12	34	9	103 min
Voltea hembrilla x desgaste	18		21				39 min
Abastecimiento de cinta	6	7	6	6	7	6	38 min
Abastecimiento de alambre	15						15 min
Parche cosido	4	5	4	3	5	2	23 min
Alambre enredado							
							499 min

Cantidad de metros defectuosos	46 m	91 m	41 m	82 m	82 m	74 m	415 m
Total de metros producidos buenos	1154 m	1109 m	1159 m	1118 m	1118 m	1126 m	6785 m
Cantidad procesada	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	1200 m	7200 m

Tiempo de carga(TC= TCL-TPP)	630 min	660 min	660 min	660 min	630 min	660 min	
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	568 min	543 min	612 min	543 min	584 min	551 min	
Disponibilidad	0.90	0.82	0.93	0.82	0.93	0.83	87%
Rendimiento	0.89	0.93	0.83	0.93	0.87	0.92	89%
Calidad	0.96	0.92	0.97	0.93	0.93	0.94	94%
OEE DIARIO	77%	71%	74%	71%	75%	72%	73%

Minutos reportados en producción	62 min	117 min	48 min	117 min	46 min	109 min	499 min
Minutos detenidos en producción	140 min	141 min	161 min	171 min	143 min	163 min	919 min
Paradas programadas(TPP)	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	60 min	360 min
Minutos no reportados	10 min	39 min	19 min	9 min	7 min	17 min	101 min

EFICIENCIA GLOBAL SEMANAL(OEE)	Minutos
Cantidad de defectos (CD)	415 m
Tiempo paradas programadas (TPP)	360 min
Tiempo calendario laboral (TCL)	4260 min
Tiempo carga (TC= TCL-TPP)	3900 min
Tiempo de parada no programadas (TPNP)	499 min
Cantidad procesada (CP)	7200 m
Tiempo de operación(TO= TC-TPNP)	3401 min
Velocidad de maquina (VM)	2.38 m/min
Tiempo de ciclo teorico / metro (TCT)	0.42 min/m

Disponibilidad (D)	$\frac{TC - TPNP}{TC} =$	0.872
--------------------	--------------------------	-------

Rendimiento (R)	$\frac{TCT \times CP}{TO} =$	0.891
-----------------	------------------------------	-------

Calidad (C)	$\frac{CP - CD}{CP} =$	0.942
-------------	------------------------	-------

OEE SEMANAL (DxRxC)	0.73	73%
---------------------	------	-----

Elaboración propia

Anexo 10: Matriz de consistencia

La manufactura esbelta y la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo la aplicación de la manufactura esbelta mejorará la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?	Determinar como la aplicación la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.	La aplicación de la manufactura esbelta mejora la productividad del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO
<p>¿Cómo la aplicación de la manufactura esbelta mejorará la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?</p> <p>¿Cómo la aplicación de la manufactura esbelta mejorará la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017?</p>	<p>Determinar como la aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.</p> <p>Determinar como la aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficacia del cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.</p>	<p>La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficiencia en el uso del tiempo en el proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.</p> <p>La aplicación de la manufactura esbelta mejora la eficacia en el cumplimiento de meta del proceso de fabricación de cremalleras, en una empresa de manufactura, Lima, 2017.</p>

Elaboración propia

Anexo 11: Validez de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: La Manufactura Esbelta

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	SMED impacta en la reducción de tiempos, número de actividades, mejorando la disponibilidad de máquina y calidad de la cremallera fabricada.	✓		✓		✓		
2								
3								
4								
DIMENSIÓN 2								
5	La estandarización de procedimientos con sus instrucciones respectivas del proceso de estampado de cremalleras, que aseguran la óptima capacidad de la producción.	✓		✓		✓		
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir / No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: José Pablo Rivera Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ing. Industrial

29 de abril del 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 JOSÉ PABLO RIVERA RODRIGUEZ
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP Nº 51858

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: SMED y Estandarización

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	Eficiencia de tiempos de fabricación de cremalleras.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2								
3								
4								
DIMENSIÓN 2								
5	Eficacia del proceso de fabricación de cremalleras.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg: José Pablo Rivera Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

29 de Abil del 2017


 Firma del Experto Informante.
 JOSE PABLO RIVERA RODRIGUEZ
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 51858

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: La Manufactura Esbelta

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	SMED impacta en la reducción de tiempos, número de actividades, mejorando la disponibilidad de máquina y calidad de la cremallera fabricada.							
2								
3								
4								
DIMENSIÓN 2								
5	La estandarización de procedimientos con sus instrucciones respectivas del proceso de estampado de cremalleras, que aseguran la óptima capacidad de la producción.							
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir [] / No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./Mg: D. ANITA LACASA RAMIRO DNI: 72625025

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Exp. de. 05 del 2017


CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: SMED y Estandarización

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1							
	Eficiencia de tiempos de fabricación de cremalleras.							
2								
3								
4								
	DIMENSIÓN 2							
5	Eficacia del proceso de fabricación de cremalleras.							
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg: DANIELA LAGUNA ROMERO DNI: 224.73.025

Especialidad del validador: Teoría y Práctica de la Ingeniería

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

del 05 de 05 del 2017

 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: La Manufactura Esbelta

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	SMED impacta en la reducción de tiempos, número de actividades, mejorando la disponibilidad de máquina y calidad de la cremallera fabricada.	✓		✓		✓		
2								
3								
4								
DIMENSIÓN 2								
5	La estandarización de procedimientos con sus instrucciones respectivas del proceso de estampado de cremalleras, que aseguran la óptima capacidad de la producción.	✓		✓		✓		
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO DNI: 42775815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de 05 del 2017



MARCIAL OSWALDO
 CASTELLANO SILVA
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 168748

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: SMED y Estandarización

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	Eficiencia de tiempos de fabricación de cremalleras.	✓		✓		✓		
2								
3								
4								
DIMENSIÓN 2								
5	Eficacia del proceso de fabricación de cremalleras.	✓		✓		✓		
6								
7								
8								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO DNI: 42773815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de 05 del 2017



Firma del Experto Informante.

 MARCIAL OSWALDO
 CASTELLANO SILVA
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 168748

Anexo 12: Resultado del programa Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
Es seguro | https://ev.turnitin.com/app/carta/eg/?s=18&u=1049362394&lang=es&o=853048151

feedback studio "APLICACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CREMALLERAS EN UNA EMPRESA DE" /20

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

"APLICACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CREMALLERAS EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA. LIMA, 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
MAGUIÑA DE PAZ, JIM ÁNGEL

ASESOR:
MG. JOSÉ PABLO RIVERA RODRÍGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA - PERÚ
2017

Página: 1 de 140 Número de palabras: 23377

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Número	Fuente	Porcentaje
1	Entregado a Universida... Título del estudiante	9 %
2	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
5	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
6	glicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Pontificia ... Título del estudiante	<1 %
8	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

09:37 p.m.
26/09/2017