

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y SU
CONTRIBUCIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CALZADOS CELESTE
SAC 2021”**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:
OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

AUTOR(ES):
BR. ALDANA GAMBOA OSCAR EDUARDO
BR. ORTIZ MONDRAGÓN MARX ENGLÉS

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE: DRA. LANDERAS PILCO MARÍA ISABEL
SECRETARIO: MS. DE LA ROSA ANHUAMAN FILIBERTO
VOCAL: DR. SATO NESTARES PAUL ESTEFAN

ASESOR:
MS. VELÁSQUEZ CONTRERAS SEGUNDO MANUEL
CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5445-2753>

**TRUJILLO – PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 11/06/2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y SU
CONTRIBUCIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CALZADOS CELESTE
SAC 2021”**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:
OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

AUTOR(ES):
BR. ALDANA GAMBOA OSCAR EDUARDO
BR. ORTIZ MONDRAGÓN MARX ENGLÉS

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE: DRA. LANDERAS PILCO MARÍA ISABEL
SECRETARIO: MS. DE LA ROSA ANHUAMAN FILIBERTO
VOCAL: DR. SATO NESTARES PAUL ESTEFAN

ASESOR:
MS. VELÁSQUEZ CONTRERAS SEGUNDO MANUEL
CÓDIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5445-2753>

**TRUJILLO – PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 11/06/2022

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y SU
CONTRIBUCIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CALZADOS CELESTE
SAC 2021”**

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR

PRESIDENTE

Dra. Ing. MARÍA ISABEL LANDERAS PILCO
CIP: 44282

SECRETARIO

Mg. Ing. FILIBERTO DE LA ROSA ANHUAMAN
CIP: 90991

VOCAL

Dr. Ing. SATO NESTARES PAUL ESTEFAN
CIP: 24680

ASESOR

Ms. Ing. SEGUNDO VELÁSQUEZ CONTRERAS
CIP: 27355

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María.

A mis padres Oscar y Nelly quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Liliana y Christian por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Son los mejores, los amo.

Aldana Gamboa Oscar Eduardo

A Dios por darme la vida, la salud, fortaleza y fe a lo largo de mi Vida. A mis padres, Marcial e Imelda y a mi hermano Max Anthony, por ser los motores y motivos que impulsan mi vida, mis ganas de ser y crecer cada día más; por el respaldo en todas mis decisiones, por todos y cada uno de los valores que me inculcaron para ser cada día una mejor persona y que en la actualidad practico, y me hacen ser un hombre de bien. A mi familia en general, por estar siempre conmigo y demostrarme su amor.

Ortiz Mondragón Marx Engles

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta investigación, es inevitable pensar que no hubiese sido posible sin contar con la participación de personas que han facilitado las cosas para que esta investigación llegue a un feliz término. Por ello, nuestro agradecimiento especial a las personas quienes nos apoyaron en todo momento para el desarrollo de este estudio, que colaboraron directa o indirectamente con nosotros.

Al Ing. Segundo Velásquez, nuestro asesor, por motivarnos en la realización de este trabajo bajo su dirección, apoyo y confianza; a su capacidad para saber dirigir nuestras ideas ha sido un aporte invaluable no solo en el desarrollo de este trabajo sino también en nuestra formación como ingenieros.

Finalmente, a través de esta investigación exteriorizar nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad Privada Antenor Orrego y en ella a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética puesto de manifiesto en las aulas enrumban a cada uno de los que acudimos, con sus conocimientos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo fundamental aplicar las herramientas de Lean Manufacturing para reducir los desperdicios y analizar su contribución en la productividad en el área de producción de Calzados Celeste SAC. El estudio se inició realizando un diagnóstico de los desperdicios en la situación actual de la empresa, por lo que para ello mediante fue necesario el uso de la técnica de la observación donde se capturó la realidad actual, poniendo en relevancia las deficiencias encontradas en cada área. Asimismo; se describió cada proceso mediante un diagrama de análisis de proceso para determinar el tiempo de ciclo de cada uno de ellos y poder compararlo con el Takt Time; de esta manera se pudo identificar las posibles deficiencias y mejoras preliminares del área de producción.

Posteriormente, con el uso del diagrama de Causa Efecto se determinó la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing que fueron propuestas de estallidos Kaizen en un diagrama VSM siendo estas 5'S, Kanban, Heijunka y TPM, demostrando así, la reducción estimada como parte de la mejora de los procesos de 17.77 soles por docena en materia prima y 970.06 soles en tiempo de producción para 1801 pares de calzado y un incremento de productividad de 19.41 a 22.01 lo cual permite concluir que la aplicación de Herramientas Lean influyó significativamente en la reducción de costos de producción de 19% y aumento de la productividad de 2.6%.

Palabras clave: Herramientas Lean Manufacturing, Desperdicios, Flujo continuo y Productividad.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to apply Lean Manufacturing tools to reduce waste and analyze its contribution to productivity in the production area of Calzados Celeste SAC. The study began by carrying out a diagnosis of the waste in the current situation of the company, so for this, it was necessary to use the observation technique where the current reality was captured, highlighting the deficiencies found in each area. In addition, each process was described by means of a process analysis diagram to determine the cycle time of each one of them and to be able to compare it with the Takt Time; In this way it was possible to identify possible deficiencies and preliminary improvements in the production area.

Subsequently, with the use of the Cause Effect diagram, the application of Lean Manufacturing tools was determined, which were proposed for Kaizen outbursts in a VSM diagram, these being 5'S, Kanban, Heijunka and TPM, thus demonstrating the estimated reduction as part of the improvement. of the processes of 17.77 soles per dozen in raw material and 970.06 soles in production time for 1801 pairs of footwear and an increase in productivity from 19.41 to 22.01 which allows to conclude that the application of Lean Tools significantly influenced the reduction of costs of production of 19% and productivity increase of 2.6%.

Keywords: Lean Manufacturing Tools, Waste, Continuous Flow and Productivity.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno del Programa de Estudio de Ingeniería Industrial, ponemos a vuestro ilustrado criterio y justa consideración la presente tesis titulada: “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA CALZADOS CELESTE SAC 2021” para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Asimismo, esperamos que éste trabajo de investigación pueda ser de utilidad para otros trabajos de investigación en incluso pueda ser aplicado en las empresas del mismo sector; convirtiéndose en un valioso aporte para nuestra sociedad contemporánea en beneficio de la comunidad.

Trujillo, 11 de junio del 2022.

Br. Aldana Gamboa Oscar Eduardo

Br. Ortiz Mondragón Marx Engles

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Descripción del problema.....	18
1.3. Formulación del problema.....	19
1.4. Objetivos	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.5. Justificación del estudio	19
II. MARCO DE REFERENCIA	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Marco Teórico	24
2.2.1. Teoría Lean Manufacturing.....	24
2.2.1.1. Value Stream Mapping.....	26
2.2.1.2. Herramienta Lean: 5S	27
2.2.1.3. Herramienta Lean: Heijunka.....	28
2.2.1.4. Herramienta Lean: Kanban	30
2.2.1.5. Herramienta Lean: Smed	31
2.2.1.6. Mantenimiento Total Productivo	32
2.2.2. Productividad	33
2.2.2.1. Tipos de Productividad.....	33
2.2.2.2. Indicadores de Productividad.....	34
2.2.2.3. Factores que afectan la Productividad.....	34
2.3. Marco Conceptual	35
2.4. Sistemas de Hipótesis.....	36

2.5. Variables e Indicadores.....	37
III. METODOLOGÍA APLICADA	39
3.1. Tipo y nivel de investigación	39
3.1.1. Tipo de Investigación.....	39
3.1.2. Nivel de Investigación.....	39
3.2. Población y muestra de estudio	39
3.2.1. Población.....	39
3.2.2. Muestra.....	39
3.3. Diseño de investigación	39
3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación.....	40
3.5. Herramienta de Análisis de Datos.....	40
IV. RESULTADOS	41
4.1. Propuesta de investigación	41
4.1.1. Resultado del primer Objetivo Especifico	41
4.1.2. Resultado del segundo Objetivo Especifico.....	78
4.1.3. Resultado del tercer Objetivo Especifico	138
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	142
VI. CONCLUSIONES.....	144
VII. RECOMENDACIONES	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tasa de Crecimiento anual de exportación de Calzado	14
Tabla 2 Tasa de crecimiento anual de exportación del Cuero.....	16
Tabla 3 Análisis de los Desperdicios Año 2019 vs Año 2020.....	17
Tabla 4 Procedimiento del tiempo de cambio.....	31
Tabla 5 Metodología para la minimización de las pérdidas de los equipos	32
Tabla 6 Cuadro de operacionalización de variables.....	37
Tabla 7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
Tabla 8 Datos históricos de producción de la empresa Calzados Celestes S.AC.41	
Tabla 9 Resumen de pronósticos en el software MINITAB	42
Tabla 10 Datos Proporcionados para cálculo de Takt Time	43
Tabla 11 Cálculo de Takt Time.....	44
Tabla 12 Diagrama DAP para el Proceso de Corte.....	48
Tabla 13 Datos del proceso de corte.....	50
Tabla 14 Resumen de Actividades DAP – Corte.....	51
Tabla 15 Diagrama DAP para el Proceso de Perfilado	52
Tabla 16 Datos del proceso de perfilado.....	56
Tabla 17 Resumen de Actividades DAP – Perfilado	56
Tabla 18 Diagrama DAP para el Proceso de Armado	58
Tabla 19 Datos del Proceso Armado.....	61
Tabla 20 Resumen de Actividades DAP – Armado	61
Tabla 21 Diagrama DAP para el Proceso de Alistado.....	63
Tabla 22 Datos del Proceso Alistado	65
Tabla 23 Resumen de Actividades DAP – Alistado.....	65
Tabla 24 Takt Time vs Tiempo de Ciclo por proceso	66
Tabla 25 Cálculo de Productividad de Unidades por Horas- Hombre	71
Tabla 26 Cálculo de productividad por proceso de fabricación	72
Tabla 27 Indicador global de eficiencia OEE.....	74
Tabla 28 Costo de Materia Prima Directa	75
Tabla 29 Costo de Mano de Obra Directa.....	76
Tabla 30 Costos de Materia Prima Indirecta	76
Tabla 31 Costos de Mano de Obra Indirecta.....	77
Tabla 32 Otros Costos Indirectos.....	77

Tabla 33 Resumen de Costos de Producción Inicial	77
Tabla 34 Propuestas de solución con las herramientas Lean Manufacturing	80
Tabla 35 Criterios y pesos para el diagnóstico de la cultura 5S	81
Tabla 36 Resultados del análisis de la auditoría inicial 5S	81
Tabla 37 Cronograma para la rotación de responsabilidades en la limpieza de las áreas de producción	95
Tabla 38 Actividades de limpieza de máquinas, herramientas y espacios del área de producción	96
Tabla 39 Cronograma de responsabilidad	97
Tabla 40 Cronograma de responsabilidades para la limpieza general del área ...	97
Tabla 41 Leyenda para los Kanban de transporte.....	103
Tabla 42 Relación entre el cuadro comparativo y el Takt Time	107
Tabla 43 Pérdidas antes del Balanceo	108
Tabla 44 Resumen de movimientos eficientes del proceso de corte.....	108
Tabla 45 Resumen de movimientos deficientes del proceso de corte.....	109
Tabla 46 Identificación de problemas y propuestas de solución para el corte ..	109
Tabla 47 Movimientos eficientes propuestos del proceso de corte	111
Tabla 48 Movimientos deficientes propuestos del proceso de corte	111
Tabla 49 Movimientos eficientes actuales del proceso de perfilado	111
Tabla 50 Movimientos deficientes actuales del proceso de perfilado	112
Tabla 51 Identificación de problemas y propuestas de solución para el perfilado	112
Tabla 52 Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de perfilado	113
Tabla 53 Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de perfilado	114
Tabla 54 Resumen de movimientos eficientes actuales del proceso de armado	114
Tabla 55 Resumen de movimientos deficientes actuales del proceso de armado	115
Tabla 56 Identificación de problemas y propuestas de solución para el armado	115
Tabla 57 Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de armado	116
Tabla 58 Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de armado	117

Tabla 59 Resumen de movimientos eficientes actuales del proceso de alistado	117
Tabla 60 Resumen de movimientos deficientes actuales del proceso de alistado	
.....	118
Tabla 61 Identificación de problemas y propuestas de solución para el alistado	118
Tabla 62 Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de alistado	
.....	119
Tabla 63 Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de alistado	
.....	119
Tabla 64 Variación porcentual de los tiempos de los procesos.....	120
Tabla 65 Comparación tiempo de ciclo vs Takt time	120
Tabla 66 Indicadores para el Mantenimiento Total Productivo.....	122
Tabla 67 Muestra piloto de las fallas registradas del horno antiguo.....	123
Tabla 68 Cálculo de la muestra estadística para el análisis del comportamiento	124
Tabla 69 Registro de muestras significativas	124
Tabla 70 Pseudoaleatorios para el horno eléctrico antiguo.....	126
Tabla 71 Prueba de medias	127
Tabla 72 Prueba de Varianza.....	128
Tabla 73 Prueba de uniformidad	128
Tabla 74 Prueba de independencia corrida arriba y abajo media	129
Tabla 75 Variables aleatorias según el comportamiento de las fallas del horno antiguo	129
Tabla 76 Resultados de la simulación.....	130
Tabla 77 Fechas de mantenimiento preventivo.....	131
Tabla 78 Cálculo de Nueva Productividad de Unidades por Horas - Hombre....	133
Tabla 79 Cálculo de Nueva Productividad por proceso de fabricación	133
Tabla 80 Costos de Materia Prima Post Aplicación.....	135
Tabla 81 Costos de Mano de Obra Directa Post Aplicación.....	136
Tabla 82 Costos de Implementación de Herramientas Lean.....	136
Tabla 83 Resumen de Costos de Producción Final	137
Tabla 84 Reducción Estimada de Tiempos de Ciclo por cada proceso	138
Tabla 85 Incremento de Productividad por cada proceso	138
Tabla 86 Ahorro mensual con la mejora de distribución de actividades.....	139
Tabla 87 Incremento de Productividad.....	140
Tabla 88 Reducción esperada de los Costos de Producción	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Simbología estándar para el flujo de materiales	27
Figura 2 Simbología estándar para el flujo de información	27
Figura 3 Figura representativa de la producción nivelada	29
Figura 4 Procedimiento de implementación Kanban	30
Figura 5 Diagrama BPMN para el proceso de elaboración de calzado botín	44
Figura 6 Diagrama de Flujo de Proceso de Producción de Botas	45
Figura 7 Takt Time vs Tiempo de Ciclo por proceso	67
Figura 8 Evidencia de desperdicios del área de corte	67
Figura 9 Evidencia de desperdicios del área de Armado de cajas	68
Figura 10 Evidencia de desperdicios en el área de perfilado, armado y alistado .	69
Figura 11 Diagrama Causa - Efecto de los posibles defectos, reprocesos y rechazos de los lotes de producción	70
Figura 12 Diagrama VSM Actual	78
Figura 13 Diagrama VSM con estallidos Kaizen	79
Figura 14 Diagrama de Pareto de la razón del problema del área de producción	83
Figura 15 Diagrama de Pareto de la acción a tomar del área de producción.....	84
Figura 16 Delimitación y señalización del área de corte	85
Figura 17 Delimitación y señalización del área de armado	85
Figura 18 Delimitación y señalización de los hornos para los armadores	86
Figura 19 Delimitación y señalización para los alistadores y depósitos de retazos de material en el área.....	86
Figura 20 Delimitación y señalización de la zona de armado de cajas y almacén de herramientas	87
Figura 21 Delimitación y señalización de la zona de perfilado	87
Figura 22 Diseño y señalización de estructuras para las hormas y herramientas	88
Figura 23 Estante principal del área de corte	89
Figura 24 Área propuesta de corte	90
Figura 25 Área propuesta de perfilado	91
Figura 26 Área propuesta de armado.....	92
Figura 27 Área propuesta de alistado	93
Figura 28 Área de armado de cajas, almacenamiento de hormas y herramientas	94
Figura 29 Distribución de las áreas de producción.....	98

Figura 30 Estándar 1	99
Figura 31 Estándar 2.....	99
Figura 32 Estándar 3.....	100
Figura 33 Estándar 4.....	100
Figura 34 Estándar 5.....	101
Figura 35 Estándar 6.....	101
Figura 36 Principios de la organización.....	102
Figura 37 Formato A de Kanban de transporte	103
Figura 38 Formato B de Kanban de transporte	104
Figura 39 Formato C de Kanban de transporte	104
Figura 40 Formato D de Kanban de transporte	104
Figura 41 Formato de Kanban de producción para el corte de piezas	105
Figura 42 Formato de Kanban de producción para el proceso de perfilado.....	105
Figura 43 Formato de Kanban de producción para el armado	106
Figura 44 Formato de Kanban de producción para el alistado	106
Figura 45 Perfil entre el Takt Time y el Tiempo de Ciclo	107
Figura 46 Perfil de comparación Takt time vs Tiempo de ciclo	121
Figura 47 Análisis del comportamiento de fallas del horno antiguo.....	125
Figura 48 Propuesta de un VSM FUTURO	132
Figura 49 Productividad Pre vs Productividad Post por cada de Proceso.....	139
Figura 50 Productividad Pre vs Productividad Post.....	140

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Resultados de la Proyección de los Datos Registrados por el Ministerio de la Producción.....	149
Anexo 2 Datos registrados del pronóstico de 12 periodos	149
Anexo 3 Diagrama Ishikawa del elevado nivel de desperdicios en la empresa de Calzados Celeste SAC.....	151
Anexo 4 Evidencias de los Desperdicios Generados en la empresa Calzados Celeste SAC.....	152
Anexo 5 Análisis de Pronósticos en el software Minitab	153
Anexo 6 Formato de Auditoría 5S	157
Anexo 7 Formato de registro de tarjetas rojas.....	159
Anexo 8 Identificación de objetos con tarjeta roja	160
Anexo 9 Registro de tarjetas rojas en el Área de Producción	162
Anexo 10 Formato de registro de moldes	168
Anexo 11 Formato de registro de materiales.....	169
Anexo 12 Formato de registro de herramientas	170
Anexo 13 Formato para el control de capacitaciones.....	171
Anexo 14 Formato para el reconocimiento del empleado	172
Anexo 15 Manual de Aplicación 5S.....	173
Anexo 16 Diagrama Bimanual actual del proceso de Corte	181
Anexo 17 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Corte.....	185
Anexo 18 Diagrama Bimanual actual del proceso de Perfilado.....	188
Anexo 19 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Perfilado	192
Anexo 20 Diagrama Bimanual actual del proceso de Armado	195
Anexo 21 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Armado	198
Anexo 22 Diagrama Bimanual actual del proceso de Alistado	201
Anexo 23 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Alistado.....	203
Anexo 24 Manual para el Mantenimiento Total Productivo	205

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, los diferentes mercados del mundo presentan una tendencia muy notoria en el ámbito del calzado, por lo cual el sector calzado reportó una disminución del 11,39 % en los últimos 5 años. Según la Asociación de Cooperación Económica de Asia y el Pacífico (APEC), el valor de las exportaciones alcanzó los \$6,478 millones en el año 2020, demostrando así una disminución significativa de 8,9% respecto al año anterior debido a la pandemia que se está viviendo actualmente. A continuación, se presenta datos relacionados a la tasa de crecimiento de los últimos años de los diferentes países exportadores en el mundo.

Tabla 1

Tasa de crecimiento anual de exportación de Calzado

Exportadores	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2016-2020 (%)
Mundo	-11.39%
Asociación de cooperación económica de Asia y el Pacífico (APEC)	-8.90%
China	-5%
Vietnam	8%
Indonesia	0%
Hong Kong, China	-7%
Estados Unidos de América	-2%
Tailandia	-4%
México	-2%
Singapur	3%
Corea, República de	-3%
Rusia, Federación de	11%

Taipéi Chino	-6%
Malasia	-2%
Canadá	-12%
Filipinas	26%
Australia	5%
Japón	6%
Perú	-12%
Chile	3%
Nueva Zelandia	-30%
Brunéi Darussalam	-42%
Papua Nueva Guinea	-31%

Nota: Cálculos del ITC basados en estadísticas de COMTRADE e del ITC.

El sector calzado es una de las industrias más importantes del Perú; dado que se encuentra en expansión por la variedad de cueros presentes en el mercado; sin embargo el crecimiento de este sector obliga a los empresarios a competir frecuentemente no solo entre compatriotas sino también con productos extranjeros a menor costo; lo que se ha convertido en los últimos años en un problema principal, porque el producto peruano se ve sobre valorado ante el consumidor, que frecuentemente está buscando opciones que se puedan ajustar a sus posibilidades económicas. Asimismo, según Perú – Ministerio de Variación de la Producción, la variación de la producción acumulada será de -11.29% (Anexo 1 y 2).

Asimismo, el sector del cuero a nivel mundial reportó una disminución del 14% en los últimos 5 años. El valor exportado según APEC alcanzó los 14,5 millones en el año 2020, demostrando así una disminución de 26% respecto del año anterior todo esto debido a la paralización de algunos países ocasionados por la pandemia de la Covid-19. A continuación, se presentan datos relacionados a la tasa de crecimiento de los países exportadores de los últimos años.

Tabla 2*Tasa de crecimiento anual de exportación del Cuero*

Exportadores	Tasa de crecimiento anual en valor entre 2016 - 2020 (%)
Mundo	-14%
Asociación de cooperación económica de Asia y el Pacífico (APEC) Agregación	-27%
Estados Unidos de América	-26%
China	-9%
Hong Kong, China	-40%
Tailandia	-23%
Australia	-26%
Vietnam	-22%
Corea, República de	-46%
México	-18%
Taipéi Chino	-38%
Nueva Zelandia	-27%
Canadá	-29%
Japón	-19%
Indonesia	-27%
Singapur	-38%
Rusia, Federación de	-36%
Malasia	-10%
Chile	-34%
Papua Nueva Guinea	-23%
Filipinas	-17%
Perú	-41%

Nota: Cálculos del ITC basados en estadísticas de COMTRADE e del ITC.

Por lo tanto, se puede concluir que la producción de la manufactura en general se está viendo afectado por los cambios globales; siendo prioritario, reducir los desperdicios que se convierten en sobre costos para las empresas; es por ello por lo que cada día se está buscando la mejor forma de poder mejorar las buenas prácticas de manufactura con una visión de poder ser competitivos en un mercado cada vez más exigente que no sólo analiza la calidad del producto sino también su precio.

La Empresa “Calzados Celeste SAC” es una empresa que se creó hace 15 años y está ubicada en la ciudad de Trujillo, y se dedica a la producción de calzado para dama en general; en los dos últimos años ha tenido un crecimiento de su demanda en los primeros meses del 15% según el Reporte anual (2020).

La empresa actualmente genera bastante desperdicios en el área operativa los cuales provienen de sus procesos no estandarizados, excesivos reprocesos, mal uso de los materiales y suministros de fabricación lo que vienen originando altos costos de producción y por ende una disminución la productividad. A continuación, se presentan los costos asociados a los diferentes tipos de desperdicios presentes en la empresa Calzados Celeste SAC.

Tabla 3

Análisis de Desperdicios Año 2019 vs Año 2020 en soles

Desperdicios	AÑOS		% de incremento
	2019	2020	
Exceso de almacenamiento	148.73	171.04	13%
Reprocesos	244.76	303.98	19%
Movimientos innecesarios	382.85	437.06	12%

TOTAL	776.34	912.08	15%
--------------	---------------	---------------	------------

Nota: Área de producción de Calzados Celeste SAC

Por esta razón el presente estudio, pretende aplicar herramientas de Lean Manufacturing con el propósito de disminuir los desperdicios e incrementar la productividad y de esta manera minimizar los costos de la empresa y así lograr mejores niveles de competitividad (Anexo 3).

1.2. Descripción del problema

La Empresa “Calzados Celeste SAC” actualmente tiene altos costos de producción por exceso de desperdicios lo cual está impactando negativamente en la productividad de la empresa por la poca eficiencia en sus procesos, pérdida de cobertura de mercado por lo mismo que sus márgenes de utilidad se han visto reducidos.

Los principales problemas que afronta la empresa actualmente son:

- La empresa tiene demasiados productos y materias primas en stock; por lo que algunos son de menor rotación que otros; significando que el espacio utilizado es mucho mayor del necesario; desaprovechando el recurso para otras actividades (Anexo 4).
- La maquinaria con respecto al calentado del pegamento para el pegado de plantillas; no tienen un lugar definido por lo que los operarios utilizan según su forma empírica de trabajo provocando un desorden en la organización de sus procedimientos; convirtiéndose en un lugar inseguro para los trabajadores; por el riesgo de una sobre exposición de temperatura por contacto directo con la máquina de calentado de plantillas.
- El tiempo de producción de los productos es muy variable por lo que no tienen un estándar para analizar si el tiempo de espera es el adecuado.

- No existe un orden de actividades y todos trabajan de manera empírica por lo que no está establecido un método de trabajo de acuerdo con la fluctuación de la demanda.
- Existe muchos reprocesos y rechazos de productos sobre todo en el mes de diciembre; dado que se incrementa la producción por fiestas navideñas; es por ello por lo que la empresa se toma un tiempo adicional que debe ser compensado a los trabajadores para reparar los daños ocasionados a los clientes.

1.3. Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación de las Herramientas de Lean Manufacturing permitirá incrementar la productividad de la empresa Calzados Celeste SAC?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Aplicar las Herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Calzados Celeste SAC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo teniendo en cuenta los costos y gastos operativos causados por los desperdicios y su incidencia en la productividad de la empresa Calzados Celeste SAC.
- Aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción en la empresa Calzados Celeste SAC.
- Contrastar los resultados de la productividad determinados en el diagnóstico con los obtenidos después de aplicar las herramientas del Lean Manufacturing.

1.5. Justificación del estudio

- **Justificación económica:** Este proyecto de investigación se elaborará con el objetivo de aplicar las Herramientas de Lean

Manufacturing para lograr reducir el porcentaje de desperdicios presentes en la producción de calzado; estableciendo una metodología de trabajo basado en dicha filosofía oriental; permitiendo así la reducción de estos, así como también el incremento de la productividad dentro de la línea de proceso y consecuentemente contribuir con el crecimiento sostenible de la empresa.

- **Justificación practica:** El presente trabajo se realizará con la finalidad de comprobar la eficacia de las herramientas de Lean Manufacturing para demostrar la fiabilidad y validez de estos conocimientos en relación con la mejora y control de los desperdicios en las diferentes empresas del mismo sector; promoviendo el desarrollo económico del País para el beneficio de la sociedad
- **Justificación social:** Después de implementar y comprobar la fiabilidad y validez de este proyecto de investigación en relación con la reducción de desperdicios en el área de producción; este trabajo sería utilizado para fines educativos; asimismo se convertiría en una guía de implementación para las empresas del mismo sector; colaborando no solo con el incremento del PBI Nacional sino también con las buenas prácticas de Manufactura además que los trabajadores serán más competitivos y la organización sea rentable.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

Según Aguirre Álvarez (2014); en su tesis titulada “ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS EN LAS PYMES” trabajo de grado para optar al título de Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Refiere que su objetivo es analizar las herramientas Lean Manufacturing para lograr los desperdicios en las Pymes con el fin de mejorar su productividad realizando un análisis de la relación entre esta filosofía y la idea

general de la cadena de suministros de las pymes para lograr una integración de estos conocimientos en la creación de indicadores o redistribución de actividades que puedan colaborar con la reestructuración óptima de las buenas prácticas de manufactura o servicio; después de haber analizado las herramientas de Lean Manufacturing se demostró que las herramientas que serían más utilizados en la solución de los problemas son TPM, KAMBAN y SMED; asimismo con la simulación de 3 escenarios se pudo comprobar que es posible el aumento de la productividad en 29.25%, si consideramos la implementación del TPM en su nivel alto con señales de aviso ANDON.

- **Aporte:**

Este trabajo aporta a la investigación en estudio con un análisis de cada herramienta de Lean Manufacturing considerando el entorno de la empresa y sus operaciones; contribuyendo en identificar las herramientas necesarias para la implementación en una empresa de calzado.

Según Cotera Rodríguez (2018); en su tesis titulada "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL DE LIMA - 2017" trabajo de grado para optar al título profesional de Ingeniero Industrial y de Gestión Empresarial, Universidad Privada Norbert Wiener, Lima. Refiere que su objetivo es proponer la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para optimizar el proceso productivo de una empresa de confección textil de Lima; donde primero se diagnosticó con un diagrama VSM para determinar qué tipo de desperdicios están presentes en la organización y así poder establecer cuáles serían las herramientas de Lean Manufacturing a utilizar, siendo las siguientes: 5S, SMED y Nivelación de producción (HEIJUNKA). Demostrándose que la productividad aumento en un 25% con respecto al periodo anterior analizado; asimismo se obtuvo un beneficio/costo de 1.11;

significando que, por cada sol invertido en la propuesta, se podrá recuperar 1.11 soles para mitigar los gastos y costos relacionados.

- **Aporte:**

Este trabajo aporta a la investigación en estudio con una guía para poder diagnosticar los desperdicios mediante el mapa VSM.

Según Hernández Fernández (2018); en su tesis titulada “APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR LOS COSTOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DUAL CORPORACIÓN DE SERVICIOS GENERALES” trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Refiere que su objetivo es medir la influencia de la metodología en los costos del área de producción de la organización en estudio. Primero comienza con un análisis de los costos de producción y su relación con los desperdicios que se generan a lo largo de toda la producción; apoyándose con el diagrama VSM se pudo identificar los problemas principales; siendo los siguientes: exceso de inventarios, procesamiento incorrecto y movimiento innecesario. Todo lo mencionado se pudo lograr reducir con la aplicación de 5S, estandarización de procesos, reducción de tiempos de fabricación con un balance óptimo de producción y por último un modelo óptimo para controlar el inventario de materia prima malograda; después de aplicar la metodología se pudo reducir los tiempos de fabricación en un 11%, además de aprovechar en un 26% más la capacidad instalada en el área de producción; también se redujo la tela inservible en un 43.02%, lo que llevó a ahorrar en un 10% en los costos de producción; lo que significa 13087 soles anuales.

- **Aporte:**

Este trabajo aporta a la investigación un estudio con un indicador para poder calcular tiempo de fabricación y así poder determinar el desperdicio generado por lote de producción. Asimismo, nos da

una referencia de cómo se puede analizar los costos en relación con los desperdicios generados por la línea de producción.

Según Ríos Bernuy (2018); en su tesis titulada “APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CALZADO DE SEGURIDAD GYW DE LA EMPRESA SEGUSA SAC” trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Refiere que su objetivo es aumentar la productividad en el área de producción mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing mediante el reconocimiento de las causas de baja productividad del área de estudio y el análisis de cada una de estas en la línea de producción. Luego se realizó mediante un análisis de Pareto para determinar el 20% de causas que provocan el 80% de los problemas en la empresa; estableciendo medidas para la mejora como: Estudio de tiempos, optimización de la distribución de la planta y una implementación de orden y limpieza, demostrando así que la productividad aumento a 2.61 pares por hora hombre, la distribución de la planta aumentó la productividad en 0.05 pares por hora hombre y con las 5s aumentó la productividad en 0.08 pares por hora hombre.

- **Aporte:**

Este trabajo aporta a la investigación en estudio con una guía de implementación de las herramientas Heijunka y 5S para poder optimizar el tiempo de ciclo en relación con el Takt Time.

Según Namuche Huamanchumo & Zare Desposorio (2016); en su tesis titulada “APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MATERIA PRIMA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA ESPARRAGUERA PARA EL AÑO 2016” trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Refiere que su objetivo es incrementar la productividad de la empresa; debido a los constantes problemas en el área de producción y la necesidad de la empresa de incrementar su participación en el mercado, mejorar

sus procesos y convertirse en la mayor exportadora de espárragos en el Perú; es así como se realizó un diagnóstico a los sub – procesos del área de producción para identificar los problemas que afectan directamente a la productividad; teniendo como resultados: paradas de máquinas y tiempos muertos entre la problemática más resaltante. Asimismo, para minimizar estos problemas se aplicó 5S, OEE Y SMED; demostrándose un aumento de productividad del 5%; así como una disminución de paradas correctivas y preventivas, tiempo de ciclo, etc.

- **Aporte:**

Este trabajo aporta a la investigación en estudio con indicadores como OEE Y SMED.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Teoría Lean Manufacturing

Es una filosofía del Occidente que nos permite establecer un proceso continuo y sistemático en las organizaciones; a través de la identificación y eliminación de los desperdicios encontrados; sobre todo en las actividades que no añaden valor en un proceso; pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados. El verdadero poder de esta herramienta radica en descubrir de forma continua todas las oportunidades de mejora con un evidente resultado óptimo; pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados. Por lo tanto, es la forma como la organización concibe la idea de eliminación de desperdicios para optimizar sus procesos en beneficios de su rentabilidad. (Socconini, 2008).

Los principales beneficios de implementar esta metodología en la organización serían los siguientes:

- Mejora de procesos
- Reducción de tiempos

- Eliminación de desperdicios
- Incremento de la productividad y la rentabilidad

Una de las principales metas de esta metodología es:

- **Eliminación de Desperdicios**

Son actividades que consumen tiempo, recursos, espacio que añaden costo al producto, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente. (Rajadell & Sánchez, 2010).

Actualmente, se consideran 7+1 tipos de desperdicios presentes en todo proceso productivo que se describen a continuación:

- **Exceso de almacenamiento:** Según la perspectiva de varios expertos lo han denominado al inventario “La raíz de todos los males”; dado que encubren varios productos que son olvidados y generan sobrecostos para la organización relacionando estos costos con el cuidado, mantenimiento, vigilancia, contabilidad y gestión de inventarios.
- **Sobreproducción:** Se produce por la consecuencia de fabricar más productos de lo demandado.
- **Tiempo de espera:** Desgaste de tiempo que resulta de la cadena de suministros por un proceso ineficiente
- **Transporte:** Es el tiempo perdido por la manipulación o movimientos de material innecesario.
- **Movimientos innecesarios:** Es el grupo de movimientos y/o desplazamientos innecesarios de los individuos en un proceso.
- **Defectos, rechazos:** Este tipo de despilfarro se deriva directamente cuando el producto y/o materiales no cumplen con las especificaciones del mercado o cliente, lo cual esto provoca un mayor costo y a la vez mayor tiempo de fabricación.

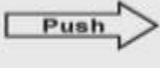
- **Reprocesos:** Este tipo de despilfarro deriva directamente de los errores del proceso de producción; significando una pérdida de productividad.
- **Talento Humano:** La creatividad y/o habilidades del personal que no son aprovechadas por la organización son consideradas pérdidas de potencial humano, debido a que ellos disponen “Know-How” del proceso.

2.2.1.1. Value Stream Mapping

Para poder conocer la situación inicial de partida; se debe de analizar el mapa de la cadena de valor a través del diagrama VSM que permite analizar a detalle toda la cadena evolutiva del producto desde la concepción hasta la entrega del consumidor final; dado que es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. El primer paso para el análisis de la cadena de valor es elegir el producto de interés que dependerá de los factores de demanda que consideren la organización, como tiempo elevado de proceso, sobre producción o inventario entre procesos elevado, etc. Luego se debe analizar el tiempo de ciclo mediante una hoja de datos de proceso donde se especifique las operaciones de: transformación, transporte, control, stock y espera; donde se podrá analizar de forma paralela el porcentaje de actividades productivas e improductivas. Asimismo, la simbología estándar para mostrar el flujo de materiales e información en el diagrama VSM es la siguiente:

Figura 1

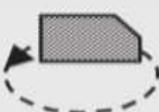
Simbología estándar para el flujo de materiales

 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado				
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="758 470 917 593"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<u>máx. 30 Piezas</u> —FIFO— Flujo de Materiales en Secuencia	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.							
C/S: 400 seg.							
2 Turnos							
OEE: 60%							
 Transporte por Camión	 Transporte interno	 Supermercado					

Nota. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Figura 2

Simbología estándar para el flujo de información

 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	 Plan de Producción	 Caja de Nivelado
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote
 Secuenciador	 Ajustes "informales" del Plan de Producción		

Nota. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.2.1.2. Herramienta Lean: 5S

SEIRI: Despejar

En esta fase el objetivo es conservar sólo lo útil y retirar lo inútil; dado que, se pueden acumular en materiales u objetos, provocados por el pensamiento erróneo de poder “utilizarnos en otro momento”; ocupando cierto espacio que puede ser utilizado para mejorar las operaciones de la empresa.

SEITON: Ordenar

Después de haber identificado lo necesario en la línea operativa; se procederá a identificar el lugar adecuado para cada uno de estos; dado que el objetivo es tener cada elemento en su sitio.

SEISO: Reparar

El objetivo es eliminar las causas por las que no están en condiciones; es decir una vez organizados se debe establecer los programas de limpieza respectivos ya sea para las áreas en general; o como parte de un mantenimiento de la maquinaria.

SEIKETSU: Normalizar

El objetivo es sistematizar todas las tareas que son repetitivas, alcanzando el nivel de orden y limpieza deseado. (Benjamin W. & Andris, 2009)

SHITSUKE: Disciplina

El objetivo es eliminar las causas de que las tareas no se puedan hacer como se han establecido; fomentándose la disciplina para que se respeten las directrices establecidas.

2.2.1.3. Herramienta Lean: Heijunka

Es una forma de poder concebir el flujo continuo en las organizaciones; dado que se busca un equilibrio entre el tiempo de procesamiento y el requerimiento de atención de la demanda de los clientes. A continuación, se muestra una gráfica representativa de la metodología.

Figura 3

Figura representativa de la producción nivelada



Nota. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Para los cálculos de los tiempos de proceso y balanceo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$TAKT = \frac{\text{tiempo del turno} - \text{tiempo no productivo}}{\text{producción} + \text{número de piezas scrap}}$$

$$\text{Numero teórico de operarios necesario} = \frac{\text{tiempo de ciclo}}{\text{takt time}}$$

Lo ideal sería conectar el flujo continuo en toda la cadena de suministros; sin embargo, existirá siempre las variaciones que impedirán dicho flujo por lo que para hacer esto posible se necesitan contemplar tres niveles distintos:

i. Flujo de información:

Con el conocimiento de la información en todos los procesos; sobre todo históricos, se puede optimizar la toma de decisiones.

ii. Flujo de materiales:

Con el abastecimiento oportuno de los materiales sin quiebres ni excesos en stock.

iii. Flujo de operarios:

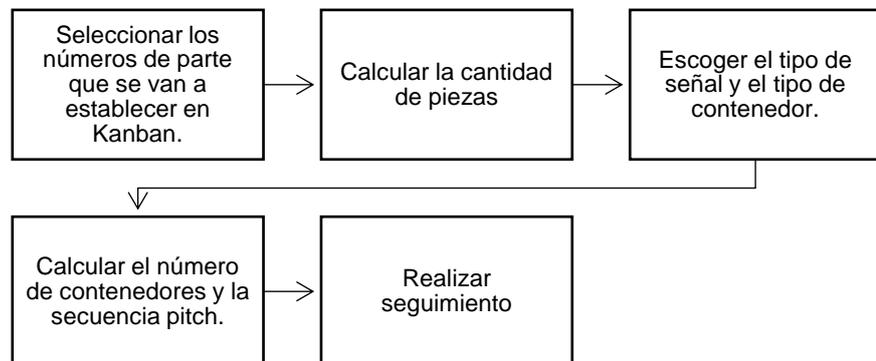
Al capacitar a los operarios y asignarles las herramientas adecuadas, se crean estaciones de trabajo que ofrecen gran flexibilidad y eficacia para ello es necesario.

2.2.1.4. Herramienta Lean: Kanban

Es un sistema de comunicación de abastecimiento para la cadena de suministros, integrar los procesos de manufactura con los requerimientos del cliente apoyado en el requerimiento de la producción. A continuación, se muestra el procedimiento a seguir para la implementación de esta herramienta:

Figura 4

Procedimiento de implementación Kanban



Nota. (Rajadell & Sánchez, 2010)

La fórmula de piezas por Kanban es: $D \times TE \times U \times \%VD$

- D = demanda semanal
- TE = Tiempo de entrega
- U = Número de ubicaciones
- %VD = Nivel de variación de la demanda

Para calcular el número de contenedores y la secuencia pitch se utiliza:

$$\text{Número de contenedores} = \frac{\text{Cantidad de piezas en Kanban}}{\text{Capacidad del contenedor}}$$

$$\text{Pitch} = \text{Tiempo Takt} \times \text{capacidad del empaque}$$

2.2.1.5. Herramienta Lean: Smed

Esta metodología nace a partir de la necesidad de poder realizar no solo cambios rápidos en la preparación de maquinaria sino también en los lotes de producción. Por lo cual se debe de considerar las siguientes ideas operativas primordiales:

- Reducir los tiempos de cambio hasta que resulten con los suplementos básicos.
- Es un problema que parte del compromiso de la alta dirección.
- El tipo de metodología implementada es el causante de los resultados óptimos en las operaciones.

Existen diferentes conceptos que repercuten en el tiempo de cambio entre ellos destacan los siguientes:

Tabla 4

Procedimiento del tiempo de cambio.

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION
Transición de los parámetros operativos	Estos procedimientos se ejecutan cuando la producción flexible necesita realizar cambios de lotes de producción según especificaciones del cliente; por lo que la metodología se debe de adaptar fácilmente al cambio
Cambio de la metodología de trabajo y suministros	Así como cambia la metodología de trabajo por el tipo de producto o especificaciones dadas; estos deben de fluctuar también en relación con el tipo de material suministrado.

Nota. (Socconini, 2008)

2.2.1.6. Mantenimiento Total Productivo

Es una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas; teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Prevención
- Cero defectos ocasionados por máquinas
- Cero accidentes
- Cero defectos
- Participación total de las personas

A continuación, se muestra la forma de cómo combatir las seis grandes pérdidas comunes en los equipos:

Tabla 5

Metodología para la minimización de las pérdidas de los equipos

METODOLOGÍA	PÉRDIDA
Mejoras enfocadas	Paros inesperados, paros menores, reducción de velocidad y defectos
Mantenimiento autónomo	Paros menores, paros inesperados, reducción de velocidad y cambios.
Mantenimiento planeado	Paros inesperados, paros menores y defectos.
Mantenimiento de calidad	Defectos de proceso y de arranque
Capacitación	Reducción de velocidad, paros menores y tiempo de cambio.
Seguridad	Paros inesperados, paros menores y reducción de velocidad

Nota. (Socconini, 2008)

2.2.2. Productividad

Es una medida que suele aplicarse para conocer que tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) una industria o una unidad de negocios, lo cual resulta fundamental medir la productividad para analizar el desempeño de las operaciones. La productividad es lo que se conoce como una medida relativa. (CHASE, 2004)

La productividad se puede determinar de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Productos\ Obtenidos}{Insumos\ Invertidos} = \frac{Desempeño\ alcanzado}{Recursos\ consumidos}$$

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

Para determinar el incremento de la productividad, debemos establecer lo siguiente:

$$\Delta Productividad = \left(\frac{Productividad\ Final - Productividad\ Actual}{Productividad\ Actual} \right) \times 100$$

2.2.2.1. Tipos de Productividad

La medición de la productividad se calcula teniendo en consideración la información veraz y el propósito de la medición. A continuación, se detalla los diferentes tipos de productividad:

a. Productividad Parcial

Es la relación entre la producción total y la variable de entrada o recurso de entrada.

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Variable\ de\ Entrada}$$

b. Productividad de Factor Múltiple

Es la relación de la cantidad neta producida y la suma asociada de los factores utilizados.

c. Productividad Total

Es la relación entre la producción total y el total de variables de entrada o recursos de entrada.

$$Productividad\ Total = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ Total}$$

2.2.2.2. Indicadores de Productividad

a. Eficiencia

Significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados. (Chiavenato, 2004)

b. Eficacia

Eficacia es hacer lo necesario para alcanzar o lograr los objetivos deseados o propuestos. (Chiavenato, 2004)

$$Eficacia = \frac{Producción\ Util}{Objetivo\ de\ la\ empresa}$$

c. Efectividad

Se define como grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, es el grado en que se satisfacen las necesidades del cliente. (Rodríguez José, 2007)

2.2.2.3. Factores que afectan la Productividad

Para poder contribuir al incremento de la productividad, se deben identificar los factores productivos que tienen más preponderancia los cuales se nombran a continuación:

- Ingeniería de método de trabajo

- Flujo del proceso productivo
- Distribución de instalaciones
- Personal capacitado
- Equipos y maquinarias
- Planeación y control de la Operaciones

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Calidad Heijunka:

Es un mecanismo físico usado para gestionar el volumen de producción en volumen y variedad. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.3.2. Condiciones operativas:

Es la condición de la empresa de estar operando en toda su capacidad instalada. (EOI, 2013)

2.3.3. Defecto:

Producto que se desvía de las especificaciones o no satisface las expectativas del cliente, incluyendo los aspectos relativos a seguridad (EOI, 2013)

2.3.4. Despilfarro:

Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, y que no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.3.5. Disponibilidad:

Es el tiempo disponible menos el tiempo muerto entre el tiempo disponible. (Socconini, 2008)

2.3.6. Eficiencia:

Es la producción total entre el tiempo operativo por la capacidad. (Socconini, 2008)

2.3.7. Flujo Continuo:

Es la forma de trabajo ideal que no permite la existencia de paradas ni defectos durante toda la cadena de suministros. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.3.8. Flujo de valor:

Son todas las actividades que son esenciales para la creación de un producto en específico; desde el concepto hasta el

lanzamiento; e incluso hasta llegar al consumidor final. (EOI, 2013)

2.3.9. Sistema Pull:

Es un sistema basado en el abastecimiento de materiales con avisos ANDON para la identificación del requerimiento de producción necesario; según las especificaciones dadas. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.3.10. Tiempo de ciclo:

Es el tiempo que transcurre desde el inicio de las operaciones individuales de un proceso. (Rajadell & Sánchez, 2010)

2.3.11. Tiempo de proceso:

Es el tiempo de una operación en específico que puede ser manual, mecánica o automatizada (EOI, 2013)

2.3.12. Tiempo de preparación:

Es la totalidad de los tiempos de preparación de un nuevo lote de producción. (EOI, 2013)

2.3.13. Trabajo estándar:

Es el tiempo que proviene de la medición de un trabajo óptimo que se una con la finalidad de planificar la producción y establecer los procedimientos adecuados que forman parte de las buenas prácticas de manufactura. (EOI, 2013)

2.3.14. Transporte de material:

Es la distancia que recorre el material entre las operaciones desde la impresión del plano de diseño hasta el empaquetado del producto. (EOI, 2013)

2.3.15. Valor Añadido:

Es la transformación que recibe un producto, cada vez que pasa por una estación de trabajo. (Rajadell & Sánchez, 2010).

2.4. Sistemas de Hipótesis

La aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing contribuirá positivamente en la productividad de la empresa “Calzados Celeste SAC”.

2.5. Variables e Indicadores

Tabla 6

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NOMBRE DEL INDICADOR	INDICADOR	ESCALA
Variable Independiente: Herramientas de Lean Manufacturing	Es una metodología que ha sido diseñada con la finalidad de reducir los desperdicios en las organizaciones. (EOI, 2013)	En la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing; primero se realiza un diagnóstico del flujo operacional de la empresa; luego se aplicará las Lean	VSM	$\frac{\text{Tiempo valor añadido}}{\text{Tiempo total}} \times 100$	Razón
			KANBAN	<i>Sistema Pull Sincronizado</i>	Nominal
			HEIJUNKA	$\frac{\text{Lotes realizados por mes}}{\text{Lotes totales planificados}} \times 100$	Razón
			SMED	$\frac{\text{Tiempo de prep con mejora} - \text{Tiempo prep sin mejora}}{\text{Tiempo de prep con mejor}}$	Razón
			5'S	$\frac{\% \text{Cumplimiento} = \text{Actividades ejecutado}}{\text{Actividades Programadas}} \times 100$	Razón

			TPM	$OEE = ((\text{Tiempo Disponible} - \text{Tiempos muertos} - \text{TSMED}) / \text{Tiempo disponible}) * (\text{Tiempo de funcionamiento} / (\text{Tiempo disponible} + \text{Tiempo caído} + \text{TSMED})) * (1 - (\text{lotos reprocesados} / \text{lotos realizados}))$	Razón
Variable dependiente: Productividad	La productividad es un indicador que mide la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizados. (Zare Desposorio & Namuche Huamanchumo, 2016)	Se medirá la productividad mediante los indicadores de eficiencia y eficacia. Además, se analizará el incremento de esta.	EFICIENCIA	$\frac{\text{Recursos Planificados}}{\text{Recursos Utilizados}} \times 100$	Razón
			EFICACIA	$\frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Producción Objetivo}} \times 100$	Razón

Nota. Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA APLICADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, por qué a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing se solucionará la problemática de la empresa CALZADOS CELESTE SAC.

3.1.2. Nivel de Investigación

Según el trabajo podemos afirmar que sigue un nivel descriptivo, porque identifica o describe la realidad, objeto de la investigación y se definen las variables.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Para el presente trabajo de investigación la población está constituida por todos los procesos de producción de calzado para damas: Sandalia, taco cerrado, Chala, taco forrado y botines

3.2.2. Muestra

El tipo de muestreo es no probabilístico por juicio y estará representado por la producción de calzado para damas: Botines.

3.3. Diseño de investigación

El estudio se apoyará en la investigación no experimental, debido a que este trabajo de investigación estudiará el fenómeno en su estado natural sin manipular las variables directamente.

APSH-----APSP

APCH-----APCP

Donde:

APSH: Área de producción sin aplicación de herramientas lean Manufacturing.

APCH: Área de producción con aplicación de herramientas lean Manufacturing.

APSP: Área de producción sin propuestas de reducción de desperdicios.

APCP: Área de producción con propuestas de reducción de desperdicios.

3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Fuentes	Ventajas	Desventajas
Observación de campo (Observación directa)	Guía de observación	El propio investigador	Contacto directo del investigador con la realidad	Aplicación limitada a aspectos fijos o respectivos
Análisis documental	Ficha resumen	Informes	Muy objetiva. Puede construir evidencia	Aplicación limitada a fuentes documentales

Nota. Elaboración Propia

3.5. Herramienta de Análisis de Datos

- Diagrama de ISHIKAWA: Para analizar las causas que generan los problemas de desperdicios.
- Diagrama circulares e Histogramas: Para graficar y resaltar los resultados más importantes.
- Diagrama BPMN: Para diseñar la secuencia de los procesos de calzado.
- Diagrama DAP: Para analizar los tiempos asociados por cada actividad; determinando las actividades productivas e improductivas.
- MINITAB: Para realizar pronósticos.
- VISIO 2016: Para realizar el diagrama VSM y diseño de planta.
- SPSS: Para procesar estadísticamente los datos obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

4.1.1. Resultado del primer Objetivo Especifico

Para realizar el diagnóstico de los desperdicios presentes en la empresa se consideró todos los despilfarros generados por el área de producción con respecto al tiempo; los cuales se evidenciaron después del análisis de la cadena de valor mediante la herramienta VSM (Value Stream Mapping). Asimismo; se realizó un diagnóstico de los inventarios de materia prima para calcular la cantidad perdida de dinero según datos históricos de la empresa. A continuación; se registran los datos necesarios para la construcción del diagrama VSM; considerando que el análisis se realiza desde el cliente hasta el proveedor:

Primeramente, se calculó el Takt Time como requerimiento principal del cliente; para este cálculo se considera el tiempo disponible de la planta entre la demanda mensual de los clientes. En la siguiente tabla se registra la demanda histórica de los últimos años para realizar el respectivo pronóstico que nos dará una referencia de la demanda estimada mensual que requiere el cliente.

Tabla 8

Datos históricos de producción de la empresa Calzados Celestes S.A.C

Periodo	Mes	Demanda
	Enero	1756
	Febrero	1896
	Marzo	1859
	Abril	1943
	Mayo	1798
	Junio	1845
	Julio	1773
	Agosto	1857
	Setiembre	1869
	Octubre	1935

2018

	Noviembre	1867
	Diciembre	1934
	Enero	1816
	Febrero	1745
	Marzo	1984
	Abril	1842
	Mayo	1859
	Junio	1926
	Julio	1945
	Agosto	1837
	Setiembre	1871
	Octubre	1910
	Noviembre	1897
2019	Diciembre	1967
	Enero	1748
	Febrero	1815
	Marzo	1793
2021	Abril	1827
	Mayo	1839
	Junio	1896

Nota. Los datos históricos del año 2020 no fueron considerados por presentar un comportamiento con alta desviación estándar a causa de la pandemia Covid-19 Calzados Celeste S.A.C.

A continuación; se registra un resumen de todos los pronósticos (Anexo 5) que dieron como resultado en el Software MINITAB:

Tabla 9

Resumen de pronósticos en el software MINITAB

MÉTODO	MAPE	MAD	MSD
Modelo de tendencia lineal	2.79	51.78	4065.60
Modelo de tendencia cuadrática	2.72	50.52	3815.92
Modelo de curva de crecimiento	2.79	51.79	4066.83
Modelo multiplicativo	2.14	39.92	2870.68
Modelo Aditivo	2.15	39.95	2874.51
Método Winter	2.61	18.23	3945.69
Modelo exponencial doble	3.25	60.18	5702.24

Modelo exponencial simple	2.86	53.30	4230.49
---------------------------	------	-------	---------

Nota. El mejor pronóstico es el método Winter por tener la menor diferencia media aritmética con 18.23.

Los pronósticos para el siguiente periodo son: 1765.12, 1774.88, 1813.70, 1823.15, 1787.78 y 1840.04; por lo tanto, el promedio estimado es de 1801 pares de zapatos redondeado

Luego, calculamos el tiempo disponible para la operación; por lo que si consideramos las 48 horas laborables de los operarios tenemos que el requerimiento de la demanda es 6.40 min/par de zapato.

Interpretación de Cálculo de Takt Time

$$TAKT\ TIME = \frac{\text{Tiempo neto Disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

Tabla 10

Datos Proporcionados para cálculo de Takt Time

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD
Demanda del cliente	1,801	unid/mes
Días laborados	25	días/mes
Días de trabajo (E=100%)	12,000	min/día
Horas no productivas (E=100%)	60	min/día
Disponibilidad de la maquina	100.00%	
SKAP	4.00%	Unid.

Nota. Datos proporcionados por la empresa Calzado Celeste SAC.

Ahora procedemos determinar el cálculo del Takt Time aplicando la fórmula descrita anteriormente.

Tabla 11

Cálculo de Takt Time

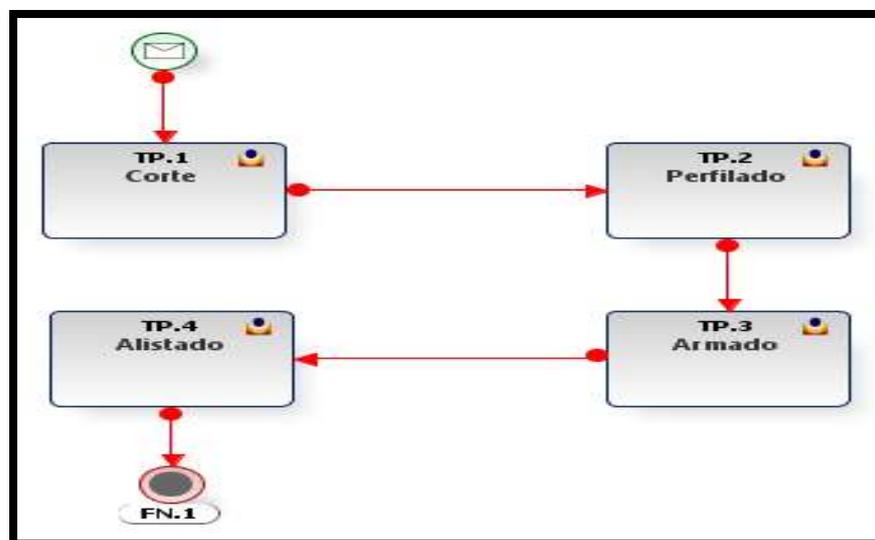
RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD
Demanda del cliente mensual	1,873.04	unid/mes
Demanda de la cliente diaria	74.92	piezas/día
Tiempo neto disponible	11,940.00	minutos
Takt Time	6.40	min/par
Takt Time	382.48	seg/par

Nota. Podemos determinar que el Takt Time para poder cubrir con la demanda del cliente es de 6.40 min/par.

En la siguiente figura se evidencia los procesos para la elaboración del calzado.

Figura 5

Diagrama BPMN para el proceso de elaboración de calzado botín

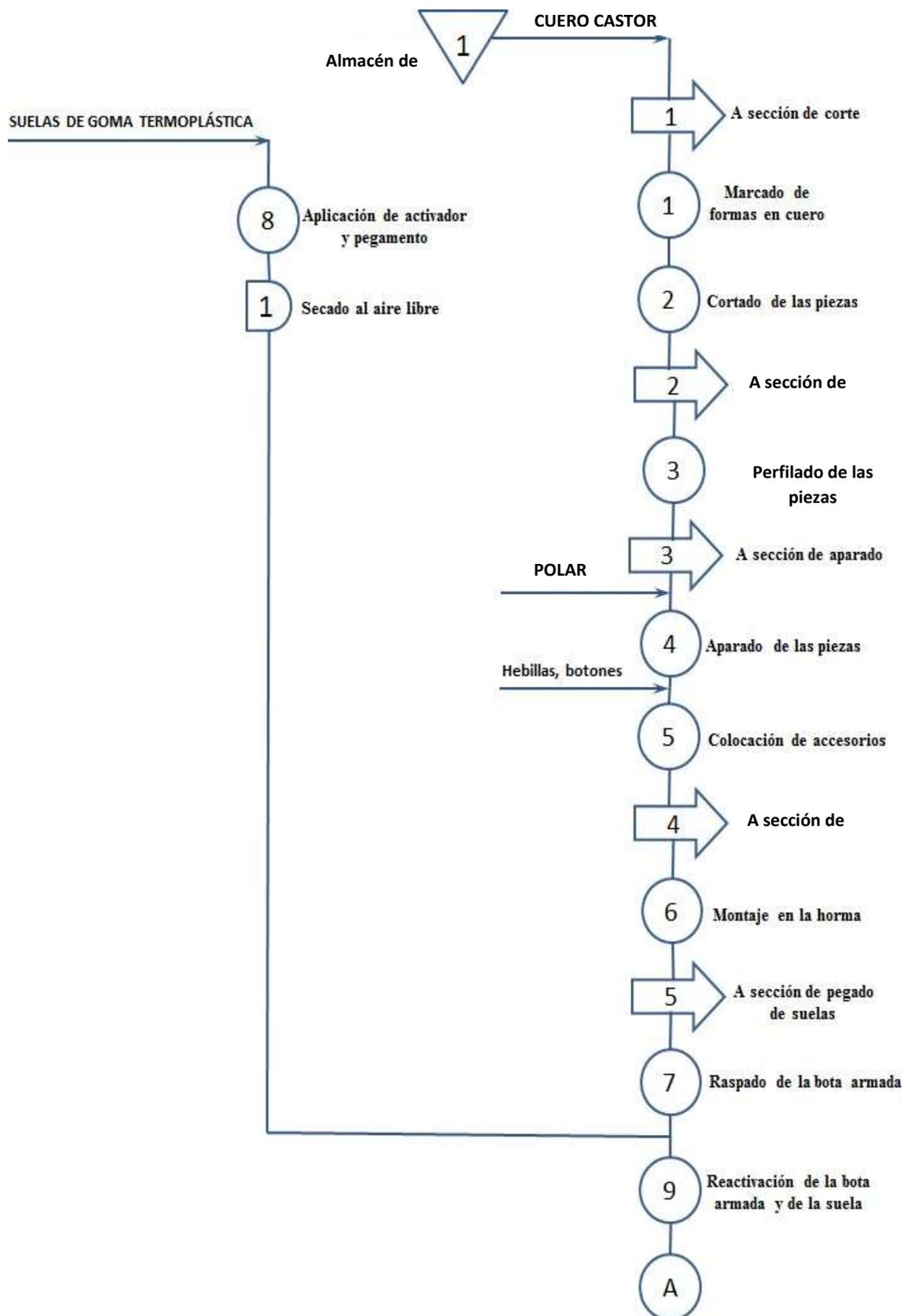


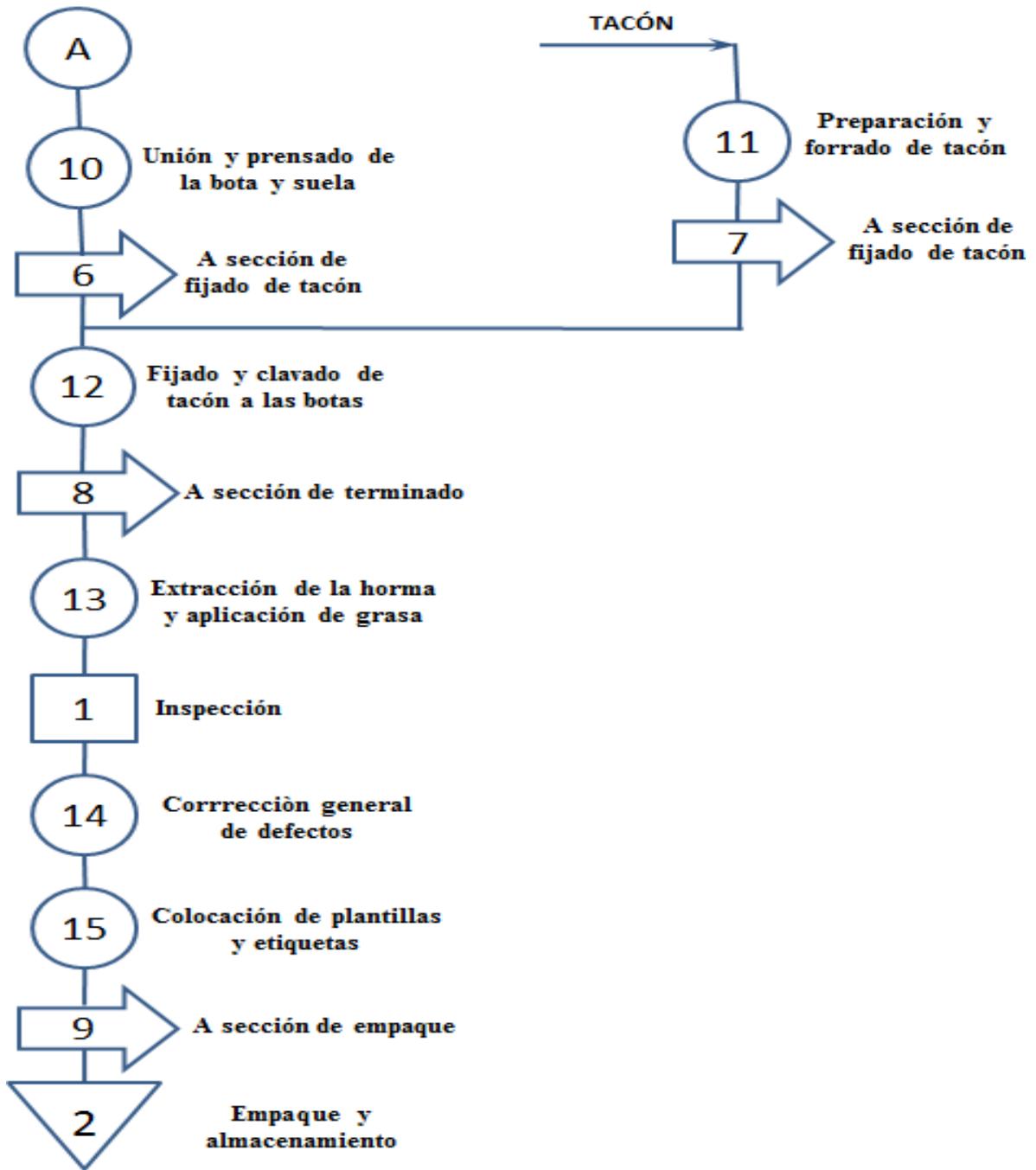
Nota. Elaboración Propia

Para representar las operaciones en una forma secuencial y dando a conocer el tipo de actividades que corresponde para cada uno de los casos, se estableció el siguiente diagrama de flujo.

Figura 6

Diagrama de Flujo de Proceso de Producción de Botas





Nota. Elaboración Propia

Se analizó los tiempos de ciclo por cada sub proceso de producción; para diagnosticar la relación positiva o negativa entre el Takt Time y el tiempo de ciclo total del producto; dado que se comparó los requerimientos del cliente con la capacidad de producción de la empresa; evaluando si existe la necesidad de una nivelación de la producción para reducir los tiempos ociosos o elevado tiempo de espera de cada proceso; permitiendo que exista un flujo continuo o aproximado para el cumplimiento de los tiempos establecidos por requerimiento de los clientes. En la Tabla 12 se registra el proceso de corte.

Tabla 12

Diagrama DAP para el Proceso de Corte

CALZADOS CELESTE S.A.C		DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO		ELABORADO POR	EDUARDO ALDANA				
				FECHA	18/10/2021				
				CANTIDAD	1 PAR				
PROCESO		CORTE		PRODUCTO		BOTÍN			
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS			DATOS		OBSERVACIONES		
							TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)	
1	Abastecimiento de materia prima y moldes de corte	X					57	6	El trabajador se demora en la búsqueda de MP
2	Posicionamiento de la falsa					X	19		
3	Posicionamiento de los moldes de la falsa					X	12		
4	Medición de la falsa	X					27		
5	Inspección de las mediciones			X			5		
6	Corte de la falsa	X					38		
7	Posicionamiento del cuero castor					X	6		
8	Posicionamiento de los moldes					X	41		
9	Medición del cuero	X					120		

10	Inspección de las mediciones		X		24	
11	Corte del cuero	X			289	Se distrae con su compañero de trabajo
12	Posicionamiento del peluche			X	12	
13	Medición del peluche	X			15	
14	Inspección de las mediciones		X		5	
15	Corte del peluche	X			23	
16	Posicionamiento del polar			X	7	
17	Posicionamiento de moldes para el polar			X	9	
18	Medición del polar	X			19	
19	Inspección de las mediciones		X		5	
20	Corte del polar	X			54	
21	Posicionamiento de material para plantillas			X	28	
22	Posicionamiento del molde para plantillas			X	17	
23	Medición de planillas	X			10	
24	Inspección de las mediciones		X		6	
25	Corte de plantillas	X			46	
TIEMPO TOTAL					894	

Nota. El tiempo total de las actividades de corte fue de 894 segundos. Calzados Celeste SAC.

A partir de dicha información procedemos a registrar los datos relevantes de acorde al proceso de corte.

Tabla 13

Datos del Proceso de Corte

DESCRIPCIÓN	DATOS
Proceso	Corte
% Actividades productivas	77%
% Actividades improductivas	23%
No de operarios	2
Tiempo de ciclo	14.73 min

Nota. El tiempo de ciclo es de 14.73 min/par de zapato. Calzado Celeste SAC.

Interpretación de Cálculo de %Actividades Productivas e Improductivas y Tiempo de Ciclo

Procedemos a realizar los cálculos correspondientes para la determinación del % de Actividades Productivas e Improductivas, así como también determinar el Tiempo de Ciclo para cada proceso. Para determinar dichos cálculos haremos uso de las siguientes fórmulas descritas a continuación.

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]}$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \nabla \rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]}$$

$$\text{Tiempo ciclo} = \text{Tiempo Total de Actividades}$$

Tabla 14*Resumen de Actividades DAP – Corte*

Resumen			
Actividad		Tiempo (seg)	Cantidad
Operación		641	10
Transporte		57	1
Inspección		45	5
Almacenamiento		0	0
Retraso		151	9
TOTAL		894	25

Nota. Datos proporcionados por la empresa Calzado Celeste SAC.

Todas estas actividades se realizaron en un tiempo de 894 segundos, así se muestra en la tabla anterior. Para lo cual se expondrá el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{641 + 45}{894}$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 77\%$$

Se obtiene de las actividades productivas, que este proceso tiene un 77% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{47 + 151}{894}$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = 23\%$$

Según la tabla anterior se puede evidenciar que la empresa tiene 23% de actividades improductivas que contribuyen a la metodología de trabajo deficiente en dicha área; asimismo la capacidad productiva, considerando los dos operarios es de 7.36 minutos evidenciándose un ligero exceso con respecto al requerimiento Takt Time.

A continuación, en la Tabla 15 se registra el proceso de perfilado que se presentan a continuación.

Tabla 15

Diagrama DAP para el Proceso de Perfilado

CALZADOS CELESTE S.A.C		DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO			ELABORADO POR		EDUARDO ALDANA	
					FECHA		18/10/2021	
					CANTIDAD		1 PAR	
PROCESO		PERFILADO			PRODUCTO		BOTÍN	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS			DATOS		OBSERVACIONES	
							TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)
1	Ordenar las piezas				X		38	Conversa con su compañero
2	Colocar jebe en el borde derecho de la pieza delantera	X					11	
3	Unir pieza delantera con lateral derecho	X					26	
4	Esperar secado				X		8	
5	Coser pieza lateral derecho con delantera	X					48	

6	Inspección		X		8
7	Colocar pegamento en el borde izquierdo de la pieza delantera	X			10
8	Unir pieza delantera con lateral izquierdo	X			38
9	Esperar secado			X	20
10	Coser pieza lateral izquierda con delantera	X			39
11	Inspección		X		7
12	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza trasera	X			8
13	Unir pieza trasera con lateral izquierdo	X			27
14	Esperar secado			X	20
15	Coser pieza trasera con el lateral izquierdo	X			42
16	Inspección		X		7
17	Colocar pegamento en el cierre	X			17
18	Colocar cierres	X			38

19	Colocar jebe sobre la lona delgada	X		7	
20	Unir lona con laterales izquierdo y derecho	X		45	
21	Esperar secado		X	20	
22	Inspección		X	7	
23	Colocar jebe en los bordes del polar	X		22	
24	Unir polo con los laterales interiores	X		43	
25	Colocar pegamento en la pieza extra	X		29	Demora en la búsqueda del pegamento
26	Colocar pegamento sobre la pieza lateral izquierdo	X		25	
27	Unir pieza extra con lateral izquierdo	X		47	
28	Realizar punteadas en la pieza extra	X		53	Demora en la búsqueda de hojalillos
29	Colocar hojalillos	X		58	
30	Colocar hebilla	X		19	
31	Colocar jebe en la parte superior del zapato	X		13	

32	Colocar peluche	X		24	
33	Traslado hacia el área de armado		X	6	0.8
<hr/>					
TIEMPO TOTAL					830

Nota. El tiempo total de las actividades de perfilado fue de 830 segundos. Calzados Celeste SAC.

A partir de dicha información procedemos a registrar los datos relevantes de acorde al proceso de perfilado.

Tabla 16

Datos del Proceso de Perfilado

DESCRIPCIÓN	DATOS
Proceso	Perfilado
% Actividades productivas	87%
% Actividades improductivas	13%
No de operarios	2
Tiempo de ciclo	13.83 min

Nota. El tiempo de ciclo es de 13.83 min/par de zapato. Calzado Celeste SAC.

Interpretación de Cálculo de %Actividades Productivas, Improductivas y Tiempo de Ciclo

Tabla 17

Resumen de Actividades DAP – Perfilado

Resumen			
Actividad		Tiempo (seg)	Cantidad
Operación		689	23
Transporte		6	1
Inspección		29	4
Almacenamiento		0	0
Retraso		106	5
TOTAL		830	33

Nota. Datos proporcionados por la empresa Calzado Celeste SAC.

Todas estas actividades se realizaron en un tiempo de 830 segundos, así se muestra en la tabla anterior. Para lo cual se expondrá el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{689 + 29}{830}$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 87\%$$

Se obtiene de las actividades productivas, que este proceso tiene un 87% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{6 + 106}{830}$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = 13\%$$

En la tabla anterior se puede evidenciar que en la empresa existen un 13% de actividades improductivas, asimismo el tiempo de ciclo considerando a los dos operarios es de 6.92 min; lo que significa que debe ser analizado para nivelar la producción lo más cercano posible al Takt time.

A continuación, en la Tabla 18 se registra el proceso de armado que se presentan a continuación.

Tabla 18

Diagrama DAP para el Proceso de Armado

CALZADOS CELESTE S.A.C		DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO			ELABORADO POR	MARX ORTIZ			
					FECHA	18/10/2021			
					CANTIDAD	1 PAR			
PROCESO		ARMADO			PRODUCTO		BOTÍN		
		SÍMBOLOS			DATOS				
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD						TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)	OBSERVACIONES
1	Colocar pegamento en la falsa	X					12		
2	Pegar falsa con la horma	X					8		
3	Colocar en inventario de hormas				X		3		
4	Colocar punti en la lona gruesa	X					7		
5	Unir lona gruesa con la pieza delantera	X					67		
6	Inspección			X			15		
7	Colocar punti en la lona delgada	X					6		

8	Unir lona delgada con la pieza delantera	X				51		
9	Colocar para el secado			X		4		
10	Colocar pegamento sobre la lona delgada y en los bordes	X				14		
11	Unir interior de la pieza delantera con el polar	X				34		
12	Recortar imperfecciones	X				138		
13	Colocar pegamento en los bordes inferiores de la falsa	X				12		
14	Unir bordes inferiores del modelo con la falsa	X				347		
15	Inspección			X		40		
16	Traer plantas		X			53	2	Demora en la búsqueda
17	Limpiar plantas	X				74		
18	Colocar PVC en la planta	X				12		
19	Colocar planta en el horno	X				40		
20	Colocar PVC en la parte inferior del cuero	X				10		

21	Colocar reactivador para el PVC	X	15
22	Unir planta con cuero con planta	X	85
23	Recortar imperfecciones de la planta	X	138
24	Descalzado	X	67

TIEMPO TOTAL

1252

Nota. El tiempo total de las actividades de armado fue de 1252 segundos. Calzados Celeste SAC.

A partir de dicha información procedemos a registrar los datos relevantes de acorde al proceso de Armado.

Tabla 19

Datos del Proceso Armado

DESCRIPCIÓN	DATOS
Proceso	Armado
% Actividades productivas	92%
% Actividades improductivas	8%
No de operarios	3
Tiempo de función del horno	20 segundos
Tiempo de cambio de serie del horno	20 segundos
Tiempo de ciclo	20.87 min

Nota. El tiempo de ciclo es de 20.87 min/par de zapato. Calzado Celeste SAC.

Interpretación de Cálculo de %Actividades Productivas e Improductivas y Tiempo de Ciclo

Tabla 20

Resumen de Actividades DAP – Armado

Resumen			
Actividad		Tiempo (seg)	Cantidad
Operación		1137	19
Transporte		53	1
Inspección		55	2
Almacenamiento		07	2
Retraso		00	0
TOTAL		1252	24

Nota. Datos proporcionados por la empresa Calzado Celeste SAC.

Todas estas actividades se realizaron en un tiempo de 1252 segundos, así se muestra en la tabla anterior. Para lo cual se

expondrá el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{1137 + 55}{1252}$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 92\%$$

Se obtiene de las actividades productivas, que este proceso tiene un 92% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{53 + 07}{1252}$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = 08\%$$

En la tabla anterior se puede evidenciar que en la empresa existen un 8% de actividades improductivas, asimismo el tiempo de ciclo considerando a los tres operarios es de 6.96 min; lo que significa que debe ser analizado para nivelar la producción lo más cercano.

A continuación, en la Tabla 21 se registra el proceso de alistado que se presentan a continuación.

Tabla 21

Diagrama DAP para el Proceso de Alistado

CALZADOS CELESTE S.A.C		DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO			ELABORADO POR	MARX ORTIZ			
					FECHA	18/10/2021			
					CANTIDAD	1 PAR			
PROCESO		ARMADO			PRODUCTO		BOTÍN		
		SÍMBOLOS			DATOS				
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD						TIEMPO (segundos)	DISTANCIA (metros)	OBSERVACIONES
1	Armado de cajas de zapatos	X					45		
2	Inspección de armado						5		
3	Repasan plumón a los bordes del calzado	X			X		98		
4	Cepillado de cuero	X					84		
5	Inspección						5		
6	Limpian pegamento sobrante con bencina			X			123		Conversa con su compañero de trabajo

7	Colocan codificación del producto	X		18	
8	Colocan el producto dentro de la caja	X		5	
9	Traslado almacén de Producto Terminado		X	13	2

TIEMPO TOTAL

396

Nota. El tiempo total de las actividades de armado fue de 396 segundos. Calzados Celeste SAC.

A partir de dicha información procedemos a registrar los datos relevantes de acorde al proceso de alistado.

Tabla 22

Datos del Proceso Alistado

DESCRIPCIÓN	DATOS
Proceso	Alistado
% Actividades productivas	97%
% Actividades improductivas	3%
No de operarios	1
Tiempo de ciclo	6.6 min

Nota. El tiempo de ciclo es de 6.6 min/par de zapato. Calzado Celeste SAC.

Interpretación de Cálculo de % Actividades Productivas e Improductivas y Tiempo de Ciclo

Tabla 23

Resumen de Actividades DAP – Alistado

Resumen			
Actividad		Tiempo (seg)	Cantidad
Operación		250	5
Transporte		13	1
Inspección		133	3
Almacenamiento		00	0
Retraso		00	0
TOTAL		396	09

Nota. Datos proporcionados por la empresa Calzado Celeste SAC.

Todas estas actividades se realizaron en un tiempo de 1252 segundos, así se muestra en la tabla anterior. Para lo cual se expondrá el porcentaje de actividades productivas e improductivas:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{250 + 133}{396}$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 97\%$$

Se obtiene de las actividades productivas, que este proceso tiene un 92% de productividad en sus operaciones.

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = \frac{13}{396}$$

$$\% \text{ Actividades Improductivas} = 03\%$$

En la tabla anterior se puede evidenciar que en la empresa existen un 3% de actividades improductivas, asimismo el tiempo de ciclo considerando un solo operario es de 6.6 min; lo que significa que debe ser analizado para nivelar la producción lo más cercano posible al Takt time.

Habiendo realizado el cálculo correspondiente de los tiempos de ciclo para cada uno de los procesos en mención, procedemos a realizar una tabla resumen y un gráfico para la mejor comprensión de dichos tiempos de ciclo versus el Takt Time.

Tabla 24

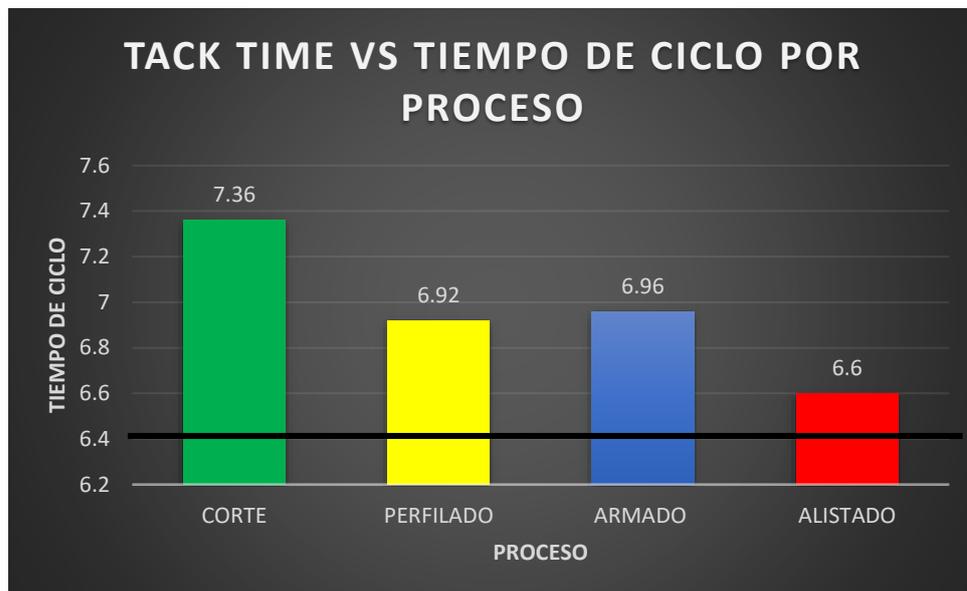
Takt Time vs Tiempo de Ciclo por proceso

Proceso	Tiempo de Ciclo (min)	Takt Time (min)
Corte	7.36	
Perfilado	6.92	
Armado	6.96	6.40
Alistado	6.60	

Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Takt Time vs Tiempo de Ciclo por proceso



Nota. Elaboración propia.

Al realizar el análisis del tiempo de ciclo de los procesos; se puede observar un exceso de tiempo que no cumple con los requisitos de la demanda por lo que se debe de nivelar la producción aplicando Heijunka para reducir el tiempo de espera y movimientos innecesarios que conforman factores limitantes en el cumplimiento de los objetivos.

En las siguientes imágenes se analizará el flujo de información, materiales y personas en el área de producción.

Figura 8

Evidencia de desperdicios del área de corte



Nota. Captura fotográfica por los autores

En el área de corte se observa exceso de acumulación de retazos de cueros, poli badana, polar o peluches. Además; existe dos esmeriles: uno está para reparación acumulado en una esquina y el otro se encuentra operativo sobre una silla inestable; representando un peligro inminente para los operarios. Asimismo; los moldes se encuentran dentro de sacos distintos, siendo imposible la identificación del modelo a simple vista. La materia prima se encuentra acumulado en la parte interior de la mesa de corte sin ninguna codificación para su rápida identificación.

Figura 9

Evidencia de desperdicios del área de Armado de cajas



Nota. Captura fotográfica por los autores

La materia prima para el armado de las cajas se encuentra tiradas sobre el piso del área; expuestas al aire libre reduciendo la calidad de los colores para la presentación del producto, asimismo se registra evidencia de las hormas dispersas dentro de los sacos sin ninguna codificación; dificultando la identificación inmediata por modelo o tallas según lo requerido. Además; existe un separador de herramientas donde tienen almacenadas herramientas antiguas, materiales de trabajo oxidados desordenados; representando un peligro latente del contacto posible con los operarios. Por último; existen dispersas por toda el área, bolsas con moldes diferentes para la producción de varios modelos por temporada y una evidente falta de cultura de

orden y limpieza; reduciendo la visibilidad para mantener un flujo continuo de información y materiales.

Figura 10

Evidencia de desperdicios en el área de perfilado, armado y alistado



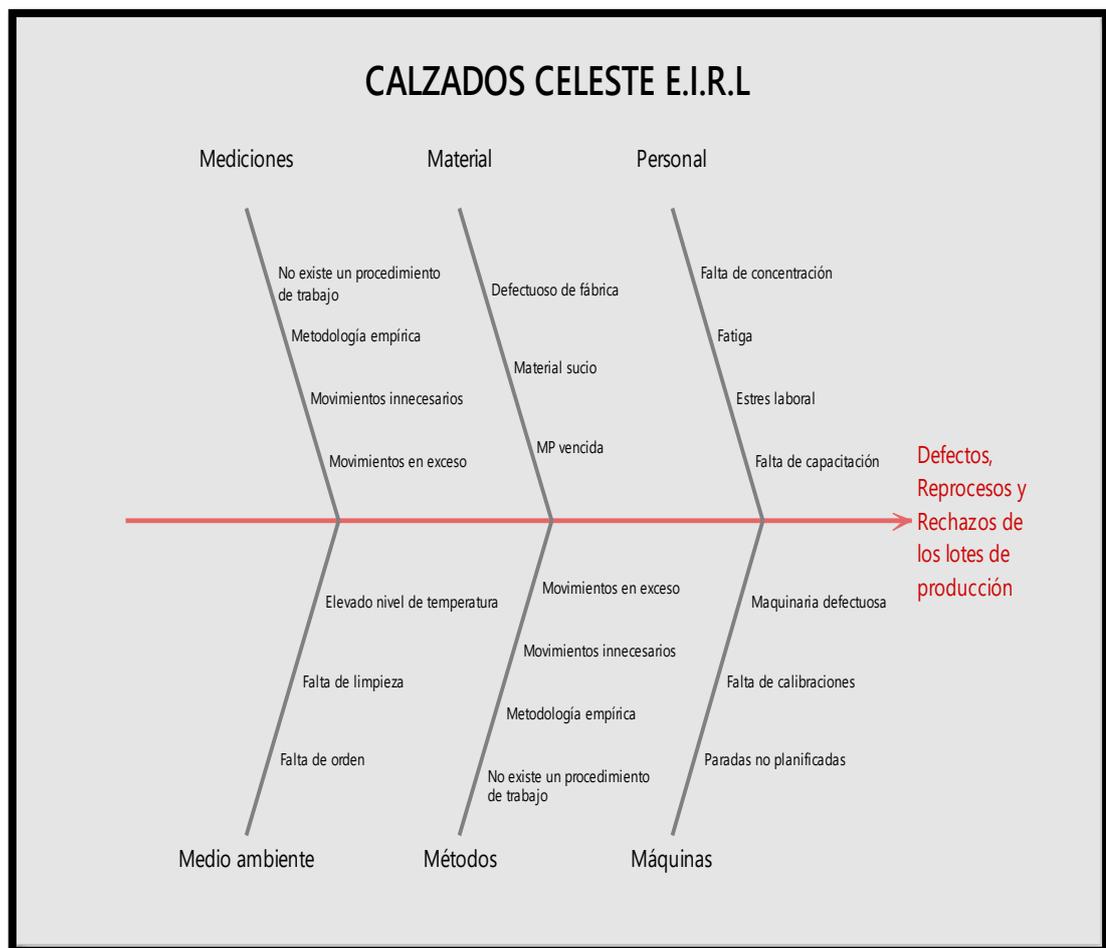
Nota. Captura fotográfica por los autores

En el área de perfilado existe una acumulación de materia prima que no agrega valor al lote de producción de la temporada botines; además hay una acumulación de diminutos retazos de cuero y otros materiales que han sido recortados para nivelar o perfeccionar el modelo. Esto se debe a que los perfiladores no tienen acceso rápido a un depósito de residuos por lo que piensan que no creen conveniente parar la producción a cada momento para poder limpiar o barrer; realizándolo al finalizar el día; sin embargo, muchas veces no realizan la labor; permitiendo una acumulación continua y almacenamiento innecesario, crenado un ambiente muchas veces de estrés laboral al no encontrar herramientas de menor tamaño como las chavetas. En el área de armado existe una similar situación al área de perfilado; sin embargo, aquí sucede mayor problema en el uso de pegamento por el elevado nivel de desperdicio en materia prima seca y en la utilización de los hornos; porque tienen a disposición dos hornos, pero los operarios están acostumbrados a utilizar solo el horno sin temporizador. Las condiciones de este horno en mención requieren de un mantenimiento inmediato dado que hay registros históricos

según el dueño que los operarios han recibido pequeñas descargas eléctricas, así como la sobre carga y explosión en el tomacorriente. No existe un uso eficiente de los andamios; dado que la acumulación de las cosas impide aprovechar al máximo las docenas diarias producidas por los armadores. Por lo tanto; se requiere la aplicación de 5S y TPM para mejorar el flujo de la información, materiales y personas. Para el análisis de otro desperdicio considerado por la filosofía Lean Manufacturing; se analizará las causas directas de los defectos, reprocesos y rechazos históricos de los diferentes lotes de producción elaborados. A continuación, se describe los diagramas causa – efecto:

Figura 11

Diagrama Causa - Efecto de los posibles defectos, reprocesos y rechazos de los lotes de producción



Nota. Elaboración propia.

Según el diagrama causa efecto se puede evidenciar que la empresa no tiene medidas preventivas o correctivas para una posible falla en el producto; por lo que se concluye que se debe de implementar un análisis modal de fallas y efectos para reducir el nivel de riesgo de no aceptación por parte de los clientes.

A partir de eso se procedió a calcular la productividad de acorde al tiempo de ciclo total y también de acuerdo con los tiempos de cada uno de los procesos de fabricación teniendo en cuenta que la cantidad demandada es el promedio de los pronósticos para los últimos meses que se presentaron anteriormente y el número de trabajadores para cada proceso.

Tabla 25

Cálculo de Productividad de Unidades por Horas- Hombre

PRODUCTIVIDAD					
	Promedio de Demanda	Tiempo de ciclo	Nº de trabajadores	Nº días	Productividad
Pre-aplicación	1801	0.46	8	25	19.41

Nota. Se obtuvo una productividad de 19.41 tomando como base las unidades producidas por mes y el número total trabajadores por el número de días y el tiempo de ciclo del todo el proceso de fabricación.

Cálculo de la productividad

$$Productividad = \frac{Promedio\ de\ demanda}{Tiempo\ de\ ciclo \times N\acute{u}mero\ de\ trabajadores \times N\acute{u}mero\ de\ d\acute{a}as}$$

$$Productividad = \frac{1801\ unidades}{0.46\ hr \times 8 \times 25\ d\acute{a}as}$$

$$Productividad = 19.41$$

Tabla 26*Cálculo de productividad por proceso de fabricación*

PRODUCTIVIDAD POR PROCESO DE FABRICACIÓN				
Proceso	Promedio de Demanda	Nº de trabajadores	TC Pre- Aplicación	Productividad Inicial
Corte	1801	2	7.36	4.89
Perfilado	1801	2	6.92	5.21
Armado	1801	3	6.96	3.45
Alistado	1801	1	6.6	10.92

Nota. Se obtuvo la productividad para cada uno de los procesos basándose en el tiempo de ciclo de cada uno de ellos, los números de trabajadores en cada etapa y tomando como base la demanda diaria que se debe de cumplir.

Cálculo de la productividad

Para el proceso de corte se obtuvo una productividad de 4.89 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ corte = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ corte = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{7.36\ min\ x\ 2}$$

$$Productividad\ corte = 4.89 \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de perfilado se obtuvo una productividad de 5.21 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ perfilado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ perfilado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.92\ min\ x\ 2}$$

$$Productividad\ perfilado = 5.21 \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de armado se obtuvo una productividad de 3.45 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ armado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ armado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.96\ min\ x\ 3}$$

$$Productividad\ armado = 3.45\ \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de armado se obtuvo una productividad de 10.92 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ armado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ armado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.60\ min\ x\ 1}$$

$$Productividad\ armado = 10.92\ \frac{unidades}{min - H}$$

En la siguiente tabla se analiza el indicador global de eficiencia para medir el rendimiento de los hornos; dado que se evidencia que se debe utilizar con mayor frecuencia la máquina antigua; generando un uso inadecuado del espacio disponible del área de producción:

Tabla 27

Indicador global de eficiencia OEE

Máquina	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	Tiempo Operativo	Tiempo Disponible	Producción real	Producción Prevista	Productos buenos	Producción real	OEE
Horno Antiguo	100.00%	65.82%	86.54%	480	480	52	79	45	52	57%
Horno Moderno	1.81%	34.18%	100.00%	8.69	480	27	79	27	27	1%

Nota. El horno antiguo tiene una eficiencia de 57%. Calzados Celeste SAC

En la tabla anterior se puede visualizar la comparación de eficiencia de la máquina antigua con la moderna; por lo tanto, se puede concluir que el horno moderno y su capacidad es innecesaria en el área de producción. La alta dirección refiere que el horno moderno fue adquirido por las diferentes averías que tenía la máquina antigua; sin embargo, los operarios no se acostumbran en la tecnología moderna por lo que se rehúsan a utilizarla. Es evidente la falta de cultura preventiva de cualquier incidentes o accidente por la sobre exposición a cortes eléctricos en la máquina y la falta de nivelación de producción considerando el ritmo de avance de los operarios para la asignación de la utilización del recurso. Asimismo, no existe un programa TPM para la gestión de mantenimiento de la máquina antigua.

A partir de esto, se procedió a realizar la elaboración de los costos de producción basándose en la fabricación de botines y teniendo como base la cantidad promedio de la demanda de 1801 pares.

a. Costo de Materia Prima Directa

Está netamente relacionada a la cantidad de unidades requeridas. A continuación, se detalla los materiales utilizados con su respectivo costo.

Tabla 28

Costo de Materia Prima Directa

MATERIA PRIMA	MERMAS	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cuero castor	3	m	S/15.00	S/45.00
Peluche	1	m	S/18.00	S/18.00
Polar	0.5	m	S/8.50	S/4.25
Pegamento	0.6	L	S/9.43	S/5.66
Jebe	0.8	L	S/5.00	S/4.00
Lona delgada	0.9	m	S/4.50	S/4.05
Lona gruesa	0.4	m	S/5.50	S/2.20
Hebilla	0.5	Docenas	S/7.50	S/3.75
Hojalillos	12	u	S/0.01	S/0.12
Hilo	0.5	Cono	S/6.50	S/3.25
Cierre	2.5	m	S/1.00	S/2.50
Llaves	3.5	Pares	S/0.46	S/1.61
Punti	0.7	L	S/11.00	S/7.70
PVC	0.84	L	S/18.50	S/15.54
Limpiador de planta	0.3	L	S/18.00	S/5.40
Cartón	1.2	m	S/10.00	S/12.00
Plumones	3	u	S/2.00	S/6.00
Tinte	0.2	L	S/18.00	S/3.60
Crema Box	1	ml	S/2.60	S/2.60
Bencina	0.3	L	S/5.00	S/1.50
TOTAL				148.73

Nota: El costo total de materia prima requerida por docena es de S/. 148.73 y de S/. 22,309.20 para cumplir con la demanda establecida.

b. Costo de Mano de Obra Directa

Muestra la relación de trabajadores en la producción de botines con su respectiva remuneración de acorde a la demanda establecida.

Tabla 29

Costo de Mano de Obra Directa

PROCESO	TIEMPO	COSTO MO (HR)	DEMANDA	COSTO TOTAL
Corte	884.00	S/0.0013	1801	S/2,056.44
Perfilado	830.00	S/0.0013	1801	S/1,930.82
Armado	1252.00	S/0.0013	1801	S/2,912.52
Alistado	396	S/0.0013	1801	S/921.21
TOTAL				S/7,820.99

Nota: El costo total de mano de obra es de S/. 7,820.99

c. Costos Indirectos de Fabricación

Se encuentran relacionados los materiales indirectos, mano de obra indirecta y otros gastos adicionales para el cumplimiento de la demanda establecida.

Tabla 30

Costos de Materia Prima Indirecta

MATERIALES DE EMBALAJE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cajas personalizadas	150	paquete	S/8.00	S/1,200.00
Papel de seda fina	150	rollo	S/2.80	S/420.00
Bolsa de entrega personalizadas	150	paquete	S/2.20	S/330.00
TOTAL				S/1,950.00

Nota: El costo total de materia prima indirecta es de S/. 1,950.00

Tabla 31*Costos de Mano de Obra Indirecta*

Puesto	Cantidad	Sueldo	Costo Total
Abastecedor	2	S/930.00	S/1,860.00
Vendedora	1	S/930.00	S/930.00
TOTAL			S/2,790.00

Nota: El costo total de mano de obra indirecta es de S/. 2,790.00

Tabla 32*Otros costos indirectos*

Suministros	Costo	TOTAL
Energía eléctrica	S/ 500.00	
Agua Potable	S/ 85.00	S/
Internet	S/ 150.00	3,235.00
Alquiler de tienda	S/ 2,500.00	

Maquinaria	Cantidad	Vida Útil	Costo	Depreciación mensual	Total
Horno Reactivador	2	15	S/ 5,500.00	S/ 55.00	
Esmeril	2	15	S/ 650.00	S/ 6.50	S/ 119.50
Maquina Industrial Singer	3	15	S/ 3,600.00	S/ 58.00	
TOTAL					S/ 3,354.50

Nota: Otros costos indirectos es de S/. 3,354.50

Tabla 33*Resumen de Costos de Producción Inicial*

Costos Directo		Costos Indirecto		
MP Directa	MO Directa	MP Indirecta	MO Indirecta	CIF
S/22,309.20	S/7,820.99	S/1,950.00	S/2,790.00	S/ 3,354.50
TOTAL				S/38,224.69

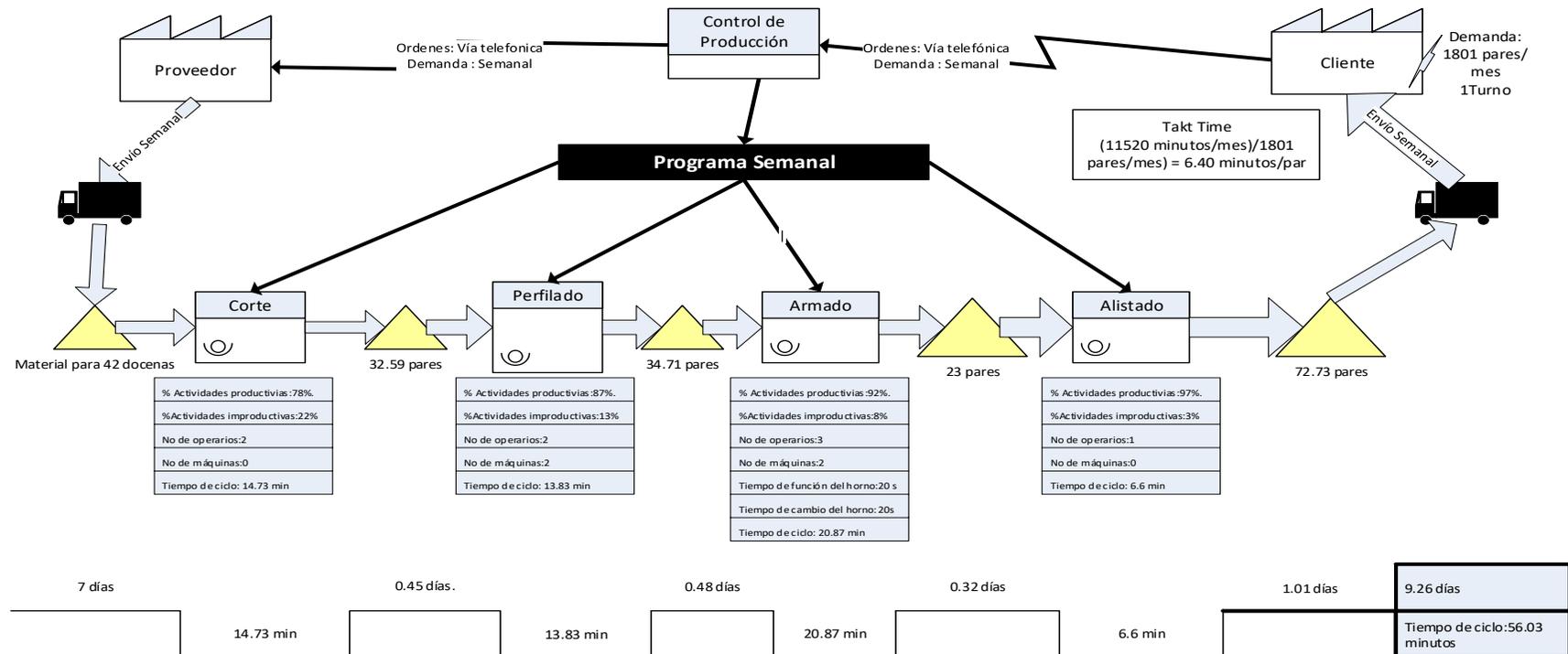
Nota: Para el cumplimiento de la demanda establecida se tiene un costo de producción de 38,224.69

4.1.2. Resultado del segundo Objetivo Especifico

Según el diagnóstico previo realizado se aplicó la primera herramienta de VSM para graficar la situación actual con los eventos Kaizen. De tal modo que se pueda aplicar las demás herramientas de mejora de forma ordenada. En la siguiente figura se registró el diagrama VSM actual de la empresa.

Figura 12

Diagrama VSM Actual

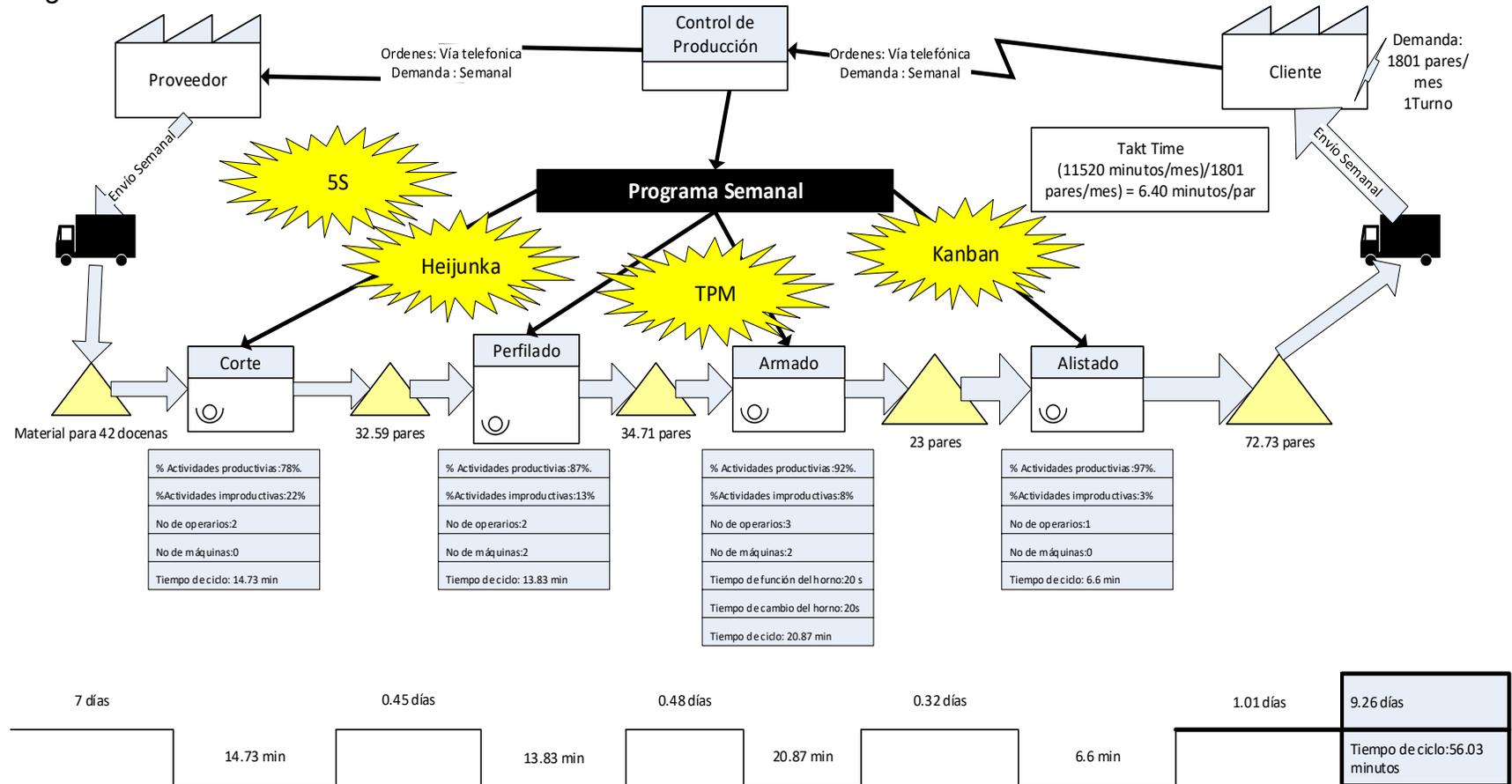


Nota. Elaboración propia.

Asimismo, se realizó el diagrama VSM con mejoras en estallidos KAIZEN:

Figura 13

Diagrama VSM con estallidos Kaizen



Nota. Elaboración propia.

En las siguientes tablas se describió el análisis de los problemas y la propuesta de solución con herramientas de Lean Manufacturing; asimismo el cronograma de implementación por cada herramienta de mejora:

Tabla 34

Propuestas de solución con las herramientas Lean Manufacturing

PROBLEMA	PROPUESTA
Falta de orden y limpieza en el área de armado de cajas, corte, perfilado, armado y alistado	Aplicar la herramienta 5S
Deficiente sistema de aprovisionamiento de materiales.	Aplicar la herramienta KAMBAN para optimizar la cantidad y espacio disponible de stocks.
El tiempo de ciclo es superior al Takt Time.	Aplicar HEIJUNKA.
Paradas no planificadas del horno antiguo	Aplicar TPM

Nota. Las herramientas se aplicarán en el orden de la identificación de los problemas.

Elaboración Propia.

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S

Para la aplicación de 5s primero se realizó un Check List (Ver Anexo 6) para evaluar el grado de cumplimiento de esta cultura de orden y limpieza; definiendo los criterios conforme al fundamento teórico establecido. Asimismo, para evaluar cada criterio se definió niveles con pesos asignados como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35

Criterios y pesos para el diagnóstico de la cultura 5S

CRITERIO	PESO
BAJO	5%
MEDIO	30%
ALTO	100%

Nota. Elaboración Propia

En la tabla anterior se definió los criterios y pesos a evaluar; significando lo siguiente:

- **Nivel bajo:** Reconoce la deficiencia, no existe interés por la mejora y no está implementado.
- **Nivel medio:** Reconoce la deficiencia, existe interés por la mejora y está parcialmente implementado.
- **Nivel alto:** Reconoce la deficiencia, existe interés por la mejora continua y está totalmente implementado.

En la siguiente tabla se registró los resultados de la auditoría inicial de la filosofía de 5S en la empresa Calzados Celeste SAC:

Tabla 36

Resultados del análisis de la auditoría inicial 5S

CRITERIO	PUNTAJE
CLASIFICAR	32.5%
ORGANIZAR	11.3%

LIMPIEZA	11.3%
ESTANDARIZAR	13.3%
DISCIPLINA	5%

Nota. El promedio de cumplimiento es 14.7%. Calzados Celeste SAC.

Según el diagnóstico que se realizó; en la empresa se evidenció una falta de cultura y limpieza por lo que a continuación, se describe las fases e implementación de esta metodología:

a. 1S – SEIRI

En esta fase se identificó todos los objetos innecesarios en el área de producción; es por lo que se diseñó un formato de tarjeta roja (Anexo 7) para que los operarios puedan colocar sobre los objetos que ellos consideren: defectuoso, obsoleto, que está de más o que no se necesitan en el área. Como diagnóstico inicial los investigadores colocaron las tarjetas en el área que corresponde; pero la metodología que se debe mantener debe ser mediante los siguientes pasos:

- i. Las tarjetas deberán estar ubicadas en una canastilla con un lapicero indeleble en las 4 áreas independientes: corte; perfilado, armado y alistado de cajas.
- ii. Todos los operarios deberán conocer la ubicación de las herramientas y materiales del área; por lo que si identifican algún objeto en las condiciones mencionadas anteriormente; tendrán que colocar la tarjeta donde corresponde.
- iii. El jefe de producción al finalizar la jornada laboral tendrá que recorrer el área de producción; revisando la colocación de las tarjetas rojas si es que las hubiere; teniendo que tomar los siguientes tipos de decisión: desechar, reubicar, reciclar o reparar (Ver Anexo 8 y 9).
- iv. Si se necesita reubicar, la posición del objeto deberá ser comunicada a todo el personal, pero si es necesario

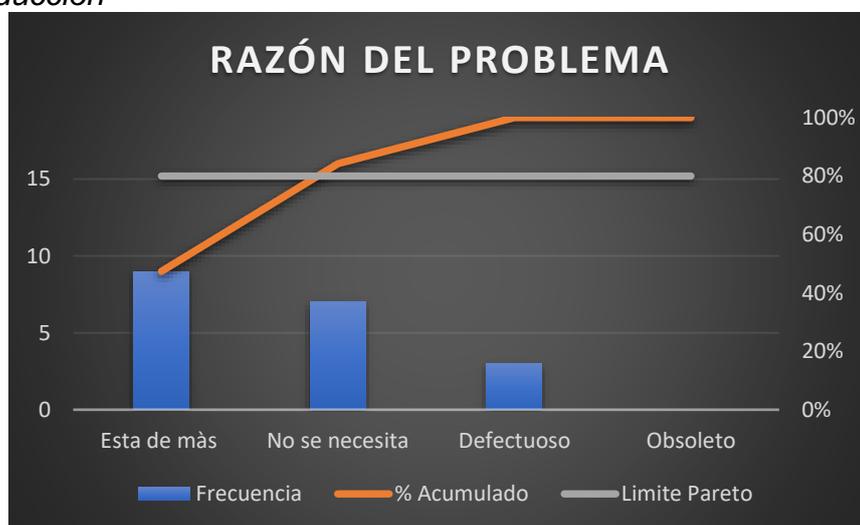
reparar; se deberá colocar el objeto en el área de cuarentena que se definirá más adelante.

- v. Por último, el jefe de producción deberá borrar el contenido de las tarjetas rojas y regresarlas a las canastillas de origen.

A continuación, se analiza la frecuencia de la razón del problema presentados en el área; así como la acción a tomar para mantener el orden y la cultura en el área:

Figura 14

Diagrama de Pareto de la razón del problema del área de producción

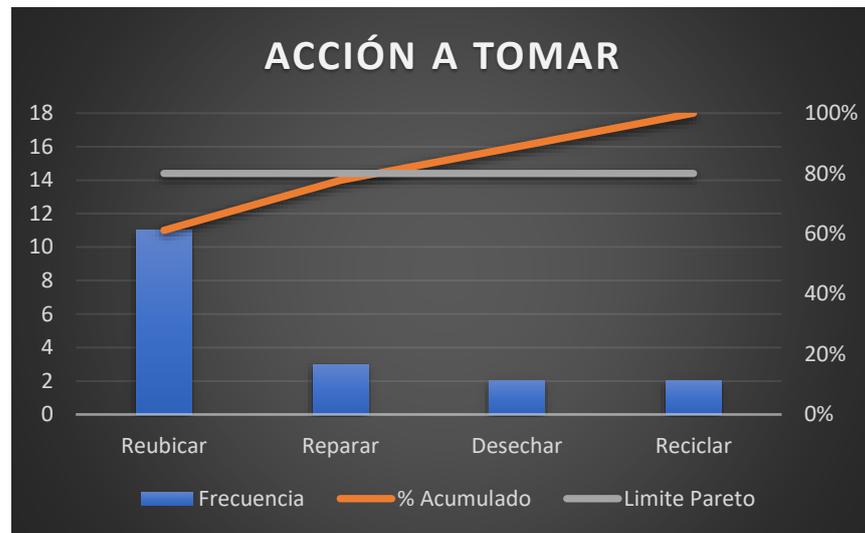


Nota. Elaboración propia.

Según el diagrama anterior se puede apreciar que el 20% de la razón de los problemas por falta de orden y limpieza en el área de producción se concentran por existir objetos de más en el área o que no se necesitan para agregar valor al proceso o producto.

Figura 15

Diagrama de Pareto de la acción a tomar del área de producción



Nota. Elaboración propia.

Asimismo, se registra que la acción a tomar más adecuada para solucionar los problemas más frecuentes es la reubicación de los objetos para evitar los posicionamientos en cualquier lugar y la reparación para evitar paradas no planificadas de las máquinas. Además; por criterio de observador se podría considerar el desecho por ser el más evidente en el área.

b. 2S - SEITON

En esta fase se identificó, señalizo y delimitó un espacio para las herramientas, materiales y equipos presentes en el área de producción. De esta forma se permite un mejor control visual del área correspondiente y el camino que es trazado por el flujo de los materiales. A continuación; se registró la evidencia del trabajo realizado:

Figura 16

Delimitación y señalización del área de corte



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 17

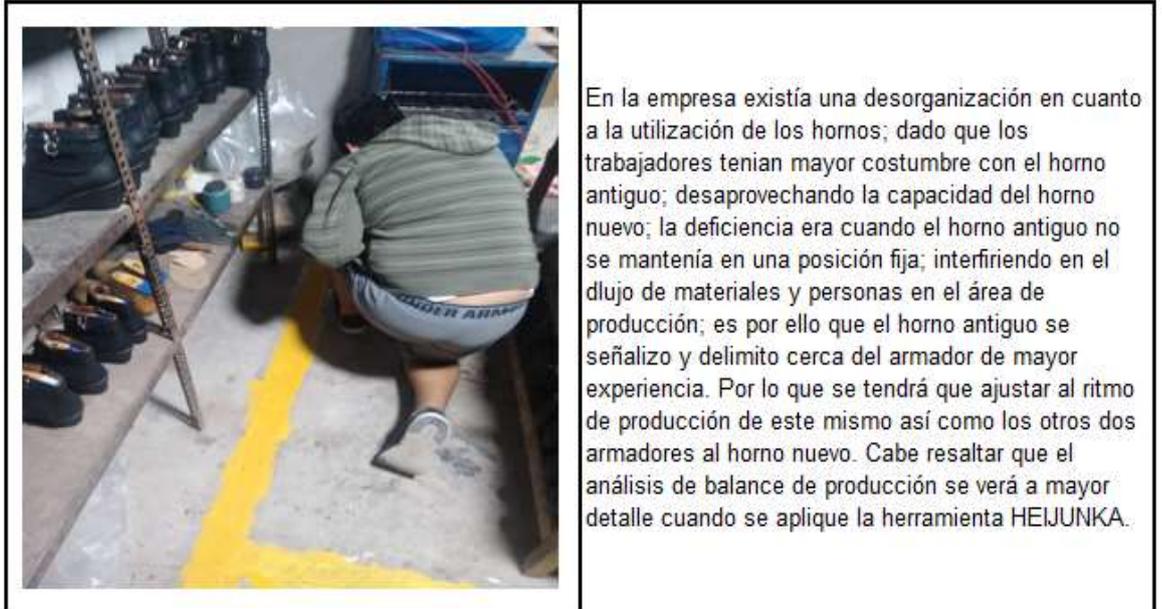
Delimitación y señalización del área de armado



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 18

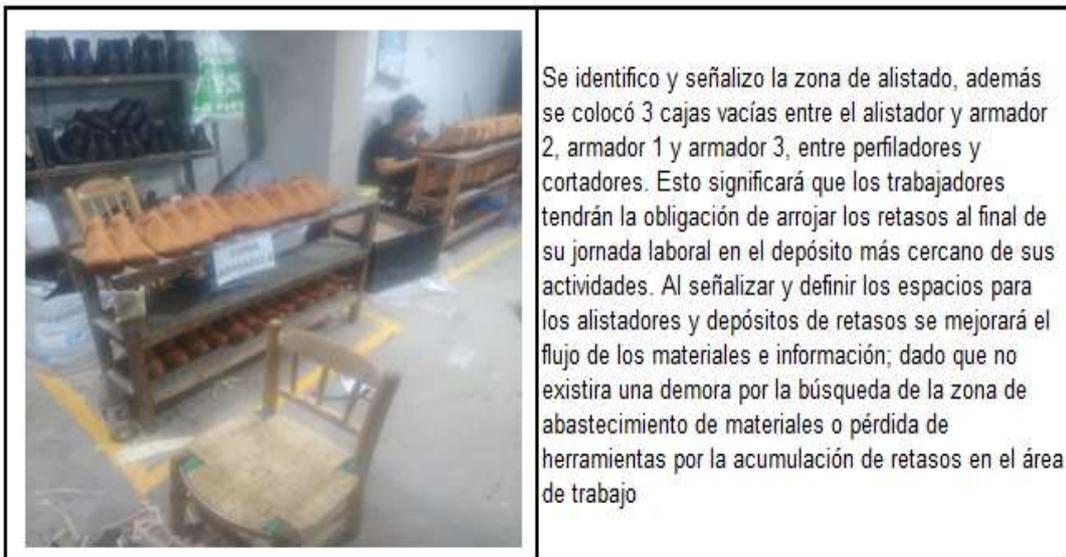
Delimitación y señalización de los hornos para los armadores



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 19

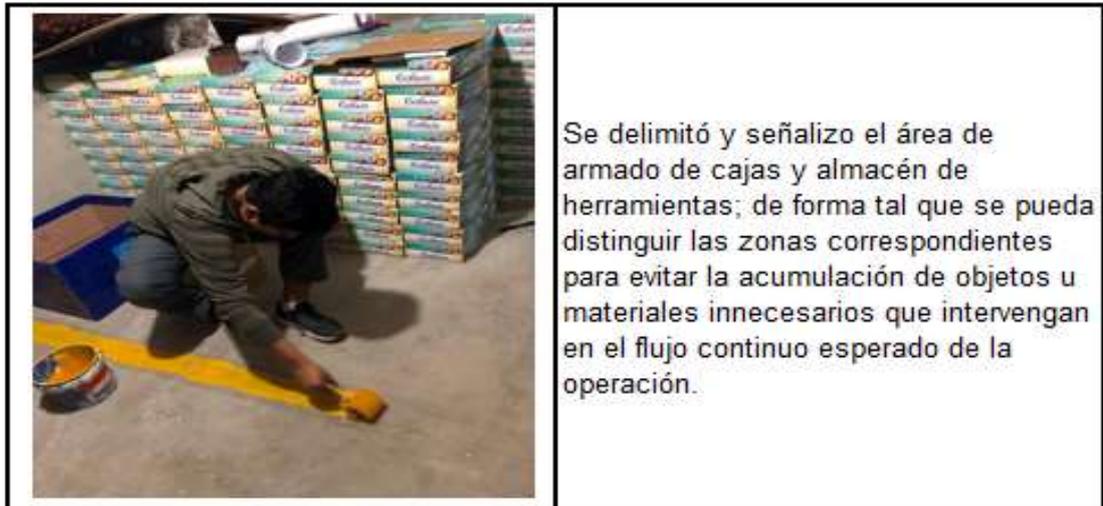
Delimitación y señalización para los alistadores y depósitos de retazos de material en el área



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 20

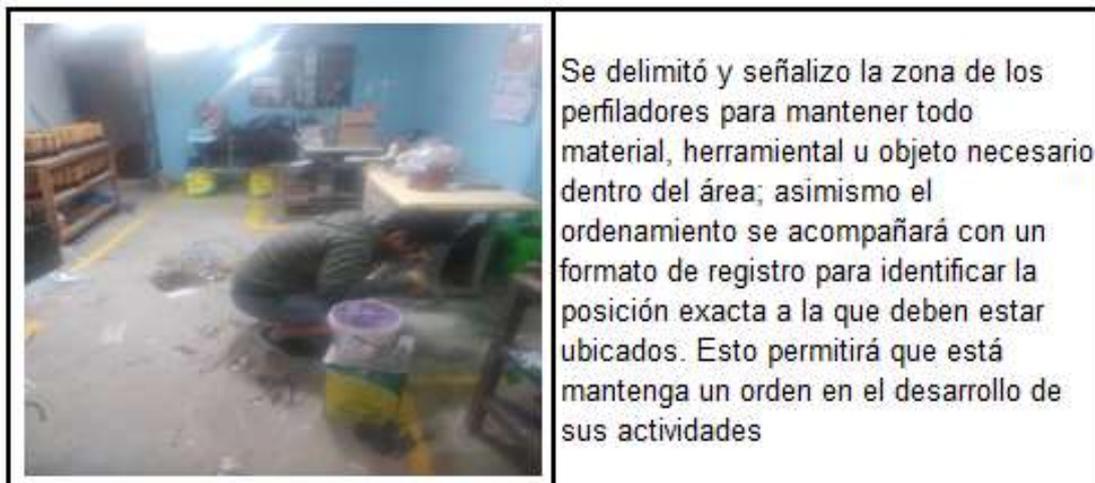
Delimitación y señalización de la zona de armado de cajas y almacén de herramientas



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 21

Delimitación y señalización de la zona de perfilado



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 22

Diseño y señalización de estructuras para las hormas y herramientas



Nota. Captura fotográfica por los autores.

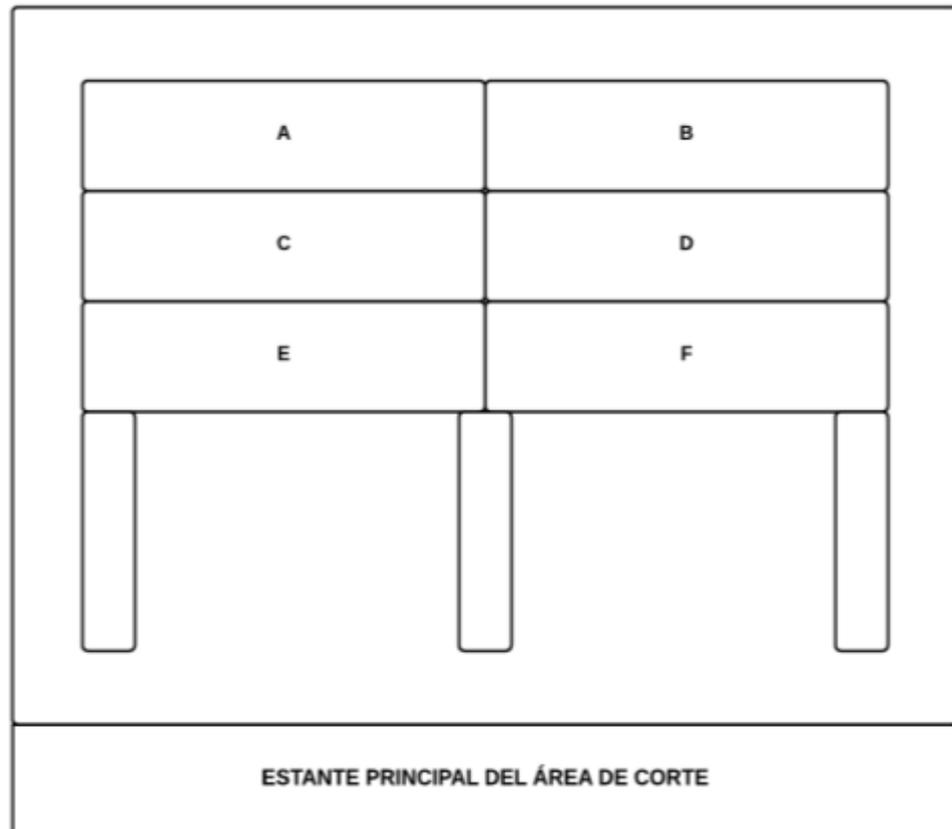
En las figuras anteriores se puede observar imágenes con la implementación de la segunda "S" en cuestiones de delimitación y señalización; sin embargo para completar los demás requisitos de este punto, se diseñó los espacios en donde deben estar definidos las herramientas y materiales de cada área de producción; así como los formatos identificables para su reconocimiento visual; funcionando como un estándar sobre la posición de los objetos necesarios y toma de acciones correctivas sobre aquellos que no están señalizados ni con un espacio definido.

Área de corte

En las siguientes figuras se describe la propuesta de distribución de espacios para los materiales y herramientas de corte:

Figura 23

Estante principal del área de corte



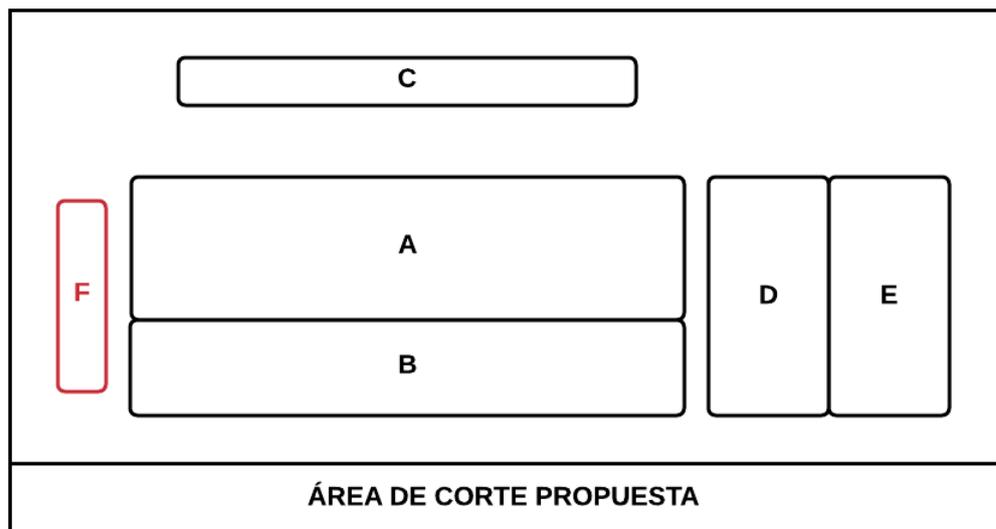
Nota. Elaboración propia.

Los fabricantes de calzado del porvenir en su mayoría trabajan por temporadas por lo que se recomienda que las plantillas de corte se organicen para este caso en función de estas mismas: primavera (Temporada 1), verano (Temporada 2) y otoño e invierno (Temporada 3). Ahora en la figura 22 está dividido el anaquel en los 3 niveles; donde se almacenarán las plantillas conforme a la estación presente; por ejemplo: En el primer E y F se almacenarán la temporada que están realizando actualmente para facilitar el acceso del material y se permita un flujo continuo; en el segundo nivel C y D se almacenarán las plantillas de la temporada siguiente y en el último nivel A y B se almacenarán las plantillas de la

temporada más lejana. Cabe resaltar que cada nivel esta subdividido en dos secciones para niños y adultos; de forma tal que se puedan distinguir al momento de seleccionar el modelo. Además, para el apoyo de una mejor visualización se realizó en el anexo 10, un formato para el registro de modelos y tallas correspondientes. Estos formatos estarán adheridos al espacio definido según corresponda. (La forma adecuada de evidenciarlos es un formato de hoja bond en blanco que estará introducido en una mica para ser modificada según los cambios internos de la empresa; este formato será rellenado con plumón indeleble sobre la mica).

Figura 24

Área propuesta de corte



Nota. Elaboración propia.

- En el espacio “A” se realizarán los cortes; una observación de esta zona sería que cada vez que se realiza los cortes, el operario tiende a limpiar con su mano los retazos para permitir una mayor agilidad en la operación acumulándose continuamente en el piso y siendo dificultoso y tomando tiempo al momento de intentar limpiarlo; es por ello que se asigna un espacio “F” en donde se podría ubicar un tacho de basura vacío

de manera que el personal de corte sólo dirija los retazos hacia ese lado.

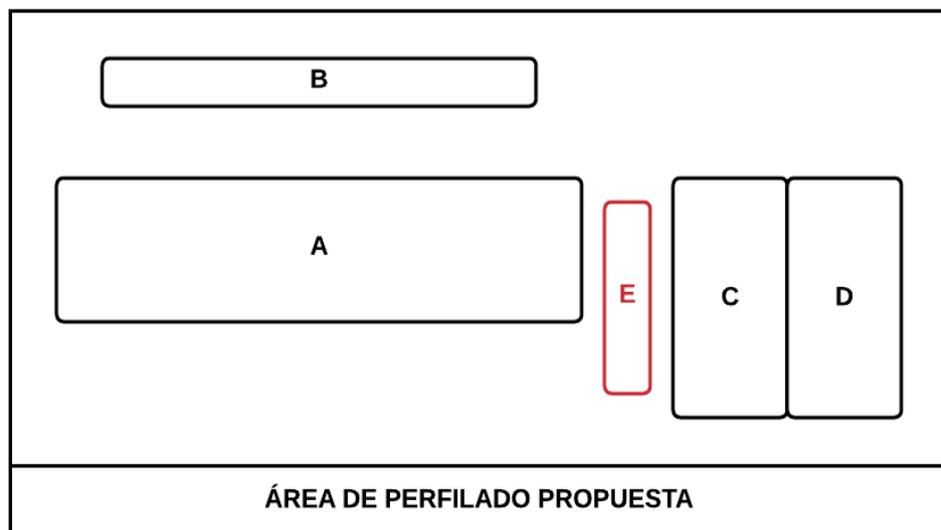
- En el espacio “B” se ubicará la materia prima a utilizar ya sea badana u otro tipo de material del zapato; cabe resaltar que este material debe estar enrollado y codificado; de manera tal que cuando se reciba la orden de producción puede verificarse con el tipo de material que se va a procesar.
- En el espacio “D y E” se colocarán los cortes realizados para el perfilado; de forma ordenada. Siendo el espacio “D” los cortes de mayor urgencia.
- En el “C” se consideró la instalación de una repisa para almacenar las chavetas de corte y accesorios requeridos según el modelo producido.

Área de perfilado

En las siguientes figuras se describe la propuesta de distribución de espacios para los materiales y herramientas de perfilado:

Figura 25

Área propuesta de perfilado



Nota. Elaboración propia.

- En el espacio “A” se ubicará la máquina de perfilado; la herramienta principal del perfilador, el espacio “E” servirá para almacenar los retazos de los materiales que generará la

actividad; en esta área se genera menos desperdicio por día de operación, pero de igual forma para contribuir con la limpieza del área se debe diseñar una estructura o colocar un tacho de basura para facilitar el almacenamiento de estos retazos por el operario.

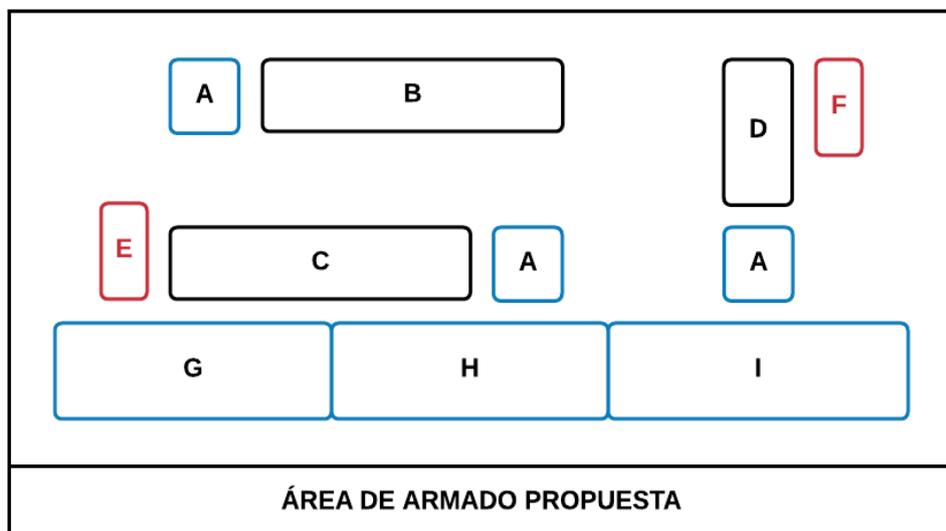
- En el espacio “C y D” se colocarán las piezas perfiladas.
- En el espacio “B” se colocará el martillo pequeño que se utiliza y los diferentes tipos de pegamento, cabe resaltar que cada pegamento debe tener su código encima para su fácil identificación; además si hay varios pegamentos de un mismo tipo se debe señalar con el plumón una “X” significando que ese está siendo utilizado; de esta manera se conservará el criterio FIFO (primero en entrar, primero en salir).

Área de armado

En las siguientes figuras se describe la propuesta de distribución de espacios para los materiales y herramientas de armado:

Figura 26

Área propuesta de armado



Nota. Elaboración propia.

- En el espacio “A” se debe colocar las herramientas de corte y pegamento claramente codificados por cada mesa de armado;

para optimizar el grado o nivel de alcance que permita el flujo continuo de las operaciones.

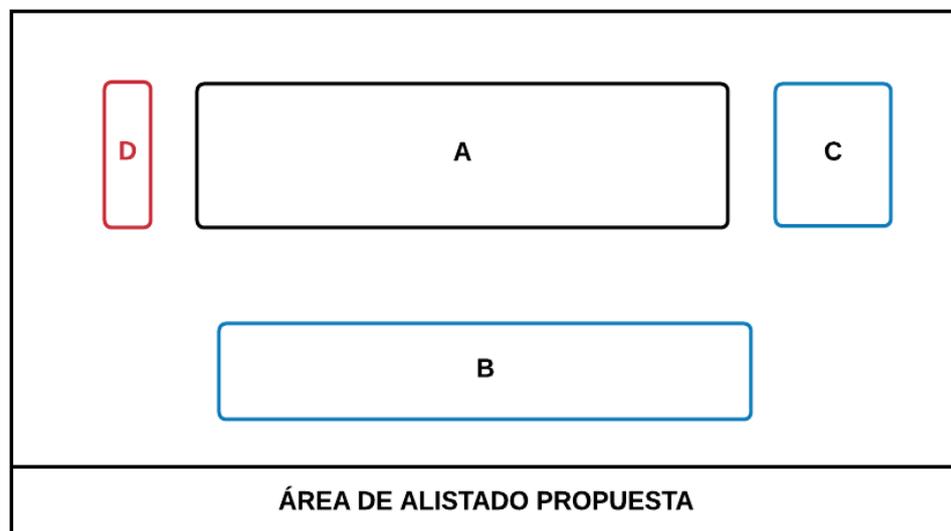
- En los espacios “B, C y D” se realizará la operación de armado.
- En el espacio “E” se debe colocar el horno antiguo; dado que el armador ubicado en el espacio “C” es el más experimentado; por lo que tiene un mayor avance que los armadores “B y D”.
- En el espacio “F” se debe colocar el horno nuevo; dado que será compartidor entre el armador “B y D”.
- En el espacio “G” se debe colocar las piezas procesadas del armador “C”, en el espacio “H” se debe colocar las piezas procesadas del armador “B” y en el espacio “I” se debe colocar las piezas procesadas del armador “D”.

Área de alistado

En las siguientes figuras se describe la propuesta de distribución de espacios para los materiales y herramientas de alistado:

Figura 27

Área propuesta de alistado



Nota. Elaboración propia.

- En el espacio “A” se realizará el acabado de los pares de zapatos.

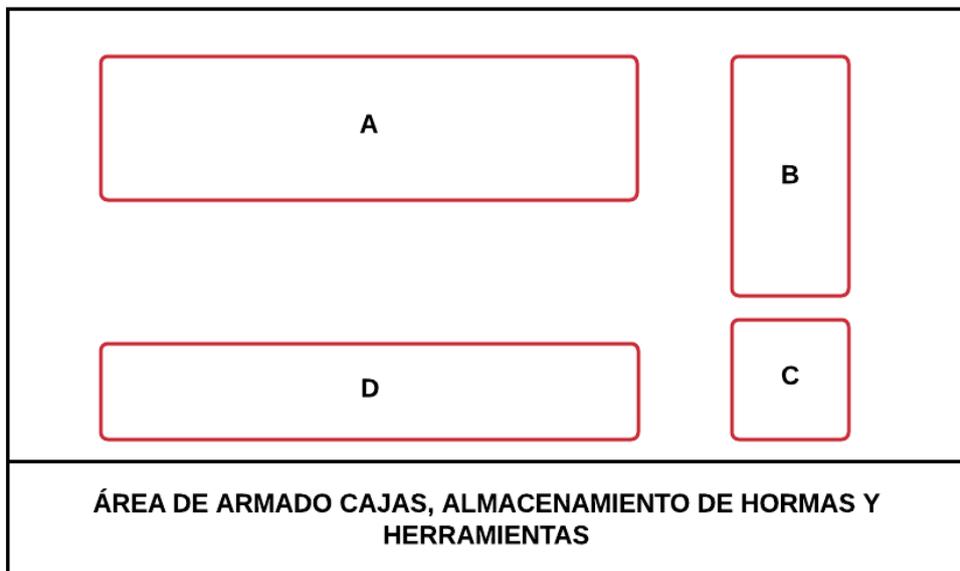
- En el espacio “D” se colocarán las cajas de zapatos para distribución.
- En el espacio “C” se colocarán los materiales de acabado, cada material debe estar codificado con su nombre y marcado con una “X” si ya se comenzó a utilizar.
- En el espacio “B” se colocarán las herramientas de acabado; cada herramienta debe estar codificada con su nombre.
- En el espacio “B y C” estará adherido la lista completa de los materiales y herramientas según como correspondan; siguiendo el formato del anexo 11 y 12.

Área de armado de cajas, almacenamiento de hormas y herramientas

En las siguientes figuras se describe la propuesta de distribución de espacios para el área de armado de cajas, almacenamiento de hormas y herramientas:

Figura 28

Área de armado de cajas, almacenamiento de hormas y herramientas



Nota. Elaboración propia.

- En el espacio “A” se almacenarán los pares de zapatos terminados.

- En el espacio “D” se realizará la operación de armado de cajas.
- En el espacio “B” se almacenará las hormas para el armado.
- En el espacio “D” se almacenará las herramientas para mantenimiento de las diferentes áreas de producción.

c. 3S - SEISO

1° Se identificó que los focos de suciedad son a causa de los retazos acumulados en las áreas de producción; es por lo que al finalizar el día se debe limpiar los residuos de materia prima que se utilizan en la producción de zapatos. A continuación, se presenta un cronograma para ejecutar la limpieza en el área.

Tabla 37

Cronograma para la rotación de responsabilidades en la limpieza de las áreas de producción

Actividad: Limpieza de las áreas de producción	MES			
	S	S	S	S
Responsable	1	2	3	4
Corte: Operario 1	X			
Perfilado: Operario 2		X		
Armado: Operario 3			X	
Alistado: Operario 4				X
Materiales: Escoba, recogedor y depósito de almacenamiento.				

Nota. Elaboración propia.

2° Se estableció las actividades que se deben de realizar para la limpieza de máquinas y herramientas.

Tabla 38

Actividades de limpieza de máquinas, herramientas y espacios del área de producción

N°	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y/O MANTENIMIENTO
1	Chavetas	Limpiar chaveta Sacar filo con el esmeril Materiales: Esmeril y franela
2	Martillo y descalzador	Limpiar martillo y descalzador Limpiar con franela seca Materiales: Franela
3	Mesa de trabajo	Limpiar con franela húmedo Materiales: Franela, balde pequeño y agua.
4	Esmeril	Limpieza superficial del esmeril Limpiar con franela seca. Materiales: Franela
5	Perfiladora	Limpiar máquina de perfilado Limpiar partes superficiales con franela seca Materiales: Franela
6	Estantería en general	Limpiar estantes de cada área Limpiar con trapo húmedo Materiales: Trapo, agua y balde pequeño
7	Horno de pintura	Barrer Recoger Basura Limpiar restos de pegamento interior Limpiar paredes interiores

Materiales: Escoba, franela, recogedor, depósito de desperdicios

Nota. Elaboración propia.

Además, se consideró el cronograma que se muestra a continuación para que se pueda distribuir las responsabilidades de manera equitativa para todo el personal responsable del área.

Tabla 39

Cronograma de responsabilidad

Actividad: Limpieza de máquinas, herramientas y espacios	MES			
	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4
Responsable				
Operario 1 (1 y 2)	X			
Operario 2 (3 y 4)		X		
Operario 3 (5 y 6)			X	
Operario 4 (7)				X

Nota. Elaboración propia

2° Se consideró que para mantener el área limpia; los trabajadores deberán rotar para dar una limpieza general del área; además de verificar que cada objeto o material del área este en el lugar que corresponda; según el estándar establecido.

Tabla 40

Cronograma de responsabilidades para la limpieza general del área

Actividad: Limpieza general del área	MES			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Responsable				
Operario 1	X			
Operario 2		X		
Operario 3			X	
Operario 4				X

Nota. Elaboración propia.

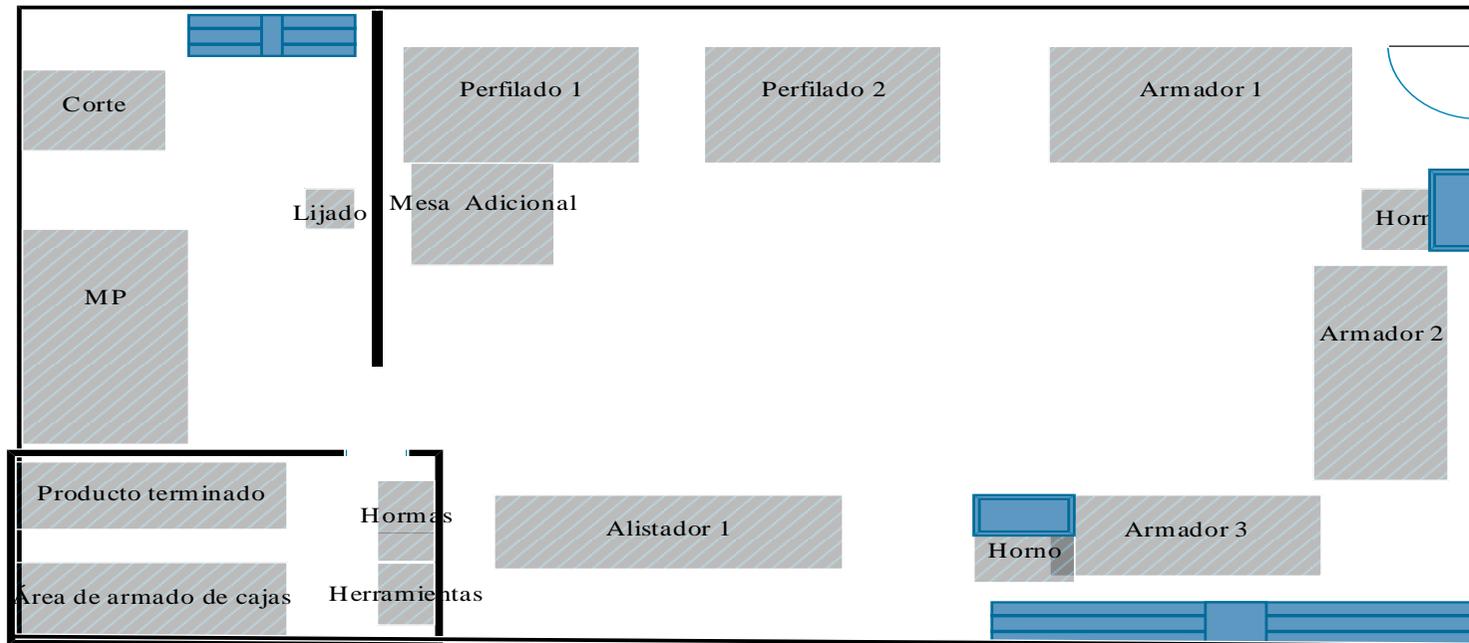
d. 4S – SEIKETSU:

1° Se creó en el Anexo 13 el formato de matriz de control de capacitaciones para los operarios.

2° Se elaboró el mapa de distribución de áreas en la siguiente figura:

Figura 29

Distribución de las áreas de producción



Nota: Elaboración Propia.

3° Se empleará un mecanismo de reconocimiento del empleado mediante un formato establecido en el anexo 14.

4° Por último; para mantener el estándar del área se colocó fotos de antes y después de la implementación de 5S; de modo tal que los operarios puedan ver la mejora comprometiéndose a mantenerlo como lo señalado.

Figura 30

Estándar 1



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 31

Estándar 2



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 32
Estándar 3



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 33
Estándar 4



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 34

Estándar 5



Nota. Captura fotográfica por los autores.

Figura 35

Estándar 6



Nota. Captura fotográfica por los autores.

e. 5S - SHITSUKE

1° Se auditará la metodología mediante el Check List que se encuentra en el Anexo 6.

2° Se debe de comunicar los siguientes principios a la organización:

Figura 36

Principios de la organización



Nota. Elaboración propia.

Como parte del apoyo para la mantener un estándar de orden y limpieza en el área de producción, se diseñó en el Anexo 15 un manual de 5S; de esta manera se imprimirá una copia para cada integrante de la organización buscando la comprensión y compromiso con la filosofía oriental.

APLICACIÓN DE KANBAN

Existen 2 tipos de Kanban aplicables:

1° Kanban de transporte que indicarán cuándo y en qué cantidad hay que transportar, considerando el flujo de materiales de la empresa, para este caso esta tarjeta informativa tendrá la finalidad de conocer en qué proceso se quedó el calzado

Se debe considerar la siguiente leyenda para la codificación de los 4 únicos KANBAN de transporte:

Tabla 41

Leyenda para los Kanban de transporte

Código	Descripción
A	CORTE
B	PERFILADO
C	ARMADO
D	ALISTADO

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se evidencia los Kanban de transporte para la empresa:

Figura 37

Formato A de Kanban de transporte

KANBAN DE TRANSPORTE			DE: Corte
Código:001			
Descripción: Corte de piezas			A: Perfilado
Especificaciones	Proceso	Kanban	
Cortar moldes	Corte	A	

Nota. Elaboración propia.

Figura 38

Formato B de Kanban de transporte

KANBAN DE TRANSPORTE			DE: Perfilado
Código:002			
Descripción: Perfilado de piezas			A: Armado
Especificaciones	Proceso	Kanban	
Perfilar piezas	Perfilado	B	

Nota. Elaboración propia.

Figura 39

Formato C de Kanban de transporte

KANBAN DE TRANSPORTE			DE: Armado
Código:003			
Descripción: Armado del calzado			A: Alistado
Especificaciones	Proceso	Kanban	
Armar calzado	Armado	C	

Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Formato D de Kanban de transporte

KANBAN DE TRANSPORTE			DE: Alistado
Código:004			
Descripción: Alistado del calzado			A: Almacén P
Especificaciones	Proceso	Kanban	
Acabado del calzado	Alistado	D	

Nota. Elaboración propia.

2° Kanban de producción que se moverán dentro de un mismo lugar de trabajo y funcionarán como ordenes de producción siguiendo el siguiente formato:

Figura 41

Formato de Kanban de producción para el corte de piezas

KANBAN DE PRODUCCIÓN		DE: Almacén
Código:005		
Proceso: Corte		A: Corte
Materiales del Lote de producción	Kanban	
Cuero castor 2 ½ m	1	
Polar ½ m		
Peluche ½ m		

Nota. Elaboración propia.

Figura 42

Formato de Kanban de producción para el proceso de perfilado

KANBAN DE PRODUCCIÓN		DE: Almacén
Código:006		
Proceso: Perfilado		A: Perfilado
Materiales del Lote de producción	Kanban	
Pegamento 200 ml	2	
Jebe 500 ml		
Lona 2 tiras		
Hebilla 24 unidades		
Hojalillos 72 unidades		
Hilo pirámide 7 docenas		
Cierre 12 metros		
Llaves 2 docenas		

Nota. Elaboración propia.

Figura 43*Formato de Kanban de producción para el armado*

KANBAN DE PRODUCCIÓN		DE: Almacén.
Código:007		
Proceso: Armado		A: Armado
Materiales del Lote de producción	Kanban	
Lona gruesa y delgada 25 cm	3	
Punti 100 ml		
Pegamento 150 ml		
PVC 80 ml		
Limpiador de planta 0.03 litros		
Cartón 1/4		

Nota. Elaboración propia.

Figura 44*Formato de Kanban de producción para el alistado*

KANBAN DE PRODUCCIÓN		DE: Almacén.
Código:008		
Proceso: Alistado		A: Alistado
Materiales del Lote de producción	Kanban	
Plumones 2	4	
Tinte negro 150 ml		
Crema box 100 ml		
Bencina 100 ml		

Nota. Elaboración propia.

APLICACIÓN DE HEIJUNKA

Para poder nivelar la producción de producción de calzado de acuerdo con la demanda se consideró el Takt time de 6.4 min, dichos cálculos se puede verificar en la tabla 11.

Luego en la tabla 34 se realizó un cuadro para mostrar la relación entre el tiempo de ciclo por cada sub – proceso y el Takt Time:

Tabla 42

Relación entre el cuadro comparativo y el Takt Time

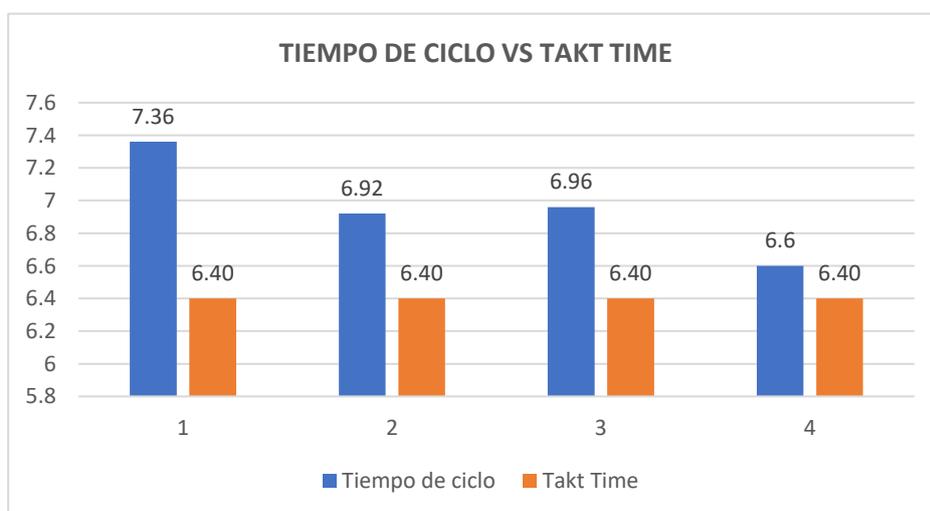
Actividad	Tiempo de ciclo	Takt Time
Corte	7.36 min	6.40
Perfilado	6.92 min	6.40
Armado	6.96 min	6.40
Alistado	6.6 min	6.40
TOTAL	27.84	25.6

Nota. Existe una ligera diferencia entre los procesos y el Takt time.

En la siguiente figura se muestra el perfil entre los tiempos de ciclo por cada subprocesso y el Takt Time:

Figura 45

Perfil entre el Takt Time y el Tiempo de Ciclo



Nota. Elaboración propia.

Se puede evidenciar el elevado tiempo ocioso de los operarios de los subprocesos; por lo que se calculó a su vez la pérdida de la empresa por este tiempo antes de realizar el balanceo de la línea en la siguiente tabla:

Tabla 43

Pérdidas antes del Balanceo

ANTES DEL BALANCEO	
N° DE OPERARIOS	8
TIEMPO PARA UN PAR DE ZAPATOS	27.84
TC MÁS LARGO	7.36
PERDIDAS POR BALANCEO	-53%

Nota. Se tiene un 26% de pérdidas por balanceo.

Para analizar la posible reducción del tiempo que genera un deficiente tiempo útil; se analizó mediante un diagrama bimanual los procesos que intervienen para la elaboración de las botas; de forma tal que se pueda eliminar los movimientos ineficientes e innecesarios. A continuación, se describe los diagramas actuales y propuestos de cada uno de los procesos.

a. Proceso de corte:

El análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 16) del proceso de corte es el siguiente:

Tabla 44

Resumen de movimientos eficientes del proceso de corte

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Mover	M	14	67	9	42
Sujetar o tomar	G	23	107	6	20
Liberar	RL	3	7	6	22
Utilizar	U	21	386	33	468
TOTAL		61	567	54	552

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 45*Resumen de movimientos deficientes del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	12	172	9	135
Seleccionar	SE	2	21	8	46
Posicionar	P	5	22	9	56
Inspeccionar	I	4	21	4	21
Retraso evitable	AD	16	81	16	74
TOTAL		0	317	46	332

Nota. El tiempo está en segundos

Del total de movimientos propuesto existen 36 % deficientes generados con la mano derecha y 38% con la mano izquierda aproximadamente.

Por lo tanto, se identificaron los siguientes problemas y propuestas de solución para la redistribución de actividades.

Tabla 46*Identificación de problemas y propuestas de solución para el corte*

PROBLEMA	PROPUESTA
Demora en la búsqueda de materia y moldes de corte	Se debe señalar y clasificar el material prima y moldes para tener un alcance óptimo
Se libera la materia prima en cualquier lugar del área de corte	Se debe diseñar un lugar predefinido para cada material a utilizar en el área de corte; de modo tal que facilite el flujo de información al momento de la obtención de cualquier objeto o material para la ejecución de las actividades
Cada material debe ser colocado con sus moldes para el fácil acceso a ambos	Al diseñar los espacios predefinidos se debe considerar que cada material tiene un determinado molde

Demora en la sujeción de los materiales y moldes	La sujeción de los materiales debe de ser al mismo tiempo, distribuyendo las actividades en ambas manos
Demora en la búsqueda del lapicero	Se debe diseñar un espacio para el almacenamiento de los lapiceros de forma tal que los operarios conocerán la ubicación exacta de esta herramienta.
Demora en las inspecciones de las medidas porque los moldes están desgastados	Se propone que los moldes deben estar elaborados de madera delgada para conservar la precisión de las medidas
Demora en la búsqueda de la chaveta	Se propone diseñar un lugar definido de la macheta al costado de los lapiceros; dado que se utilizan en actividades complementarias
Al liberar los moldes se posicionan en cualquier parte de la mesa de trabajo.	Cada molde debe estar enumerado para su correcta identificación y debe estar separado de forma ordenada
Demora en el marcado del cuero	Cada vez que se posiciona el molde o materia prima se debe alcanzar con la mano derecha el lapicero y tener listo para marcar

Nota. Elaboración propia.

Si consideramos las mejoras propuestas para la redistribución de las actividades; se obtiene una reducción de tiempos estimada para lograr alcanzar el Takt time. A continuación, se describe el resumen de los movimientos del diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 17) con sus tiempos estimados para el proceso de corte; cabe resaltar que los tiempos considerados fueron en función de los movimientos actuales registrados por lo que solo se eliminó los movimientos innecesarios y definió un tiempo en proporción directa al grado de impacto que puede generar la propuesta de mejora

Tabla 47*Movimientos eficientes propuestos del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	13	131	9	87
Mover	M	10	45	8	33
Sujetar o tomar	G	22	107	6	19
Liberar	RL	4	10	7	25
Preposicionar	PP	4	32	11	79
Utilizar	U	21	382	37	492
TOTAL		74	707	78	735

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 48*Movimientos deficientes propuestos del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Parar	H	6	36	0	0
Retraso evitable	AD	0	0	2	8
TOTAL		0	36	2	8

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de movimientos propuesto existen 5 % deficientes generados con la mano derecha y 2% con la mano izquierda aproximadamente.

b. Proceso de perfilado:

El análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 18) del proceso de perfilado es el siguiente:

Tabla 49*Movimientos eficientes actuales del proceso de perfilado*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO

Mover	M	5	22	4	17
Sujetar o tomar	G	8	32	10	79
Liberar	RL	1	3	1	3
Utilizar	U	25	409	8	131
TOTAL		39	466	23	230

Nota. El tiempo está en segundos

Tabla 50

Movimientos deficientes actuales del proceso de perfilado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	16	265	9	158
Seleccionar	SE	1	8	4	23
Posicionar	P	3	19	0	0
Inspeccionar	I	5	27	4	22
Parar	H	8	45	32	397
TOTAL		0	364	49	600

Nota. El tiempo está en segundos

Del total de movimientos propuesto existen 43 % deficientes generados con la mano derecha y 71% con la mano izquierda aproximadamente.

Por lo tanto, se identificaron los siguientes problemas y propuestas de solución para la redistribución de actividades.

Tabla 51

Identificación de problemas y propuestas de solución para el perfilado

PROBLEMA	PROPUESTA
Demora en la búsqueda de piezas cortadas	Se debe diseñar un lugar predefinido para el ordenamiento de las piezas del modelo para optimizar su alcance

Demora en la colocación de pegamento en las piezas	Cada vez que se coloque pegamento en una pieza se debe sujetar tanto el pegamento como la pieza a la misma vez
Demora en la identificación del tipo de pegamento	Cada pegamento debe estar codificado con su nombre sobre el envase, además debe estar marcado con una "X" si ya se comenzó.
Demora en la colocación de jebe	Cada vez que se coloque jebe, se ejercerá una presión ligera sobre la pieza
El operario se distrae fácilmente con sus compañeros	Al existir una supervisión constante no se debe permitir que se converse en hora de trabajo sin ser de carácter urgente o apoyo en alguna actividad entre compañeros
Se realiza cambio de mano del cierre; siendo un movimiento excesivo	Se debe sujetar los cierres con la mano izquierda
Demora en la búsqueda de los accesorios	Se debe definir un espacio para el almacenamiento de los accesorios para un periodo de producción

Nota. Elaboración propia

Si consideramos las mejoras propuestas para la redistribución de las actividades; se obtiene una reducción de tiempos estimada para lograr alcanzar el Takt time. A continuación, se describe el resumen de los movimientos del diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 19) con sus tiempos estimados para el proceso de perfilado; cabe resaltar que los tiempos considerados fueron en función de los movimientos actuales registrados por lo que solo se eliminó los movimientos innecesarios y definió un tiempo en proporción directa al grado de impacto que puede generar la propuesta de mejora.

Tabla 52

Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de perfilado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO

Alcanzar	RE	13	154	9	107
Mover	M	5	22	4	17
Sujetar o tomar	G	10	54	13	75
Liberar	RL	1	3	1	3
Preposicionar	PP	1	4	0	0
Utilizar	U	26	415	27	424
TOTAL		56	652	54	626

Nota. El tiempo está en segundos

Tabla 53

Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de perfilado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	1	12	1	12
Posicionar	P	1	8	0	0
Inspeccionar	I	3	16	3	16
Parar	H	0	0	3	34
TOTAL		0	36	7	62

Nota. El tiempo está en segundos

Del total de movimientos propuesto existen 5 % deficientes generados con la mano derecha y 9% con la mano izquierda aproximadamente.

c. Proceso de armado:

El análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 20) del proceso de armado es el siguiente:

Tabla 54

Resumen de movimientos eficientes actuales del proceso de armado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Mover	M	4	25	1	3
Sujetar o tomar	G	10	41	7	90
Liberar	RL	2	6	0	0

Utilizar	U	17	932	8	490
TOTAL		33	1004	16	583

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 55

Resumen de movimientos deficientes actuales del proceso de armado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	8	113	7	88
Posicionar	P	3	16	0	0
Inspeccionar	I	2	45	0	0
Parar	H	7	62	30	569
TOTAL		0	236	37	657

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de movimientos propuesto existen 19 % deficientes generados con la mano derecha y 53% con la mano izquierda aproximadamente.

Por lo tanto, se identificaron los siguientes problemas y propuestas de solución para la redistribución de actividades.

Tabla 56

Identificación de problemas y propuestas de solución para el armado

PROBLEMA	PROPUESTA
Demora en la búsqueda del pegamento	Se debe codificar cada pegamento con su nombre y se debe de marcar con una "X" aquellos que ya se comenzaron a utilizar.
Demora en la colocación de pegamento en la falsa	Con la mano izquierda se debe sujetar la falsa y con la mano derecha se debe colocar el pegamento; considerando que cada uno de estos materiales tienen un espacio predefinido

El pegamento se posiciona en cualquier parte de la mesa de armado, dificultando su rápida identificación	Se debe definir una posición fija para el pegamento que se está utilizando según la operación que se realiza
Demora en la identificación de las hormas a utilizar	Cada horma debe estar codificada por talla y modelo. Además, antes de iniciar la operación según el Kanban de producción se definirá la horma necesaria para el lote de producción
Deficiente colocación de pegamento	Al momento de colocar pegamento se debe de ejercer presión sobre la pieza
Tiempo ocioso en el momento de espera del horno	Este tiempo debe ser aprovechado para cerrar herméticamente todos los pegamentos utilizados

Nota. Elaboración propia.

Si consideramos las mejoras propuestas para la redistribución de las actividades; se obtiene una reducción de tiempos estimada para lograr alcanzar el Takt time. A continuación, se describe el resumen de los movimientos del diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 21) con sus tiempos estimados para el proceso de armado; cabe resaltar que los tiempos considerados fueron en función de los movimientos actuales registrados por lo que solo se eliminó los movimientos innecesarios y definió un tiempo en proporción directa al grado de impacto que puede generar la propuesta de mejora.

Tabla 57

Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de armado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	2	32	2	32
Mover	M	3	21	1	6
Sujetar o tomar	G	8	33	7	90
Liberar	RL	2	6	0	0
Preposicionar	PP	1	5	0	0
Utilizar	U	18	942	27	931

TOTAL	34	1039	37	1059
-------	----	------	----	------

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 58

Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de armado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	3	35	0	0
Posicionar	P	2	11	0	0
Inspeccionar	I	2	45	0	0
Parar	H	1	5	5	76
TOTAL		0	96	5	76

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de movimientos propuesto existen 8 % deficientes generados con la mano derecha y 7% con la mano izquierda aproximadamente.

d. Proceso de alistado:

El análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 22) del proceso de alistado es el siguiente:

Tabla 59

Resumen de movimientos eficientes actuales del proceso de alistado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Mover	M	4	28	2	17
Sujetar o tomar	G	6	26	5	132
Liberar	RL	2	6	0	0
Utilizar	U	9	266	4	58
TOTAL		21	326	11	207

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 60

Resumen de movimientos deficientes actuales del proceso de alistado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	4	62	4	53
Posicionar	P	0	0	1	13
Inspeccionar	I	1	4	1	4
Parar	H	1	4	10	119
TOTAL		0	70	16	189

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de movimientos propuesto existen 18 % deficientes generados con la mano derecha y 48% con la mano izquierda aproximadamente.

Por lo tanto, se identificaron los siguientes problemas y propuestas de solución para la redistribución de actividades.

Tabla 61

Identificación de problemas y propuestas de solución para el alistado

PROBLEMA	PROPUESTA
Demora en la búsqueda de los plumones	Se debe definir un espacio para los pulmones.
Demora en el marcado de los zapatos	Se debe sujetar el modelo y los plumones al mismo tiempo Se debe ejercer presión en el modelo cuando se
Deficiente remarcado	está repasando el plumón
Demora en la búsqueda del cepillo de limpieza de cuero	Se debe definir un espacio para el cepillo de cuero Se debe definir un espacio para la bencina y trapo;
Demora en la búsqueda de la bencina y el trapo	cabe resaltar que la bencina debe estar codificada y con una "X" si es que ya se comenzó a utilizar. Se debe definir un espacio para la bencina como
La bencina se posiciona en cualquier lado	parte de un estándar de trabajo de forma tal que sea más identificable

Nota. Elaboración propia

Si consideramos las mejoras propuestas para la redistribución de las actividades; se obtiene una reducción de tiempos estimada para lograr alcanzar el Takt time. A continuación, se describe el resumen de los movimientos del diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 23) con sus tiempos estimados para el proceso de alistado; cabe resaltar que los tiempos considerados fueron en función de los movimientos actuales registrados por lo que solo se eliminó los movimientos innecesarios y definió un tiempo en proporción directa al grado de impacto que puede generar la propuesta de mejora.

Tabla 62

Resumen de movimientos eficientes propuestos del proceso de alistado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	3	49	2	37
Mover	M	4	28	2	17
Sujetar o tomar	G	6	26	4	89
Liberar	RL	2	6	0	0
Utilizar	U	9	266	11	194
TOTAL		24	375	20	350

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 63

Resumen de movimientos deficientes propuestos del proceso de alistado

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Inspeccionar	I	1	4	1	4
Parar	H	0	0	4	25
TOTAL		0	4	5	29

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de movimientos propuesto existen 1 % deficientes generados con la mano derecha y 8% con la mano izquierda aproximadamente.

Por lo tanto; después de haber analizado los movimientos excesivos, deficientes e innecesarios se logró reducir a un tiempo estimado donde cada operación cumpliría con el Takt time esperado, conforme a los requerimientos de la demanda. A continuación, se registró el análisis de la variación.

Tabla 64

Variación porcentual de los tiempos de los procesos

Proceso	Antes	Después	Variación
Corte	884	743	-15.95%
Perfilado	830	688	-17.11%
Armado	1252	1135	-9.35%
Alistado	396	379	-4.29%

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 65

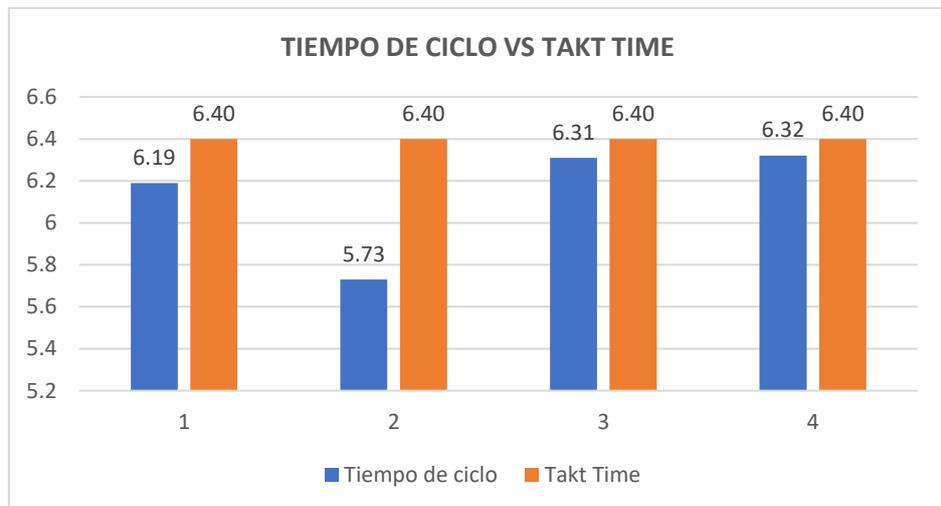
Comparación tiempo de ciclo vs Takt time

Proceso	Tiempo	Takt time
Corte	6.19	6.40
Perfilado	5.73	6.40
Armado	6.31	6.40
Alistado	6.32	6.40
TOTAL	24.55	25.60

Nota. El tiempo está en minutos

Figura 46

Perfil de comparación Takt time vs Tiempo de ciclo



Nota: Elaboración propia.

Del perfil se puede inferir que los procesos están correctamente balanceados; lo que permitirá a la empresa cumplir con el tiempo requerido de los productos por la demanda.

APLICACIÓN DE TPM

Para aplicar el mantenimiento total productivo; se debe considerar las actividades de limpieza para cada máquina y herramienta que se estableció en la metodología de las 5S; el seguimiento de la siguiente tabla de indicadores y el manual de instrucción del Anexo 24.

Tabla 66

Indicadores para el Mantenimiento Total Productivo

OBJETIVO	INDICADOR GENERAL	FORMULA	M E T A	SEG UIMI ENT O	RESP.
Medir el tiempo perdido entre fallas	Tiempo promedio entre fallas	$= \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$	0 %	Diario	Supervisor de planta
Medir el tiempo perdido por reparación	Tiempo promedio para la reparación	$= \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{N^{\circ} \text{ de reparaciones correctivas}}$	0 %	Semanal	Supervisor de planta
Medir el costo de mantenimiento por inversión	Costo de mantenimiento por inversión	$\frac{CTMN}{INV}$ CTMN= Costo anual de mantenimiento INV= Es el valor de los activos de inversión	0 %	Mensual	Supervisor de planta
Tiempo de intervención de horas hombre en el mantenimiento	Intensidad de mantenimiento proactivo	$MP = \frac{H - H \text{ de Intervalos de MP}}{H - H \text{ disponibles}}$	0 %	Mensual	Supervisor de planta

Nota. Elaboración propia.

Asimismo, se realizó se establecieron fechas programadas a partir de la simulación del comportamiento de fallas del horno más antiguo. A continuación, se describe el procedimiento:

Descripción de la muestra aleatoria:

Se registró la muestra de las fallas del horno eléctrico antiguo:

Tabla 67

Muestra piloto de las fallas registradas del horno antiguo

MUESTRA PILOTO	HORNO
Observación 1	160.86
Observación 2	205.36
Observación 3	171.77
Observación 4	172.85
Observación 5	161.45
Observación 6	153.46
Observación 7	168.49
Observación 8	198.69
Observación 9	187.65
Observación 10	147.1

Nota. Elaboración propia

Cálculo de la muestra estadística:

Tabla 68

Cálculo de la muestra estadística para el análisis del comportamiento

Descripción/Medida	Promedio	Desviación	Error (%)	Error	Valor z	Muestra
HORNO	172.768	19.080267	5%	8.6384	1.96	19

Nota. Se requiere 19 tomas de muestra para que se considere los resultados significativos

Registro de datos significativos:

Tabla 69

Registro de muestras significativas

MUESTRAS SIGNIFICATIVAS	HORNO
Observación 1	160.86
Observación 2	205.36
Observación 3	171.77
Observación 4	172.85
Observación 5	161.45
Observación 6	153.46
Observación 7	168.49
Observación 8	198.69
Observación 9	187.65
Observación 10	147.1
Observación 11	183.76
Observación 12	207.09
Observación 13	133.9
Observación 14	184.97
Observación 15	192.6
Observación 16	173.03
Observación 17	186.86
Observación 18	201.08
Observación 19	182.92

Nota. Son 19 muestras significativas

Análisis del comportamiento de los datos:

Figura 47

Análisis del comportamiento de fallas del horno antiguo

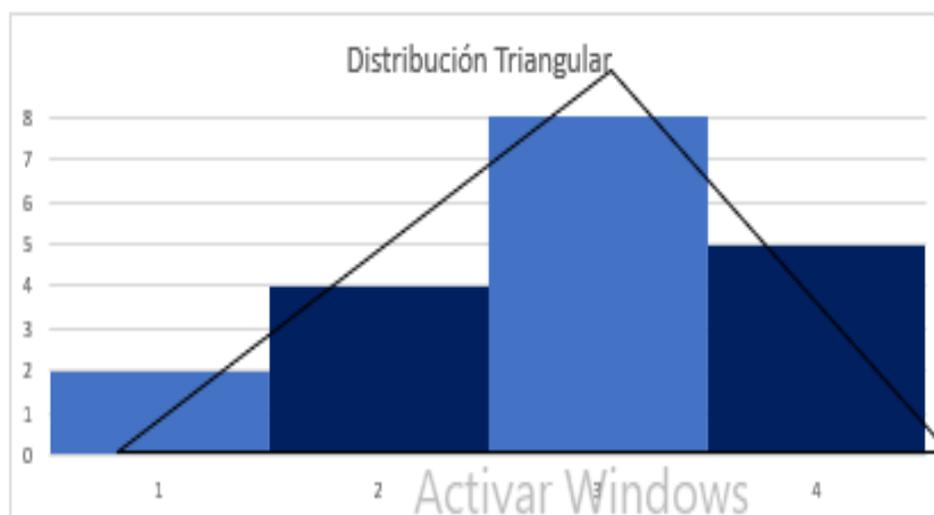
Prueba de Kolmogorov Smirnov					
n	19	media	177.573158	desviación	20.12852538
Intervalos	4	Rango	73.19	Amplitud	18.2975

Límite inferior	Límite superior	Oi	Poia	Peia	C
133.90	152.20	2	0.11	0.08	0.02
152.20	170.50	4	0.32	0.33	0.02
170.50	188.79	8	0.74	0.75	0.01
188.79	207.09	5	1.00	1.00	0.00
Total		19	Estadístico de Prueba		0.02
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla kolmogorov		0.31
a	133.90	b	188.79	c	207.09

H0: Los datos tomados siguen una distribución Triangular

H1: Los datos tomados siguen otra distribución

Conclusión: Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución triangular con parámetros: valor máximo=207.09 , valor mínimo=133.9 y valor más probable=188.7925



Nota: Elaboración propia.

Generación de números pseudoaleatorios:

Tabla 70

Pseudoaleatorios para el horno eléctrico antiguo.

m	64	k	7	
a	29	g	6	
c	19	Moda	#N/D	
Xi	(aXi+c)Mod(m)	Ri	Independencia	HUECOS
7	30	0.47619	0	
30	57	0.90476	1	1
57	8	0.12698	0	1
8	59	0.93651	1	1
59	2	0.03175	0	1
2	13	0.20635	0	0
13	12	0.19048	0	0
12	47	0.74603	1	1
47	38	0.60317	1	0
38	33	0.52381	1	0
33	16	0.25397	0	1
16	35	0.55556	1	1
35	10	0.15873	0	1
10	53	0.84127	1	1
53	20	0.31746	0	1
20	23	0.36508	0	0
23	46	0.73016	1	1
46	9	0.14286	0	1
9	24	0.38095	0	0
24	11	0.17460	0	0
11	18	0.28571	0	0
18	29	0.46032	0	0
29	28	0.44444	0	0
28	63	1.00000	1	1
63	54	0.85714	1	0
54	49	0.77778	1	0
49	32	0.50794	1	0
32	51	0.80952	1	0
51	26	0.41270	0	1
26	5	0.07937	0	0
5	36	0.57143	1	1
36	39	0.61905	1	0
39	62	0.98413	1	0
62	25	0.39683	0	1

25	40	0.63492	1	1
40	27	0.42857	0	1
27	34	0.53968	1	1
34	45	0.71429	1	0
45	44	0.69841	1	0
44	15	0.23810	0	1
15	6	0.09524	0	0
6	1	0.01587	0	0
1	48	0.76190	1	1
48	3	0.04762	0	1
3	42	0.66667	1	1
42	21	0.33333	0	1
21	52	0.82540	1	1
52	55	0.87302	1	0
55	14	0.22222	0	1
14	41	0.65079	1	1
41	56	0.88889	1	0
56	43	0.68254	1	0
43	50	0.79365	1	0
50	61	0.96825	1	0
61	60	0.95238	1	0
60	31	0.49206	0	1
31	22	0.34921	0	0
22	17	0.26984	0	0
17	0	0.00000	0	0
0	19	0.30159	0	0

Nota. Elaboración Propia

Las pruebas para los números pseudoaleatorios son las siguientes:

Tabla 71

Prueba de medias

Prueba de Medias			
H0: Los Ri tienen una media de 0.5			
H1: Los Ri no tienen una media de 0.5			
Media ri	0.5053	Z	1.96
Nivel de Conf.	0.95	LS	0.5730
n	60	LI	0.4270

Nota. Como el valor del promedio ri está dentro de los límites de aceptación, se toma la hipótesis nula como verdadera concluyendo que su media es igual a 0.5 con un nivel de aceptación del 95%

Tabla 72*Prueba de Varianza*

Prueba de Varianza			
H0: Los Ri tiene una varianza de 0.8333333			
H1: Los Ri tiene una varianza de 0.8333334			
VARIANZA ri	0.08431573	Nivel de Conf.	0.9500
n	60	LI	0.0560
X ² (a/2)	39.66185935	LS	0.115985037
X ² (1-a/2)	82.11740594		

Nota. Como el valor de la varianza de los ri está dentro de los límites de aceptación, se toma la hipótesis nula como verdadera concluyendo que su varianza es igual a 1/12 con un nivel de aceptación del 95%

Tabla 73*Prueba de uniformidad*

Prueba de Uniformidad				
H0: Los Ri son uniformes				
H1: Los Ri no son uniformes				
n	60			
m	8	Amplitud	0.1250	
Rango	1.0000	Nivel de conf.	1.9600	
Lím. Inf.	Lím. Sup.	Oi	Ei	(Ei - Oi) ² /Ei
0.0000	0.1250	6	6	0.0000
0.1250	0.2500	8	6	0.6667
0.2500	0.3750	8	6	0.6667
0.3750	0.5000	8	6	0.6667
0.5000	0.6250	7	6	0.1667
0.6250	0.7500	8	6	0.6667
0.7500	0.8750	8	6	0.6667
0.8750	1.0000	7	6	0.1667
Total		60	3.6667	
Valor estadístico de prueba				3.6667
Valor estadístico de tabla para a (0.05) y 4 g.l.				77.9305

Nota. Como el valor del estadístico de prueba de los ri es menor que el valor del estadístico de tabla, se aprueba hipótesis nula concluyendo que los números ri se encuentran uniformemente distribuidos con un nivel de aceptación del 95%

Tabla 74*Prueba de independencia corrida arriba y abajo media.*

Prueba de Independencia corrida arriba y abajo media			
H0: Los Ri son uniformes			
H1: Los Ri no son uniformes			
N0	30	n	60
N1	30	Nivel Conf.	0.95
CO	28	MEDIA (C0)	30.5
Z min (0.025)	-1.96	VARIANZA (CO)	14.74576271
Z max (0.025)	1.96	Zo	-0.651038075

Nota. El valor estadístico resultante se encuentra dentro del rango establecido por Z por lo tanto, se concluye que los números pseudoaleatorios presentan independencia.

Generación de variables:**Tabla 75***VARIABLES aleatorias según el comportamiento de las fallas del horno antiguo*

$$X = \begin{cases} a + (c - a)\sqrt{r_i} & ; \quad si \quad r_j \leq 0.75 \\ b + [(b - c)\sqrt{1 - r_i}] & ; \quad r_j > 0.75 \end{cases}$$

Variables Triangulares			
a	b	c	$\frac{c - a}{b - a} = 0.75$
133.90	188.79	207.09	
n	rj	ri	HORNO
1	0.4762	0.5714	189.23
2	0.9048	0.6191	177.50
3	0.1270	0.9841	206.51
4	0.9365	0.3968	174.58
5	0.0318	0.6349	192.22
6	0.2064	0.4286	181.81
7	0.1905	0.5397	187.67
8	0.7460	0.7143	195.76
9	0.6032	0.6984	195.07
10	0.5238	0.2381	169.61
11	0.2540	0.0952	156.49
12	0.5556	0.0159	143.12
13	0.1587	0.7619	197.79
14	0.8413	0.0476	170.94

15	0.3175	0.6667	193.66
16	0.3651	0.3333	176.16
17	0.7302	0.8254	200.39
18	0.1429	0.8730	202.29
19	0.3810	0.2222	168.40
20	0.1746	0.6508	192.94
21	0.2857	0.8889	202.90
22	0.4603	0.6825	194.37
23	0.4444	0.7937	199.10
24	1.0000	0.9683	185.53
25	0.8571	0.9524	184.80
26	0.7778	0.4921	175.75
27	0.5079	0.3492	177.15
28	0.8095	0.2698	173.16
29	0.4127	0.0000	133.90
30	0.0794	0.3016	174.09

Nota. Elaboración propia

Resultado de la predicción de las fallas del horno eléctrico:

Tabla 76

Resultados de la simulación

HORAS	DÍAS
189.23	24
177.50	22
206.51	26
174.58	22
192.22	24
181.81	23
187.67	23
195.76	24
195.07	24
169.61	21
156.49	20
143.12	18
197.79	25
170.94	21

Nota. Elaboración propia

Fechas de predicción:

Tabla 77

Fechas de mantenimiento preventivo

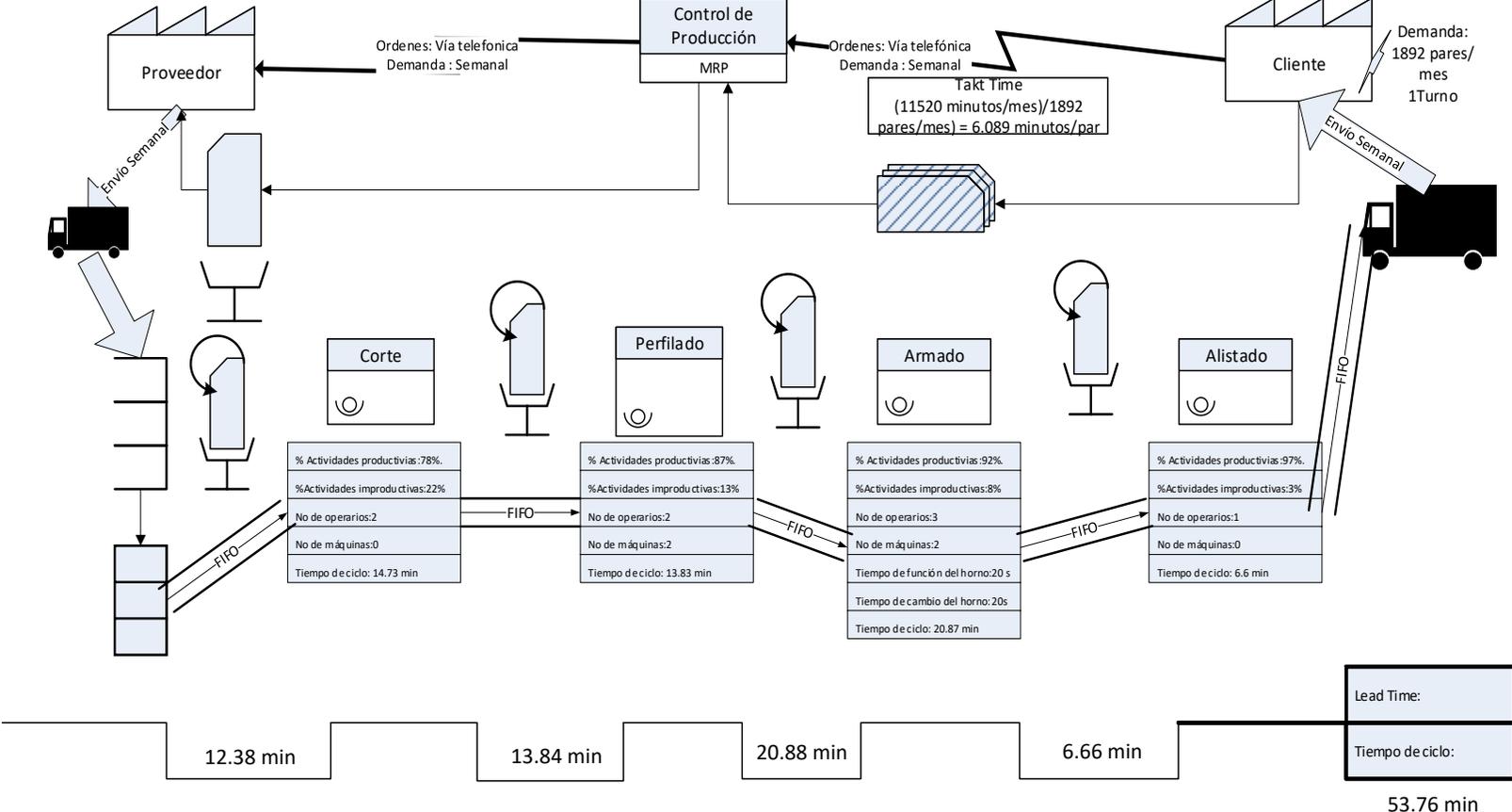
Cantidad	Día
Fecha 0	9/12/2021
Fecha 1	31/12/2021
Fecha 2	26/01/2022
Fecha 3	17/02/2022
Fecha 4	13/03/2022
Fecha 5	5/04/2022
Fecha 6	28/04/2022
Fecha 7	22/05/2022
Fecha 8	15/06/2022
Fecha 9	6/07/2022
Fecha 10	26/07/2022
Fecha 11	13/08/2022
Fecha 12	7/09/2022
Fecha 13	28/09/2022
Fecha 14	9/12/2021

Nota. Se pronosticaron 14 fechas de mantenimiento; lo que aproximadamente es un año de trabajo.

A partir de la aplicación de las herramientas Lean se propuso el siguiente diagrama VSM

Figura 48

Propuesta de VSM FUTURO



Nota. Elaboración propia.

A partir de eso se procedió a realizar el cálculo de la productividad después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing de acuerdo al tiempo de ciclo total y también de acuerdo con los tiempos de cada uno de los procesos de fabricación teniendo en cuenta que la cantidad demandada es el promedio de los pronósticos para los últimos meses que se presentaron anteriormente y el número de trabajadores para cada proceso.

Tabla 78

Cálculo de Nueva Productividad de Unidades por Horas - Hombre

PRODUCTIVIDAD					
	Promedio de Demanda	Tiempo de ciclo	Nº de trabajadores	Nº días	Productividad
Post-aplicación	1801	0.41	8	25	22.01

Nota. Se obtuvo una productividad de 19.41 tomando como base las unidades producidas por mes y el número total trabajadores por el número de días y el tiempo de ciclo del todo el proceso de fabricación.

Cálculo de la productividad

$$Productividad = \frac{\text{Promedio de demanda}}{\text{Tiempo de ciclo} \times \text{Número de trabajadores} \times \text{Número de días}}$$

$$Productividad = \frac{1801 \text{ unidades}}{0.41 \text{ hr} \times 8 \times 25 \text{ días}}$$

$$Productividad = 22.01$$

Tabla 79

Cálculo de Nueva Productividad por proceso de fabricación

PRODUCTIVIDAD POR PROCESO DE FABRICACIÓN				
Proceso	Promedio de Demanda	Nº de trabajadores	TC Post-Aplicación	Productividad Final
Corte	1801	2	6.19	5.82
Perfilado	1801	2	5.73	6.29

Armado	1801	3	6.31	3.81
Alistado	1801	1	6.32	11.40

Nota. Se obtuvo la productividad para cada uno de los procesos basándose en el tiempo de ciclo de cada uno de ellos después de la aplicación de la Herramientas de Lean Manufacturing, los números de trabajadores en cada etapa y tomando como base la demanda diaria que se debe de cumplir.

Cálculo de la productividad

Para el proceso de corte se obtuvo una productividad de 5.29 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ corte = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ corte = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.19\ min\ x\ 2}$$

$$Productividad\ corte = 5.82 \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de perfilado se obtuvo una productividad de 6.29 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ perfilado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ perfilado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{5.73\ min\ x\ 2}$$

$$Productividad\ perfilado = 6.29 \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de armado se obtuvo una productividad de 3.81 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ armado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ armado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.31\ min\ x\ 3}$$

$$Productividad\ armado = 3.81 \frac{unidades}{min - H}$$

Para el proceso de armado se obtuvo una productividad de 10.92 unidades por minutos – Hombre que se describe a continuación.

$$Productividad\ armado = \frac{Promedio\ de\ demanda\ diaria}{Tiempo\ de\ ciclo\ x\ Número\ de\ trabajadores}$$

$$Productividad\ armado = \frac{72.04\ unidades\ diaria}{6.32\ min\ x\ 1}$$

$$Productividad\ armado = 10.92 \frac{unidades}{min - H}$$

Adicionalmente, se procedió a obtener los nuevos costos después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing que se presentan a continuación.

a. Costos de Materia Prima Directa

Tabla 80

Costos de Materia Prima Post Aplicación

MATERIA PRIMA	MERMAS	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Cuero castor	0.6	m	S/15.00	S/29.25
Peluche	0.2	m	S/18.00	S/11.70
Polar	0.1	m	S/8.50	S/2.76
Pegamento	0.12	L	S/9.43	S/3.68
Jebe	0.16	L	S/5.00	S/2.60
Lona delgada	0.18	m	S/4.50	S/2.63
Lona gruesa	0.08	m	S/5.50	S/1.43
Hebilla	0.1	Docenas	S/7.50	S/2.44
Hojalillos	2.4	u	S/0.01	S/0.08
Hilo	0.1	Cono	S/6.50	S/2.11
Cierre	0.5	m	S/1.00	S/1.63
Llaves	0.7	Pares	S/0.46	S/1.05
Punti	0.14	L	S/11.00	S/5.01
PVC	0.168	L	S/18.50	S/10.10
Limpiador de planta	0.06	L	S/18.00	S/3.51
Cartón	0.24	m	S/10.00	S/7.80
Plumones	0.6	u	S/2.00	S/3.90

Tinte	0.04	L	S/18.00	S/2.34
Crema Box	0.2	ml	S/2.60	S/1.69
Bencina	0.06	L	S/5.00	S/0.98
TOTAL				S/ 96.67

Nota: El costo total de materia prima requerida por docena es de S/. 96.67 y de S/. 14,500.98 para cumplir con la demanda establecida. Teniendo como base la reducción del 35% de mermas.

b. Costos de Mano de Obra Directa

Tabla 81

Costos de Mano de Obra Directa Post Aplicación

PROCESO	TIEMPO	COSTO MO (HR)	DEMANDA	COSTO TOTAL
Corte	743	S/0.0013	1801	S/1,728.43
Perfilado	688	S/0.0013	1801	S/1,600.49
Armado	1135	S/0.0013	1801	S/2,640.34
Alistado	379	S/0.0013	1801	S/881.66
TOTAL				S/6,850.93

Nota: El costo de mano de obra indirecta es de S/. 6,850.93

c. Costos Indirectos de Fabricación

Se agregaron otros costos relacionados con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, pero manteniendo los mismos Costos Indirectos de Mano de Obra, Materia Prima y otros.

Tabla 82

Costos de Implementación de Herramientas Lean

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
Cinta Marcador de piso	20	S/48.00	S/960.00
Hojas	1000	S/0.05	S/50.00
Tijera	5	S/1.00	S/5.00
Cinta Adhesiva	10	S/0.80	S/8.00

Franelas	5	S/2.00	S/10.00
Lubricador	5	S/25.00	S/125.00
Aceite	5	S/48.00	S/240.00
TOTAL			S/1,398.00

Nota. El total de inversión anual para la actualización de la metodología es de S/ 1398.00

Tabla 83

Resumen de Costos de Producción Final

COSTOS DIRECTO		COSTOS INDIRECTO		
MP Directa	MO Directa	MP Indirecta	MO Indirecta	CIF
S/14,500.98	S/6,850.93	S/1,950.00	S/2,790.00	S/ 4,752.50
TOTAL				S/30,844.41

Nota: Para el cumplimiento de la demanda establecida se tiene un costo de producción de S/ 30,844.41

4.1.3. Resultado del tercer Objetivo Especifico

Se procedió a contrastar los resultados del Pre y Post aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en cual podremos analizar las principales diferencias y mejoras con respecto a la productividad.

Tabla 84

Reducción Estimada de Tiempos de Ciclo por cada proceso

Proceso	TC Pre-Aplicación	TC Post Aplicación	Variación Estimada	% Variación Estimada
Corte	7.36	6.19	1.17	16%
Perfilado	6.92	5.73	1.19	17%
Armado	6.96	6.31	0.65	9%
Alistado	6.60	6.32	0.28	4%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 85

Incremento de Productividad por cada proceso

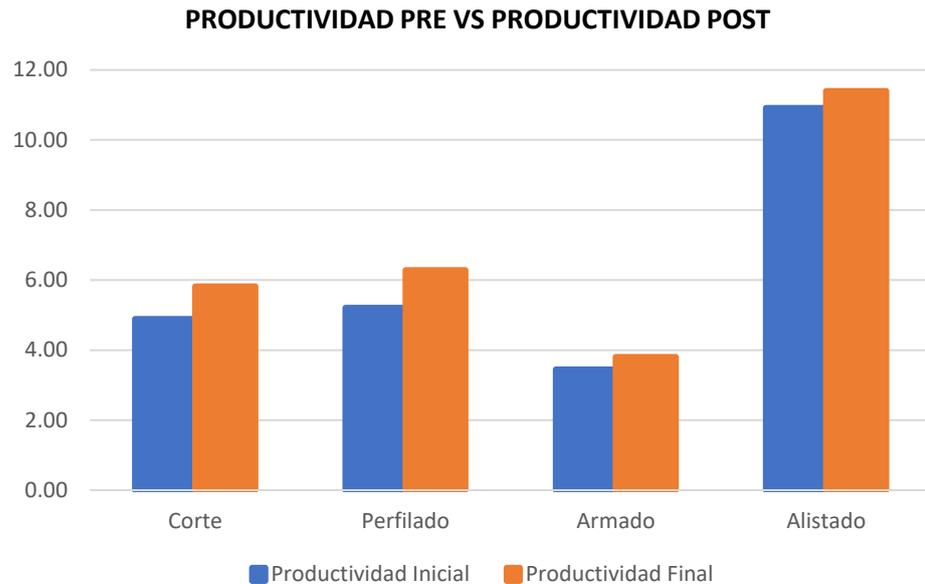
Proceso	Productividad Pre	Productividad Post	Δ Productividad
Corte	4.89	5.82	0.93
Perfilado	5.21	6.29	1.08
Armado	3.45	3.81	0.36
Alistado	10.92	11.40	0.48

Nota. Elaboración propia.

Podemos observar que la nivelación de los Tempos de Ciclo con el Takt Time nos permitirá obtener un aumento de la productividad y cumplir con la demanda establecida para cada mes.

Figura 49

Productividad Pre vs Productividad Post por cada de Proceso



Nota. Elaboración Propia.

Se analizó el tiempo estimado ahorrado por la mejora en la distribución de actividades.

Tabla 86

Ahorro mensual con la mejora de distribución de actividades

Proceso	Pre	Post	Ahorro	Costo MO (hr)	Demanda	Ahorro
Corte	884	743	141	S/0.0013	1801	S/328.01
Perfilado	830	688	142	S/0.0013	1801	S/330.33
Armado	1252	1135	117	S/0.0013	1801	S/272.18
Alistado	396	379	17	S/0.0013	1801	S/39.55
TOTAL						S/970.06

Nota. El tiempo de cada proceso está en segundos.

Asimismo, se procedió a contrastar los resultados del Pre y Post del tiempo de ciclo total donde podremos analizar la variación de los tiempos y el incremento de la productividad.

Tabla 87

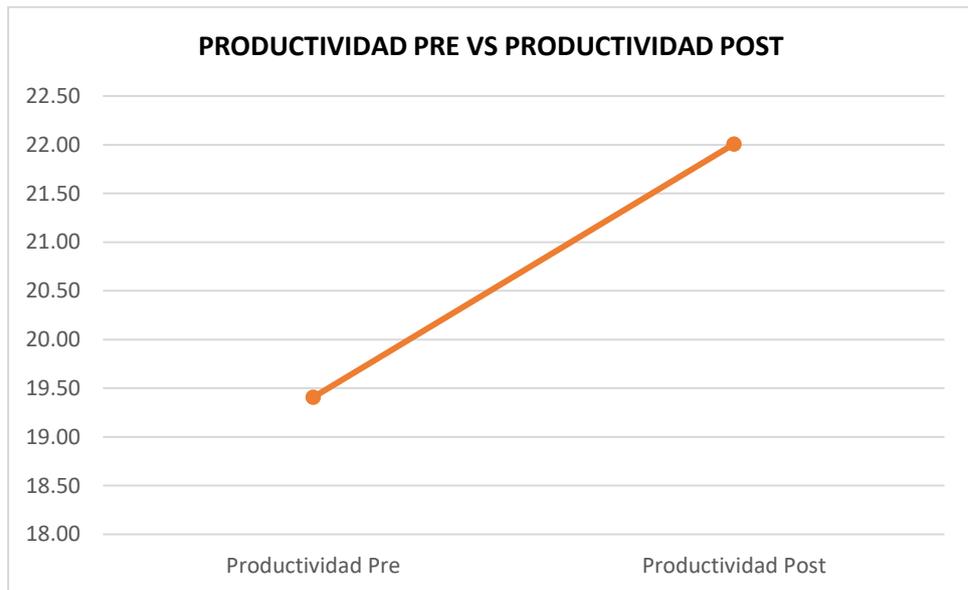
Incremento de Productividad

	Promedio de Demanda	Tiempo de ciclo	N° de trabajadores	N° días	Productividad
Pre	1801	0.46	8	25	19.41
Post	1801	0.41	8	25	22.01
Δ		11.8%			2.60%

Nota. Elaboración propia.

Figura 50

Productividad Pre vs Productividad Post



Nota. Elaboración Propia.

Adicionalmente, se analizó la reducción de los costos de Producción con respecto a los materiales utilizados; dado que inicialmente se utilizaban los productos sellados o nuevos en lugar de los productos que ya estaban siendo utilizados y otros gastos operativos considerados anteriormente.

Tabla 88

Reducción esperada de los Costos de Producción

	COSTOS DIRECTO		COSTOS INDIRECTO			TOTAL
	MP Directa	MO Directa	MP Indirecta	MO Indirecta	CIF	
Pre	S/22,309.20	S/7,820.99	S/1,950.00	S/2,790.00	S/ 3,354.50	S/38,224.69
Post	S/14,500.98	S/6,850.93	S/1,950.00	S/2,790.00	S/ 4,752.50	S/30,844.41
REDUCCIÓN						S/7,380.28
VARIACIÓN						19%

Nota: Se observa una reducción de S/ 7,380.28 después de la implementación de las Herramientas Lean lo cual representa una disminución del 19%.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos se procede a realizar el análisis y discusión de cada uno de ellos:

Respecto al objetivo N° 1: Realizar un diagnóstico del proceso productivo teniendo en cuenta los costos y gastos operativos causados por los desperdicios y su incidencia en la productividad de la empresa Calzados Celeste SAC.

- En la tesis: “Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes”; se procedió a realizar un diagnóstico de forma general relacionándolo con los sistemas de información de mayor grado de utilización estas mismas; sin embargo, esta tesis se diferencia porque el diagnóstico realizado fue con un enfoque Lean, analizando la mayor cantidad de desperdicios generados en el área de producción reflejándose en el diagrama VSM obteniendo una productividad de 19.41 considerando que la productividad de mano de obra es indicador muy importante para la validación de dichas herramientas.

Respecto al objetivo N° 2: Aplicar las herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción en la empresa Calzados Celeste SAC.

- En la tesis “Aplicación del Lean Manufacturing para reducir los costos en el área de producción de la empresa dual corporación de servicios generales”; se procedió a realizar un análisis de los procesos con sus tiempos asociados de forma similar que este trabajo de investigación; aplica un diagrama VSM, el cual refleja las posibles deficiencias con relación al Takt Time requerido; sin embargo, no se graficó los estallidos Kaizen de mejora. En comparación a la investigación anteriormente mencionada, por lo que no implementaron las herramientas de forma adecuada, el cual no garantizó una correcta aplicación de la metodología Lean Manufacturing. Por ello, lo que nuestra investigación se diferencia, es el análisis detallado de los costos asociados a la producción; lo cual permite una visión más global del impacto en dinero generado para la empresa y el incremento de la

productividad necesario para el cumplimiento de la demanda establecida.

Respecto al objetivo N° 3: Contrastar los resultados de la productividad determinados en el diagnóstico con los obtenidos después de aplicar las herramientas del Lean Manufacturing.

- En la tesis “Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad GYW de la empresa SEGUSA SAC”; no se considera las herramientas de diagnóstico que propone esta filosofía por lo que se considera que dicho trabajo de investigación no sigue una correcta metodología; a diferencia de este trabajo de investigación, se realizó un diagnóstico inicial basándose en los desperdicios de materia prima y tiempos de ejecución por cada proceso; donde dichas deficiencias se ven reflejados en un diagrama VSM actual para luego realizar uno con estallidos Kaizen que refleje el orden de diseño e implementación de las herramientas Lean Manufacturing; además esta tesis demuestra la reducción de desperdicios esperados con el presupuesto necesitado para la implementación; lo cual cerraría el círculo del propósito del trabajo de investigación. Por lo tanto, se concluye que este trabajo busca seguir la metodología conforme la filosofía pre establecida; reflejándose resultados esperados por la empresa en mención demostrando así un incremento de la productividad de 19.41 a 22.01 de acorde a la demanda establecida mensualmente.

VI. CONCLUSIONES

- En la empresa existe un deficiente control de los costos de producción; dado que hay un desbalance de producción evidente del 53%; lo que significa que los operarios tienen elevado tiempo ocioso; convirtiéndose en un desperdicio de dinero por parte de la empresa. Así mismo, este desbalance se puede observar en los tiempos de los procesos: corte (7.36 min), perfilado (6.92 min), armado (6.96 min), alistado (6.6 min); dado que superan el Takt time requerido por los clientes; lo cual podría provocar una insatisfacción por parte de ellos, reduciendo a su vez un segmento de mercado por la ineficacia demostrada. Sin embargo, la empresa no había considerado dicha mejora, porque le contrarrestaban con el pago de mano de obra extra que reducen el margen de ganancia esperado, al término de la implementación de las Herramientas Lean Manufacturing, se obtuvo un incremento de la productividad de 19.21 al 21.01, debido a que se nivelaron los tiempos de ciclo con el Takt Time, permitiendo esto el cumplimiento de la demanda establecida, mejorando así sus procesos y elevando sus niveles de producción. Por ello, el incremento de la productividad fue de 2.60% en términos del proceso en general.
- En síntesis, la reducción estimada de los costos de producción fue óptima; dado que se espera un ahorro de manera general de 7380.28 soles lo cual, se determina en una reducción del 19% con relación a los costos iniciales de producción. Adicionalmente, se obtuvo un mejor rendimiento por parte de los trabajadores, ya que, al realizar el análisis de las actividades necesarias para cada proceso, se logró establecer una secuencia positiva y efectiva de los movimientos de ambas manos evitando así la fatiga, el tiempo ocioso por parte de ellos.
- Se debe adoptar el método Kanban, ya que eliminará el excedente de producción que se pueda observar en el área; debido a que nunca se materializó, el cual produce la sobreproducción, escasez de espacio en el área, pérdida de materia prima. Por lo tanto, este sistema permitirá optimizar el tiempo y eliminará los procesos innecesarios, ya que solo se realizará lo correcto y requerido.

- Se debe de implementar la guía de TPM analizando de forma general el diagrama de máquinas presentes en el área; para después estudiar de forma independiente cada una de estas analizando, su sistema y subsistemas que pueden ayudar a reducir parcialmente o en su totalidad las paradas no planificadas o averías oportunas durante la jornada laboral.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Empresa de Calzado Celeste SAC, asumir todas las responsabilidades y compromisos en los procesos productivos del calzado, siendo esta un área fundamental, involucrando a todo el personal, tanto administrativo como productivo, teniendo una capacitación constante y exponiéndoles los avances ante cualquier futura implementación.
- Así mismo, se recomienda a futuros investigadores programar reuniones con el área Administrativa, para exponerles de manera detallada y concisa el plan de acción sustentada, obteniendo así conocimiento de la investigación y sirva como fuente para futuras investigaciones relacionadas al tema. Así como también, implementar más herramientas Lean dentro de la empresa para poder lograr un punto más óptimo en la productividad de acuerdo al análisis previo que se puede evidenciar dentro de la organización.
- Por último, se sugiere a la empresa implementar una cultura libre de desperdicios en la producción con un sistema integrado de gestión, promoviendo una cultura organizacional de sus partes interesadas y la mejora continua, creando nuevos mercados nacionales e internacionales, esto es posible con el liderazgo de la alta dirección a través de los compromisos que se estipulen en la política.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

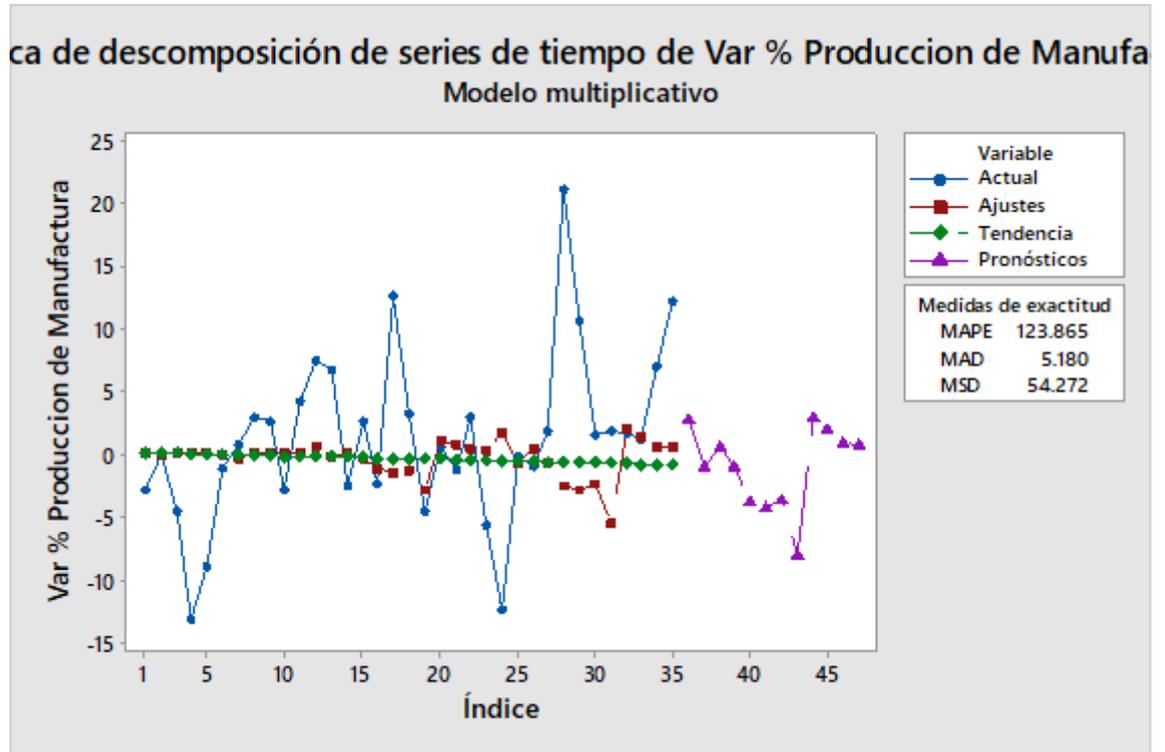
- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014). *Análisis de las herramientas de Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- AIN. (2012). "5S"(ORDEN Y LIMPIEZA). Navarra: CIA, compañía y diseñadores.
- Benjamin W., N., & Andris, F. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: The Mc Graw - Hill Companies.
- Celeste, C. (2018). *Reporte ANUAL 2018*. Trujillo: Calzados Celeste SAC.
- Cotera Rodriguez, D. P. (2018). *Optimización del proceso productivo aplicando herramientas de Lean Manufacturing en una empresa de confección textil de Lima 2017*. Lima: Universidad Norbert Wiener.
- EOI. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. MADRID: Fundación EOI.
- Hernández Fernández , M. M. (2018). *Aplicación del Lean Manufacturing para reducir los costos en el área de producción de la empresa dual corporación de servicios generales*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Namuche Huamanchumo, V. E., & Zare Desposorio, R. A. (2016). *Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Perú - Ministerio de la Producción. (29 de Enero de 2019). Obtenido de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/estadistica-ooe/estadisticas-manufactura>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.

Rios Bernuy, E. E. (2018). *Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad gyw de la empresa SEGUSA SAC*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing: Paso a Paso*. Lima: Lean Six Sigma Institute.

ANEXOS

Anexo 1 Resultados de la Proyección de los Datos Registrados por el Ministerio de la Producción



Nota: La variación tiene un comportamiento estacional ajustándose al modelo multiplicativo con menor MAD de 5.18

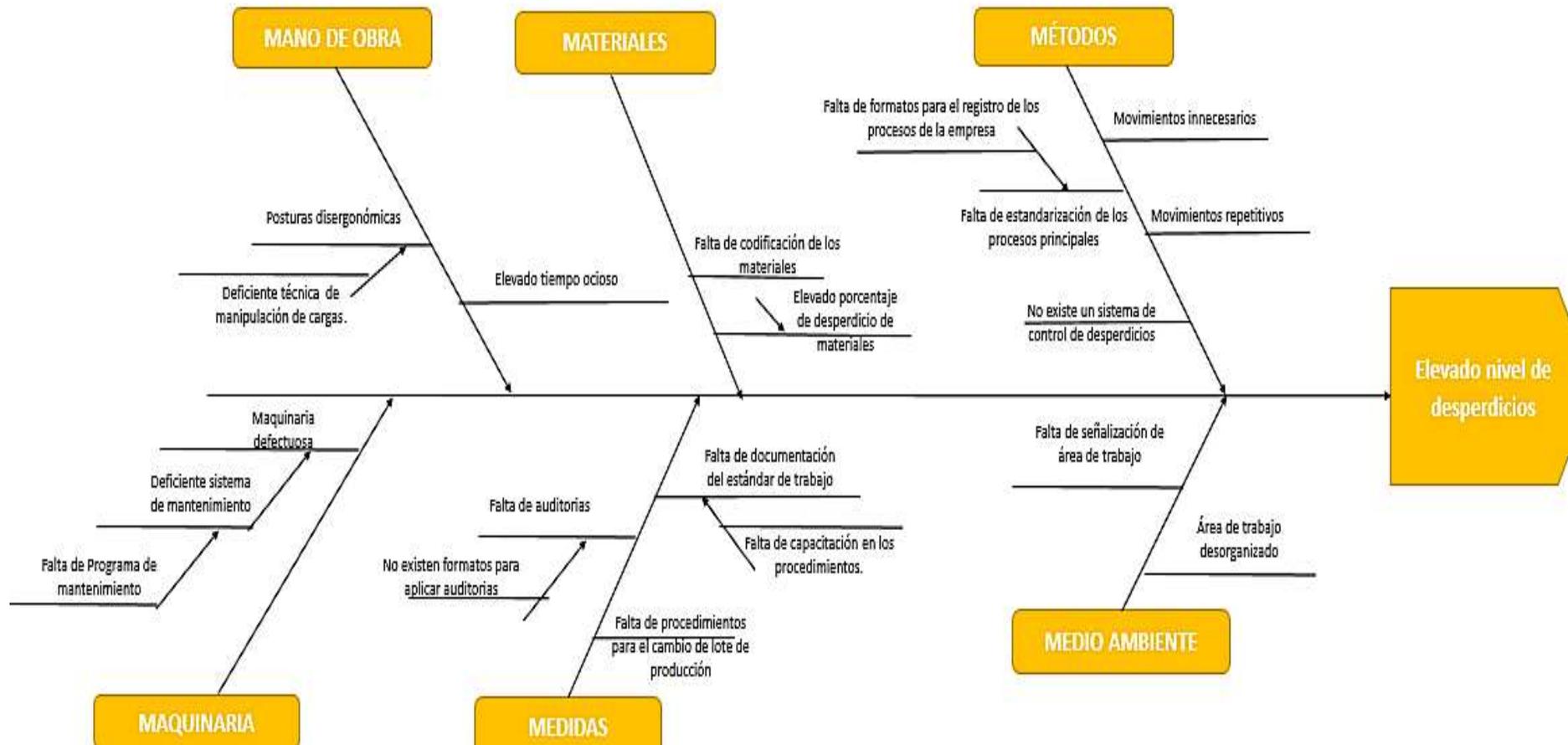
Anexo 2 Datos registrados del pronóstico de 12 periodos

Periodo	Pronóstico
36	2.82
37	-0.95
38	0.63
39	-0.91
40	-3.82
41	-4.26
42	-3.54
43	-7.98
44	3.02

45	1.96
46	0.93
47	0.81

Nota. Si tiene la misma tendencia se espera un quiebre de la producción en el periodo 43 con -7.98%. Elaboración propia.

Anexo 3 Diagrama Ishikawa del elevado nivel de desperdicios en la empresa de Calzados Celeste SAC



Nota. Elaboración Propia

**Anexo 4 Evidencias de los Desperdicios Generados en la empresa
Calzados Celeste SAC**

Acumulación de las hormas de zapato



Nota. Calzados Celeste SAC. Sistema de identificación de hormas

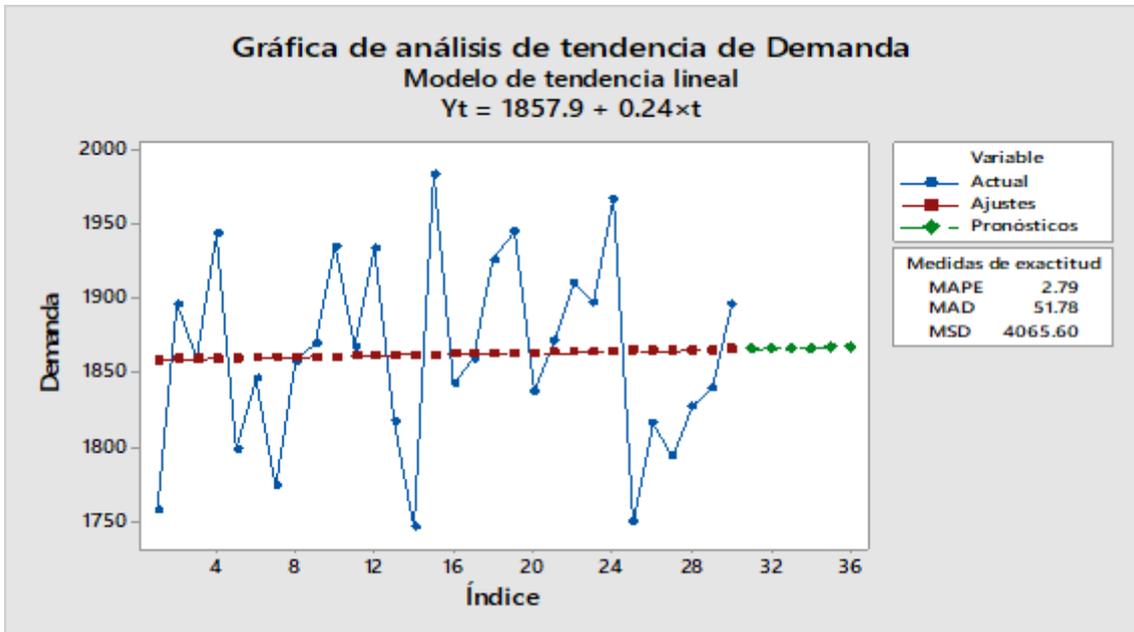
Distribución de espacios y maquinaria.



Nota. Calzados Celeste SAC. Se observa un deficiente sistema de distribución de espacios y maquinaria

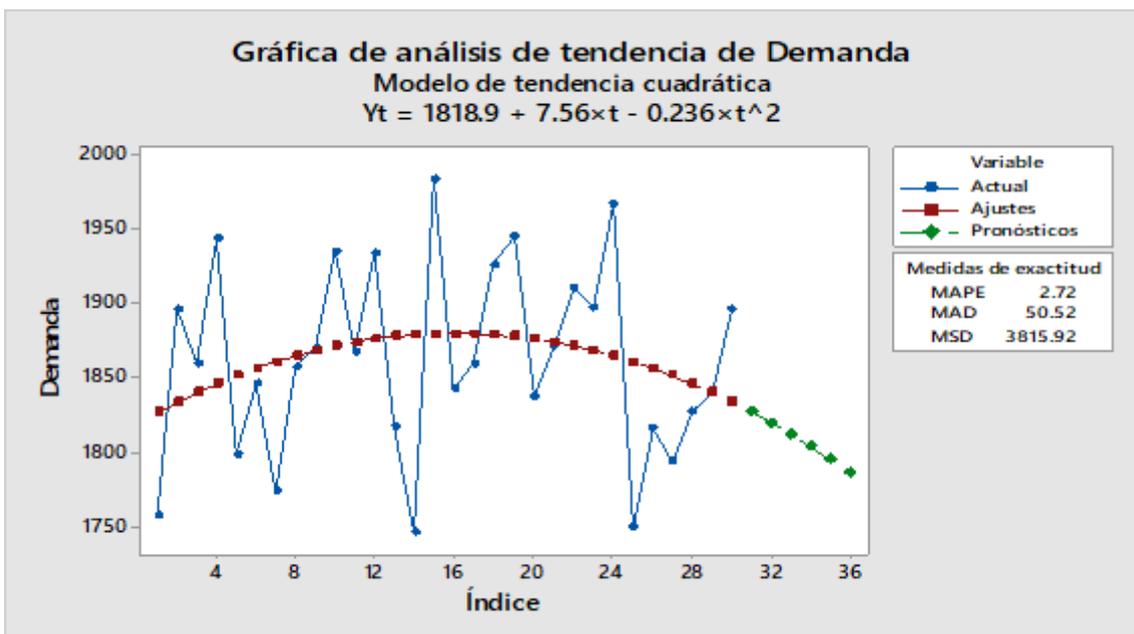
Anexo 5 Análisis de Pronósticos en el software Minitab

Modelo de tendencia lineal



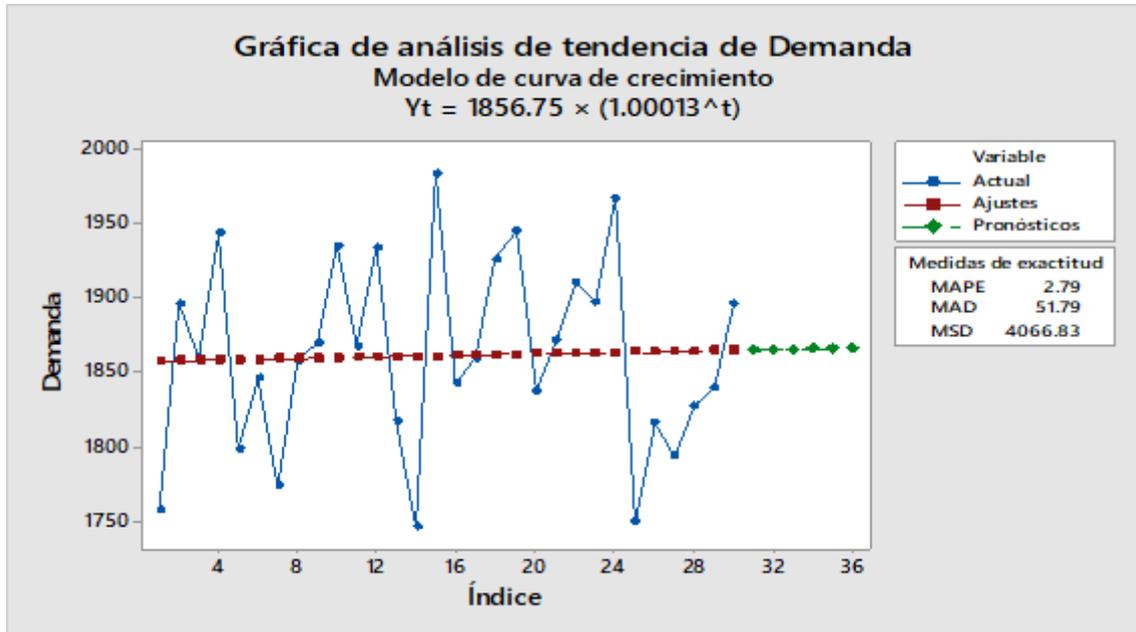
Nota. Elaboración Propia

Modelo de tendencia cuadrática



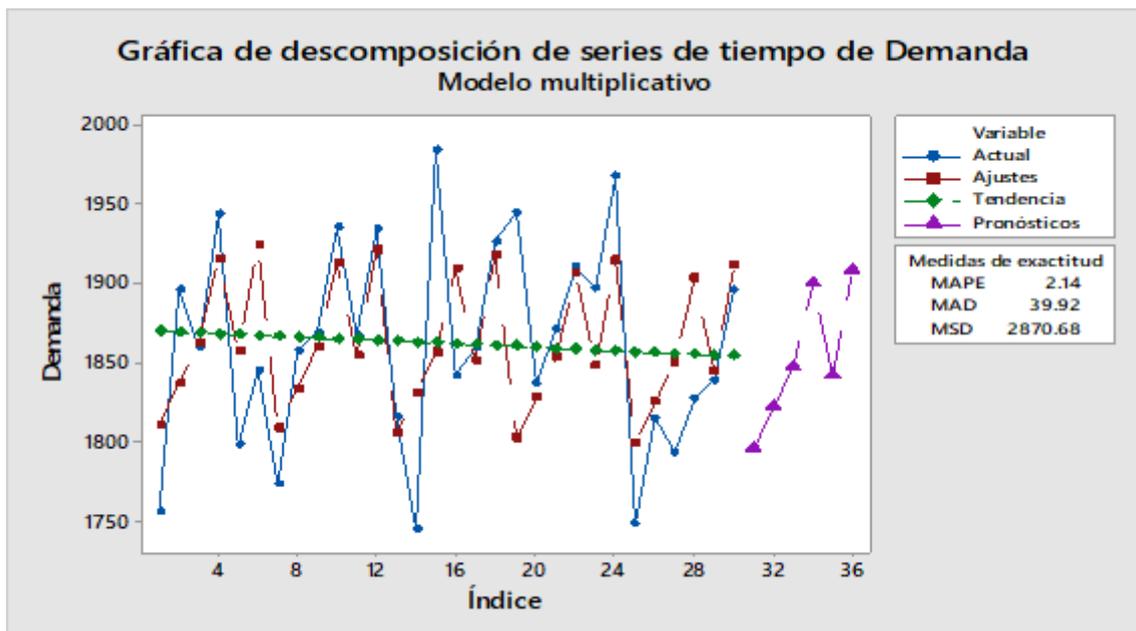
Nota. Elaboración Propia

Modelo de Curva de crecimiento



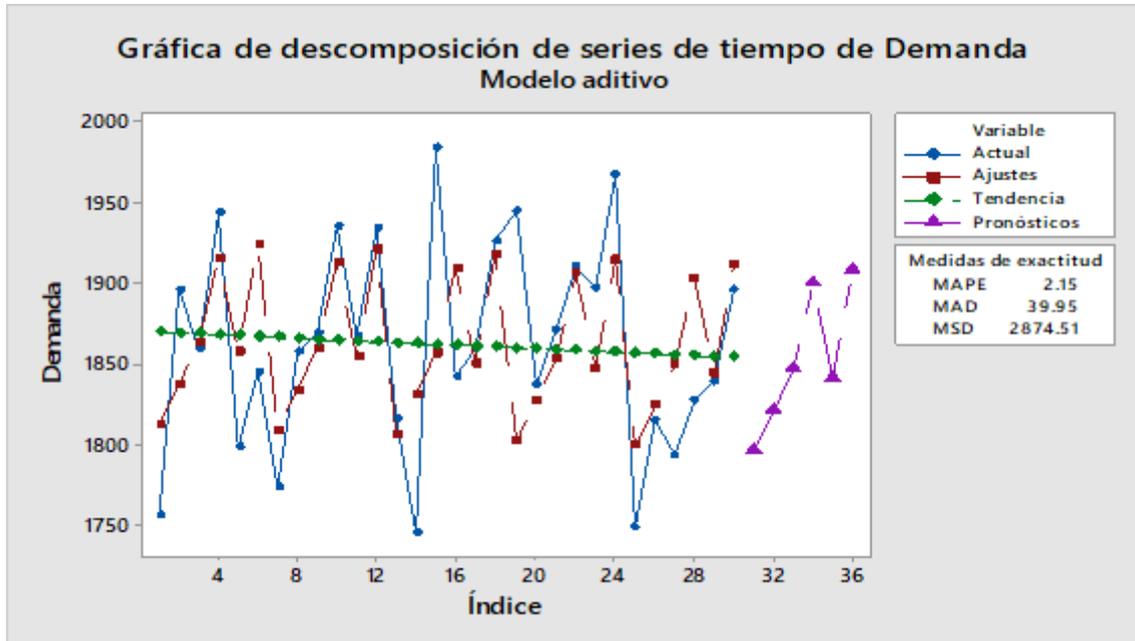
Nota. Elaboración Propia

Modelo Multiplicativo



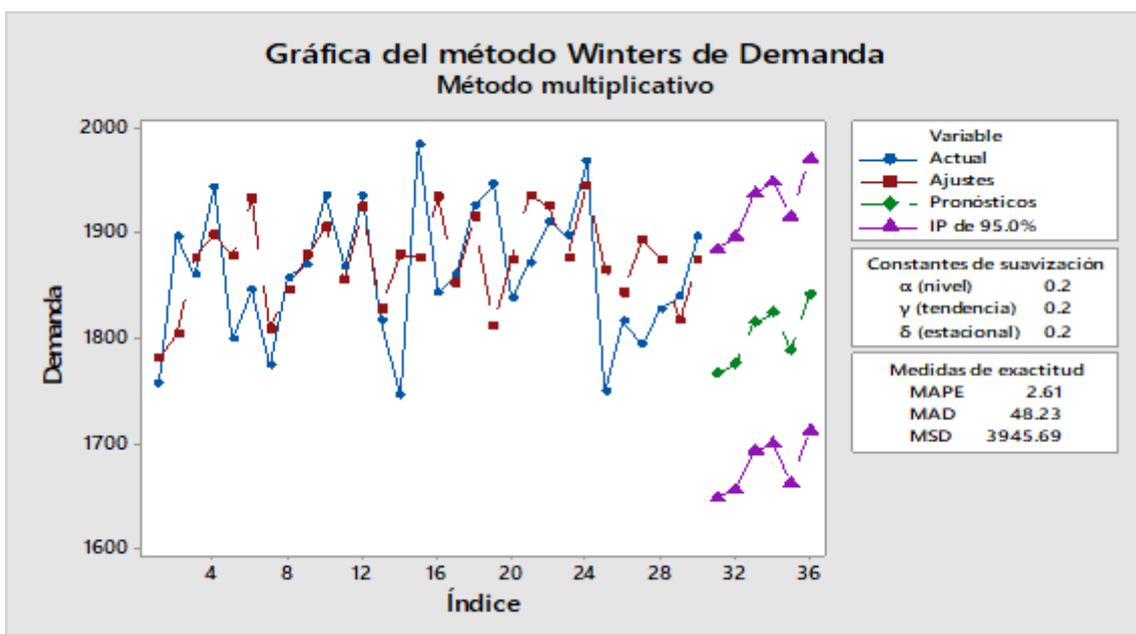
Nota. Elaboración Propia

Modelo Aditivo



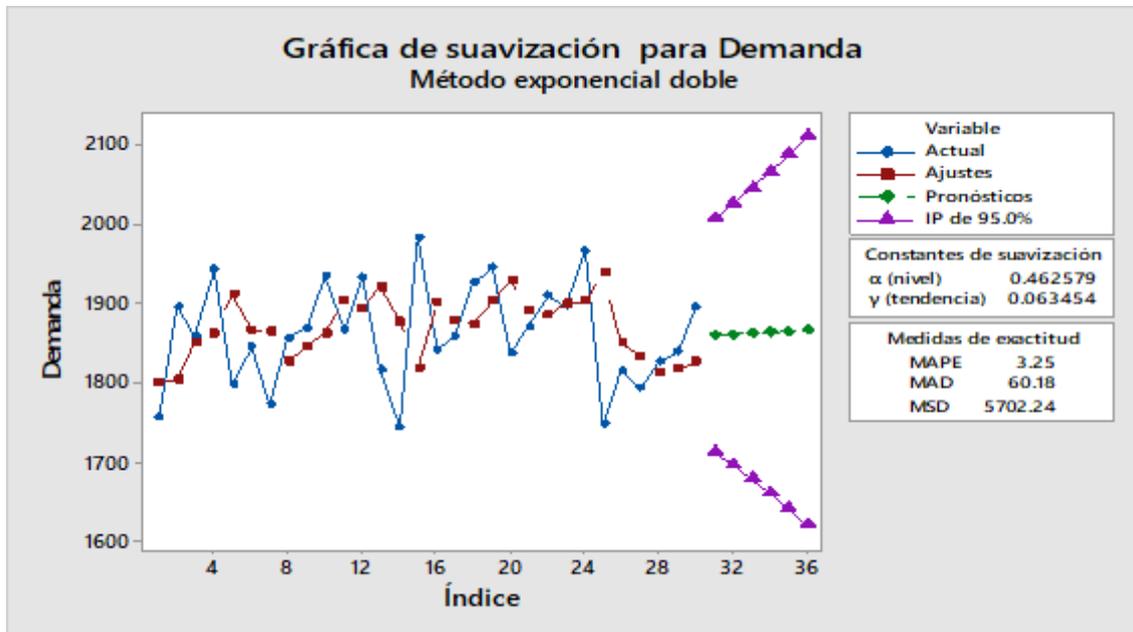
Nota. Elaboración Propia

Modelo Winters de Demanda



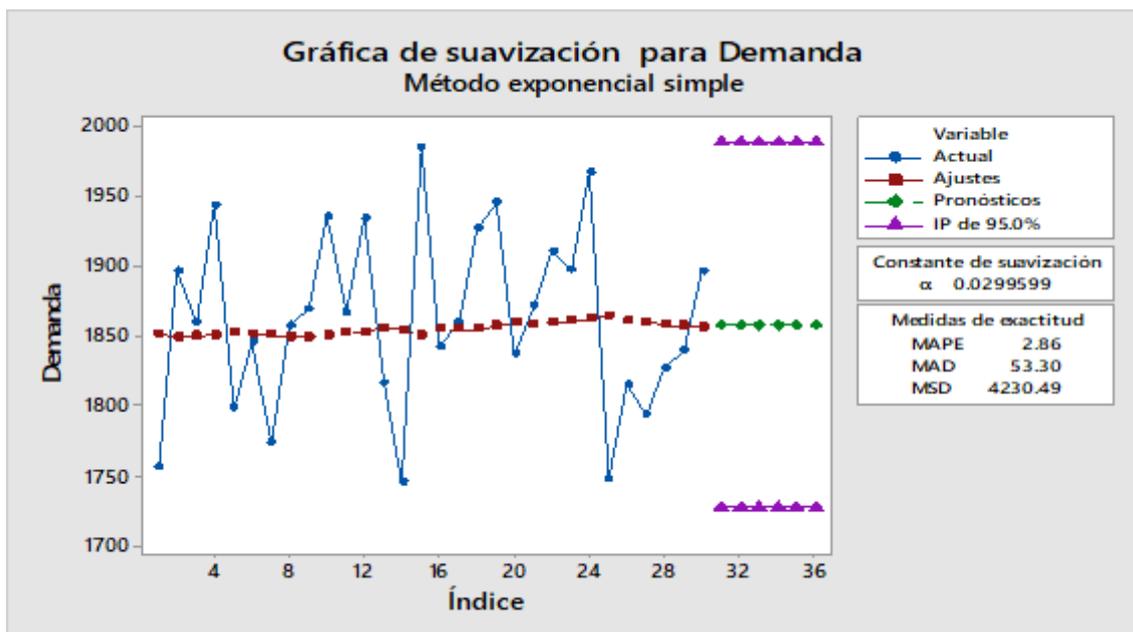
Nota. Elaboración Propia

Modelo Exponencial Doble



Nota. Elaboración Propia

Modelo Exponencial Simple



Nota. Elaboración Propia

Anexo 6 Formato de Auditoría 5S

"CALZADOS CELESTE SAC"		Fecha	29/10/2021		
CHECK LIST	Responsable Área	Eduardo Aldana Producción			
CRITERIOS	BAJO (5%)	MEDIO (30%)	ALTO (100%)	PUNTAJE	
CLASIFICAR	0.025	0.3	0.0	32.5%	
¿Se encuentran clasificadas las herramientas de producción?		1.0			
¿Se encuentran clasificados los materiales en producción?		1.0			
¿Se encuentran clasificados los equipos de producción?	1.0				
¿Existe un formato o procedimiento para la clasificación de todo lo que existe en producción?	1.0				
ORGANIZAR	0.038	0.1	0.0	11.3%	
¿Los materiales se encuentran debidamente identificados y clasificados?		1.0			
¿Las herramientas encuentran debidamente identificados y clasificados?	1.0				
¿Los equipos se encuentran debidamente identificados y clasificados?	1.0				
¿Existen un formato o procedimientos para ordenar los elementos de trabajo en el área de producción?	1.0				
LIMPIEZA	0.038	0.1	0.0	11.3%	

¿Los materiales se encuentran con polvo o sucios?		1.0		
¿Se realiza una adecuada limpieza a las herramientas después de utilizarlos?	1.0			
¿Se realiza una adecuada limpieza de los equipos después de utilizarlos?	1.0			
¿Existe formatos o procedimiento para la ejecución de las tareas de limpieza en el área de producción?	1.0			

ESTANDARIZAR 0.033 0.10 0.0 13.3%

¿Existe una evidencia del antes y después para mantener el estándar?	1.0			
¿Existen capacitaciones sobre los procedimientos a seguir?	1.0			
Existe un mecanismo de comunicación y recompensa para los operarios de producción.		1.0		

DISCIPLINA 0.1 0.0 0.0 5%

¿Existe un cronograma de auditorías planeadas?	1.0			
¿Existe un ambiente laboral de apoyo mutuo?	1.0			
¿Existe un esfuerzo por mantener la cultura de 5s?	1.0			

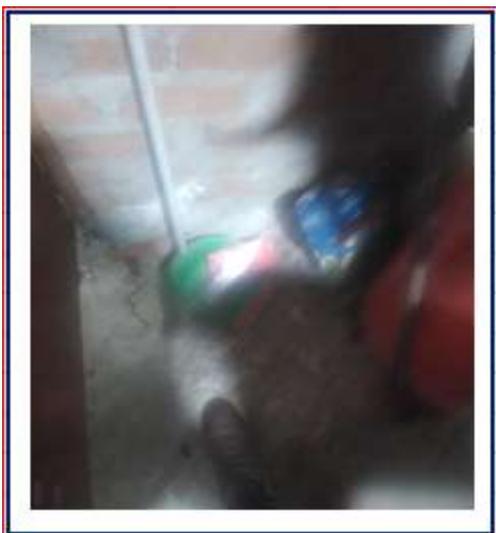
Nota. La empresa cumple con 14.7% en promedio aproximadamente. Elaboración Propia.

Anexo 7 Formato de registro de tarjetas rojas

TARJETA ROJA	
Fecha	
Objeto	
Razón	Acción
Defectuoso:	Desechar:
Obsoleto:	Reubicar:
Está de más:	Reciclar:
No se necesita:	Reparar:

Nota. Se describirán todo lo innecesario en el área de producción.

Anexo 8 Identificación de objetos con tarjeta roja



Tarjeta roja en el recogedor



Tarjeta roja en una varilla de hierro



Tarjetas rojas en herramientas y plantillas



Tarjeta roja en los retazos del cuero



Tarjeta roja en el esmeril



Tarjeta roja en el combo y plancha de falsa



Clavos oxidados y baldes de pintura vacíos



Tarjeta roja en plantillas sueltas



Tarjeta roja en los moldes cortados



Tarjeta roja en la herramienta de cambio y botella de gaseosa



Tarjeta roja en depósitos vacíos



Hormas acumuladas

Anexo 9 Registro de tarjetas rojas en el Área de Producción

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Recogedor		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja con el recogedor

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Varilla de fierro		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja con la varilla de fierro

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Herramientas de cambio y plantillas		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja con herramientas de cambio y plantillas

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Retazos		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	X
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja con los retazos

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Esmeril 1		
Razón		Acción	
Defectuoso:	X	Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	X

Registro de tarjeta roja con el esmeril 1

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Soporte del esmeril 2		
Razón		Acción	
Defectuoso:	X	Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	X

Registro de tarjeta roja con el soporte del esmeril 2

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Tarro de chinches y clavos		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja con el tarro de chinches y clavos

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Balde de pintura vacío		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:	X	Reciclar:	X
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja con el balde de pintura vacío

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Combo		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja con el combo

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Plancha de falsa		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:	X	Reciclar:	X
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja con plancha de falsa

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Plantillas		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjetas rojas en las plantillas sueltas

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Moldes cortados		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjetas rojas para moldes cortados

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Depósito de tinner vacío		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	X
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja en el depósito vacío

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Botella con gaseosa		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	X
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja en una botella con gaseosa

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Pieza de mantenimiento		
Razón		Acción	
Defectuoso:	X	Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	X

Registro de tarjeta roja en una pieza de mantenimiento

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Hormas de zapato		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja en hormas de zapato

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Tarros de pegamento		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

Registro de tarjeta roja en los tarros de pegamento

TARJETA ROJA			
Fecha	03/11/2021		
Objeto	Bolsa de plantas para el zapato		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Registro de tarjeta roja en la bolsa de plantas para el zapato.

Anexo 14 Formato para el reconocimiento del empleado

CALZADOS CELESTE SAC	FORMATO DE RECONOCIMIENTO AL EMPLEADO 5S	Fecha	
		Responsable	
		SUB- PROCESO	

**EMPLEADO DEL
MES**

Conferido a: _____

Por: _____

Mes: _____ Año: _____

¡Felicidades!
¡Siga así!

(21)

CALZADOS CELESTE SAC

MANUAL DE LAS 5S

Trujillo, diciembre del 2021

ALCANCE

- El alcance para la aplicación de las 5S es para todos los colaboradores del área de producción en la empresa Calzado Celeste SAC.

OBJETIVO GENERAL

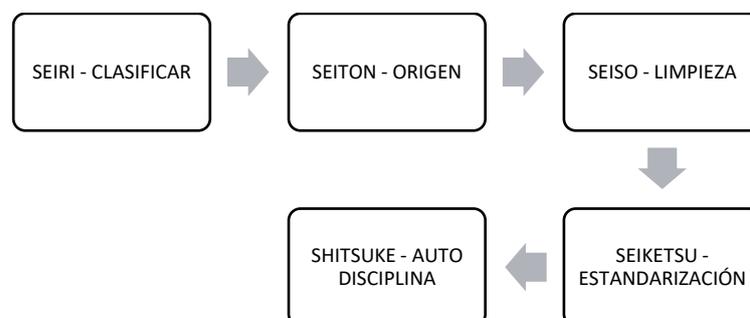
- Contribuir con la mejora de las condiciones de la empresa con respecto al orden y limpieza del área de producción; estandarizando los procedimientos necesarios con la finalidad de generar una cultura de orden y limpieza en el ambiente laboral para contribuir con la productividad laboral.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Sensibilizar a los colaboradores del área de producción sobre los efectos positivos de la implementación de la metodología 5S.
- Fomentar una cultura de orden y limpieza, creando un hábito en el ambiente laboral.
- Determinar la ubicación exacta de los materiales, máquinas y herramientas
- Reducir los tiempos no productivos y movimientos innecesarios.

METODOLOGÍA DE LAS 5S

- Es una metodología fomentada por empresas japonesas para conseguir mejoras a nivel de organización, orden y limpieza; estando expresada su filosofía en 5 palabras que comienzan con “S” con el objetivo común de crear un hábito, de respetar lo establecido, definido y acordado. A continuación, se muestran las 5 palabras:



Los beneficios que se buscan son:



Área limpia,
confortable y segura



Ambiente agradable



Satisfacción del
personal



Productividad



Eficacia



Eficiencia

PROCEDIMIENTOS PARA APLICAR LAS 5S:

a. SEIRI – Clasificar

- Realizar un inventario de las cosas en el área de trabajo para identificar los objetos útiles e inútiles.
- Si se logra identificar elementos inútiles se debe de colocar una tarjeta para su análisis correspondiente. El modelo de tarjeta roja se muestra a continuación:

TARJETA ROJA		
Fecha		
N° de referencia		
Descripción del artículo		
Razón	Defectuoso	
	Obsoleto	
	Está de más	
	No se necesita	
	Otro:	
Acción requerida	Desechar	
	Mover a:	
	Reciclar	
	Reparar	
	Otro:	

- Si los objetos inventariados son necesarios se deben de organizar.

- Si los objetos son identificados como no útiles para el área de trabajo se debe de tomar una tarjeta roja y llenar con los datos que corresponde para tomar en cuenta lo siguiente:
 - Si están dañados y son útiles se repara para después organizarlos; pero si ya no son útiles se separa para descartarlos.
 - Si son obsoletos o demasiado antiguo se descarta de inmediato.
 - Si existe un objeto de más se debe analizar si son útiles para alguien más para evaluar si se dona, transfiere o vende.

Beneficios de SEIRI – Clasificar

- Libera espacio en el área de trabajo
- Reduce los tiempos para acceso al material, máquinas y herramientas.
- Elimina las pérdidas de materiales que se deterioran por permanecer en un ambiente no adecuado para ellos.
- Se preparan los lugares de trabajo más seguros y productivos.

b. SEITON – Organizar

Para poder organizar cualquier elemento útil para la producción de zapatos se debe de considerar:

- Seguridad: Evitar que se caigan, que no estorben y que no represente algún tipo de riesgo de seguridad.
- Calidad: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar y que no se deterioren.
- Eficacia: Minimizar el tiempo para su localización.

Para determinar las localizaciones se debe de considerar según su frecuencia de uso:

- Si se utiliza a cada momento se debe de colocar junto a la persona.
- Si se utiliza varias veces se debe de colocar cerca de la persona.
- Si se utiliza varias veces por semana se debe de colocar cerca del área de trabajo.
- Si utiliza algunas veces al mes se deben de colocar en área comunes.

- Si se utilizan algunas veces al año se deben de colocar en una bodega fuera del área de trabajo

Cada cosa se ubicará según la marcación establecida para cada una por tipo de colores; donde si es rojo es para herramientas, si es amarillo es para materiales y si es azul es para máquinas.

Asimismo, se seguirá el siguiente procedimiento:

Procedimiento de ordenamiento de herramientas, máquinas y materiales para producción de calzado.

Objeto:

Ordenar todos los elementos relacionados a la producción de calzado por sub – proceso para su rápida identificación según su uso.

Criterios de clasificación:

Para ordenar las herramientas y máquinas, se le etiquetará con los siguientes códigos:

AC: Área de corte

AP: Área de perfilado

AA: Área de armado

AAA: Área de alistado

Para ordenar los materiales, se deben de separar según su utilización por sub – proceso y destinar un espacio específico en los estantes para poder seguir de manera ordenada según el orden pre- establecido para la actividad. Además, se debe de utilizar el carrito para transportar los materiales que se necesitarán después de terminar la producción, éstas cosas deberán de regresar a su lugar y el carrito también.

Beneficios de SEITON – Organizar

- Se va a disponer de un sitio adecuado para cada elemento de trabajo, facilitando su acceso y retorno al lugar, evitando la pérdida de tiempo y de movimiento por búsquedas.

- Mejora la distribución de materiales, máquinas y herramientas.
- La limpieza se puede realizar con mayor facilidad y seguridad.
- Mejora la apariencia del lugar, comunica el orden y responsabilidad.

c. SEISO – LIMPIEZA

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, lugares difíciles de limpiar, piezas deterioradas y dañadas, de forma que todos los medios se encuentren en perfecto estado de uso.

- Se debe de tener en cuenta lo siguiente:
- Seguir los procedimientos de limpieza establecidos.
- Cumplir las metas de limpieza.
- Cumplir con el programa de limpieza establecido

Por otro lado, cada vez que se identifique una posible mejora que requiera el equipo en cuanto a limpieza y mantenimiento, se debe registrar en formatos de tarjetas amarillas como las de a continuación:

TARJETA AMARILLA	
Fecha	
Responsable	
Descripción del artículo	
Razón	Agua
	Aire
	Polvo
	Mal funcionamiento
	Otro:
Descripción del problema	
Solución propuesta	

Beneficios:

- La calidad de los materiales y productos se mejoran porque se evitan pérdidas por suciedad y contaminación.
- Mejoran las condiciones de los equipos, incrementando su vida útil al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Incrementa la seguridad en el trabajo, reduciendo los riesgos de accidentes.

d. SEIKETSU – Estandarizar

Esta etapa tiene como objetivo mantener los altos niveles de orden y limpieza en la organización. Por lo que toda la organización debe de tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe de mantener el estado de la situación de las etapas anteriores.
- Se debe de considerar que: “Es mejor no ensuciar que limpiar”.
- Deben de tener énfasis en los controles visuales
- Se debe crear un hábito de orden y limpieza.
- Todos los trabajadores de la empresa pueden contribuir mejoras para corregir las anomalías demostrando así el compromiso con la organización.

Beneficios

- Los operarios conocen más sobre el correcto mantenimiento y limpieza de las maquinarias.
- Se evitan errores de limpieza que pueden conducir a accidentes.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar el área de trabajo de forma permanente

e. SHITSUKE – Disciplina

En esta etapa se debe:

- Trabajar permanentemente de acuerdo con los procedimientos establecidos.

- Hacer de la organización, orden y limpieza una práctica diaria en la empresa, asumida por todos.
- La realización de evaluaciones periódicas. Ayuda a identificar desviaciones y nuevas oportunidades de mejora.
- Asumir el compromiso de todos para mantener y mejorar el nivel de organización orden y limpieza

CHECK LIST

Para verificar el cumplimiento de la metodología se utilizará la lista de verificación (Ver Anexo 6):

"CALZADOS CELESTE SAC"	CHECK LIST	Fecha	29/10/2021		
		Responsable	Eduardo Aldana		
		Área	Producción		
CRITERIOS		BAJO (5%)	MEDIO (30%)	ALTO (100%)	PUNTAJE
CLASIFICAR		0.025	0.3	0.0	32.5%
	¿Se encuentran clasificadas las herramientas de producción?		1.0		
	¿Se encuentran clasificados los materiales en producción?		1.0		
	¿Se encuentran clasificados los equipos de producción?	1.0			
	¿Existe un formato o procedimiento para la clasificación de todo lo que existe en producción?	1.0			
ORGANIZAR		0.038	0.1	0.0	11.3%
	¿Los materiales se encuentran debidamente identificados y clasificados?		1.0		
	¿Las herramientas encuentran debidamente identificados y clasificados?	1.0			
	¿Los equipos se encuentran debidamente identificados y clasificados?	1.0			
	¿Existen un formato o procedimientos para ordenar los elementos de trabajo en el área de producción?	1.0			

Anexo 16 Diagrama Bimanual actual del proceso de Corte

OPERACIÓN:	Corte					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Marcos Rodríguez			Tiempo del ciclo:	884	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
 <p>Bosquejo:</p>						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Buscar Materia prima y moldes	S	22	-	22	S	Buscar Materia prima y moldes
Seleccionar materia prima y moldes	SE	15	-	15	SE	Seleccionar Materia prima y moldes
Sujetar materia prima y moldes	G	3	-	3	G	Sujetar materia prima y moldes
Mover materia prima y moldes	M	5	-	5	M	Mover materia prima y moldes
Liberar materia prima y moldes	RL	2	-	2	RL	Liberar materia prima y moldes
Sujetar falsa	G	3	-	3	AD	Parar
Pasar falsa a la mano derecha	M	9	-	9	G	Sujetar falsa
Parar	AD	7	-	7	P	Posicionar falsa
Buscar molde de la falsa	S	4	-	4	S	Buscar molde de la falsa
Parar	AD	2	-	2	G	Sujetar molde

Parar	AD	3	-	3	M	Mover molde
Parar	AD	3	-	3	P	Posicionar molde
Presionar molde	U	10	-	10	S	Buscar lapicero
Presionar molde	U	4	-	4	G	Sujetar lapicero
Presionar molde	U	5	-	5	M	Mover lapicero
Presionar molde	U	10	-	10	U	Utilizar lapicero
Inspección de mediciones	I	5	-	5	I	Inspección de mediciones
Buscar chaveta	S	29	-	29	S	Buscar chaveta
Parar	AD	4	-	4	G	Sujetar chaveta
Presión sobre la falsa	U	7	-	7	M	Mover chaveta
Presión sobre la falsa	U	15	-	15	U	Utiliza chaveta
Sujetar cuero	G	3	-	3	G	Sujetar cuero
Mover cuero	M	4	-	4	M	Mover cuero
Liberar cuero	RL	2	-	2	RL	Liberar cuero
Buscar moldes del modelo	S	10	-	10	S	Buscar moldes del modelo
Parar	AD	4	-	4	G	Sujetar moldes
Parar	AD	9	-	9	M	Mover moldes
Abrir bolsa de moldes	U	7	-	7	U	Abrir bolsa de moldes
Liberar los 6 moldes	RL	3	-	3	RL	Liberar los 6 moldes
Separar los moldes de forma ordenada	SE	6	-	6	SE	Separar los moldes de forma ordenada
Seleccionar molde 1	SE	5	-	5	AD	Parar
Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	15	-	15	S	Buscar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Seleccionar molde 2	SE	4	-	4	AD	Parar
Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	18	-	18	U	Marcar medición
Seleccionar molde 3	SE	4	-	4	AD	Parar
Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Seleccionar molde 4	SE	4	-	4	AD	Parar
Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	19	-	19	U	Marcar medición
Seleccionar molde 5	SE	4	-	4	AD	Parar

Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	18	-	18	U	Marcar medición
Seleccionar molde 6	SE	4	-	4	AD	Parar
Posicionar sobre el cuero	P	7	-	7	AD	Parar
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Parar	AD	12	-	12	S	Buscar chaveta
Presión sobre el cuero	U	5	-	5	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el cuero	U	22	-	22	U	Cortar pieza 1
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	28	-	28	U	Cortar pieza 2
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	26	-	26	U	Cortar pieza 3
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	24	-	24	U	Cortar pieza 4
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	23	-	23	U	Cortar pieza 5
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	29	-	29	U	Cortar pieza 6
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Parar	AD	3	-	3	G	Sujetar peluche
Parar	AD	4	-	4	P	Posicionar peluche
Buscar moldes	S	16	-	16	S	Buscar moldes
Sujetar moldes	G	5	-	5	AD	Parar
Posicionar moldes	P	4	-	4	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	5	-	5	U	Marcar medición
Liberar molde	RL	3	-	3	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el peluche	U	2	-	2	U	Cortar peluche
Inspección de mediciones	I	5	-	5	I	Inspección de mediciones
Parar	AD	2	-	2	G	Sujetar polar
Parar	AD	3	-	3	M	Mover polar
Parar	AD	2	-	2	P	Posicionar polar
Buscar moldes	S	11	-	11	S	Buscar moldes
Sujetar moldes	G	2	-	2	AD	Parar
Posicionar moldes	P	5	-	5	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	14	-	14	U	Marcar medición
Liberar molde	RL	5	-	5	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el polar	U	49	-	49	U	Cortar polar

Inspección de mediciones	I	5	-	5	I	Inspección de mediciones
Buscar plantillas	S	12	-	12	S	Buscar plantillas
Parar	AD	3	-	3	G	Sujetar plantillas
Parar	AD	7	-	7	M	Mover plantillas
Parar	AD	6	-	6	P	Posicionar plantillas
Buscar moldes	S	8	-	8	S	Buscar moldes
Sujetar moldes	G	4	-	4	AD	Parar
Posicionar moldes	P	5	-	5	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	10	-	10	U	Marcar medición
Buscar chaveta	S	23	-	23	S	Buscar chaveta
Liberar molde	RL	7	-	7	G	Sujetar chaveta
Presión sobre las plantillas	U	16	-	16	U	Cortar plantillas
Inspección de mediciones	I	6	-	6	I	Inspección de mediciones
TOTAL		884		884	TOTAL	

Anexo 17 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Corte

OPERACIÓN:	Corte					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Marcos Rodríguez			Tiempo del ciclo:	743	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
 <p>Bosquejo:</p>						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Alcanzar Materia prima y moldes	RE	22	-	22	RE	Alcanzar Materia prima y moldes
Sujetar materia prima y moldes	G	3	-	3	G	Sujetar materia prima y moldes
Mover materia prima y moldes	M	5	-	5	M	Mover materia prima y moldes
Liberar materia prima y moldes	RL	2	-	2	RL	Liberar materia prima y moldes
Sujetar falsa	G	3	-	3	G	Sujetar molde de falsa
Posicionar falsa	PP	19	-	19	PP	Posicionar molde
Liberar sujeción	RL	3	-	3	RL	Liberar sujeción
Presionar molde	U	10	-	10	RE	Alcanzar lapicero
Presionar molde	U	4	-	4	G	Sujetar lapicero
Presionar molde	U	5	-	5	M	Mover lapicero
Presionar molde	U	10	-	10	U	Utilizar lapicero
Presionar molde	U	18	-	18	RE	Alcanzar chaveta

Parar	AD	4	-	4	G	Sujetar chaveta
Presión sobre la falsa	U	7	-	7	M	Mover chaveta
Presión sobre la falsa	U	15	-	15	U	Utiliza chaveta
Sujetar cuero	G	3	-	3	G	Sujetar cuero
Mover cuero	M	4	-	4	M	Mover cuero
Liberar cuero	RL	2	-	2	RL	Liberar cuero
Parar	AD	4	-	4	G	Sujetar moldes
Abrir bolsa de moldes	U	7	-	7	U	Abrir bolsa de moldes
Liberar los 6 moldes	RL	3	-	3	RL	Liberar los 6 moldes
Alcanzar molde 1	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Alcanzar molde 2	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Alcanzar molde 3	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Alcanzar molde 4	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Alcanzar molde 5	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Alcanzar molde 6	RE	5	-	5	RE	Alcanzar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	-	7	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el cuero	U	6	-	6	H	Parar
Presión sobre el cuero	U	17	-	17	U	Marcar medición
Presión sobre el cuero	U	5	-	5	RE	Alcanzar chaveta
Presión sobre el cuero	U	5	-	5	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el cuero	U	22	-	22	U	Cortar pieza 1
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	28	-	28	U	Cortar pieza 2
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta

Presión sobre el cuero	U	26	-	26	U	Cortar pieza 3
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	24	-	24	U	Cortar pieza 4
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	23	-	23	U	Cortar pieza 5
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Presión sobre el cuero	U	29	-	29	U	Cortar pieza 6
Retirar pieza cortada	M	4	-	4	M	Levantar chaveta
Sujetar moldes	G	5	-	5	G	Sujetar peluche
Posicionar moldes	PP	4	-	4	PP	Posicionar peluche
Presión sobre el molde	U	4	-	4	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	5	-	5	U	Marcar medición
Liberar molde	RL	3	-	3	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el peluche	U	2	-	2	U	Cortar peluche
Sujetar moldes	G	2	-	2	G	Sujetar polar
Posicionar moldes	PP	2	-	2	PP	Posicionar polar
Presión sobre el molde	U	11	-	11	RE	Alcanzar moldes
Presión sobre el molde	U	5	-	5	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	14	-	14	U	Marcar medición
Liberar molde	RL	5	-	5	G	Sujetar chaveta
Presión sobre el polar	U	49	-	49	U	Cortar polar
Alcanzar moldes	RE	12	-	12	RE	Alcanzar plantillas
Sujetar moldes	G	3	-	3	G	Sujetar plantillas
Posicionar moldes	PP	7	-	7	PP	Posicionar plantillas
Posicionar moldes	PP	5	-	5	G	Sujetar lapicero
Presión sobre el molde	U	10	-	10	U	Marcar medición
Alcanzar chaveta	RE	23	-	23	RE	Alcanzar chaveta
Liberar molde	RL	7	-	7	G	Sujetar chaveta
Presión sobre las plantillas	U	16	-	16	U	Cortar plantillas
TOTAL		743		743	TOTAL	

Anexo 18 Diagrama Bimanual actual del proceso de Perfilado

OPERACIÓN:	Perfilado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Luis Zavaleta			Tiempo del ciclo:	830	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
						
Bosquejo:						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Buscar piezas cortadas	S	23	-	23	S	Buscar piezas cortadas
Sujetar piezas	G	4	-	4	G	Sujetar piezas
Liberar piezas en orden	RL	3	-	3	RL	Liberar piezas en orden
Seleccionar pieza delantera	SE	6	-	6	H	Parar
Sujetar pieza delantera	G	5	-	5	S	Buscar jebe
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar jebe
Parar	H	13	-	13	U	Colocar jebe en el borde derecho de la pieza delantera
Parar	H	18	-	18	S	Buscar pieza lateral derecho
Unir pieza lateral derecho con pieza delantera	U	27	-	27	U	Unir pieza lateral derecho con pieza delantera
Parar	H	8	-	8	H	Parar
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora

Presión sobre las piezas	U	16	-	16	U	Cocer unión
Inspección	I	6	-	6	I	Inspección
Seleccionar pieza delantera	SE	5	-	5	H	Parar
Sujetar pieza delantera	G	29	-	29	S	Buscar jebe
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar jebe
Parar	H	12	-	12	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza delantera
Parar	H	14	-	14	S	Buscar pieza lateral izquierdo
Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera	U	17	-	17	U	Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera
Parar	H	6	-	6	H	Parar
Mover unión hacia perfiladora	M	5	-	5	M	Mover unión hacia perfiladora
Presión sobre las piezas	U	16	-	16	U	Cocer unión
Inspección	I	5	-	5	I	Inspección
Seleccionar pieza trasera	SE	4	-	4	H	Parar
Sujetar pieza trasera	G	6	-	6	S	Buscar jebe
Parar	H	3	-	3	G	Sujetar jebe
Parar	H	8	-	8	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza trasera
Parar	H	18	-	18	S	Buscar pieza lateral izquierdo
Unir pieza trasera con el lateral izquierdo	U	16	-	16	U	Unir pieza trasera con el lateral izquierdo
Parar	H	5	-	5	H	Parar
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora
Presión sobre las piezas	U	17	-	17	U	Cocer unión
Inspección	I	6	-	6	I	Inspección
Buscar pegamento	S	12	-	12	S	Buscar pegamento
Seleccionar pegamento	SE	8	-	8	SE	Seleccionar pegamento
Parar	H	5	-	5	I	Inspeccionar pegamento
Parar	H	7	-	7	P	Posicionar sobre la mesa
Buscar cierres	S	39	-	39	S	Buscar cierres
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar cierres

Sujetar cierre	G	5	-	5	M	Pasar cierre a la mano izquierda
Parar	H	14	-	14	U	Poner pegamento en el cierre
Parar	H	37	-	37	U	Colocar cierre
Buscar jebe	S	26	-	26	S	Buscar jebe
Buscar lona delgada	S	4	-	4	G	Sujetar jebe
Sujetar lona delgada	G	8	-	8	P	Posicionar jebe sobre la mesa
Parar	H	6	-	6	U	Colocar jebe sobre la lona
Parar	H	19	-	19	U	Unir lona con lateral izquierdo
Sujetar lona delgada 2	G	7	-	7	U	Colocar jebe sobre la lona
Parar	H	14	-	14	U	Unir lona con lateral derecho
Parar	H	6	-	6	H	Parar
Inspección	I	5	-	5	I	Inspección
Buscar polar	S	18	-	18	S	Buscar polar
Sujetar polar	G	5	-	5	H	Parar
Parar	H	9	-	9	U	Colocar pegamento en el polar
Parar	H	21	-	21	U	Unir polar con los laterales interiores
Buscar pieza extra	S	16	-	16	S	Buscar pieza extra
Parar	H	8	-	8	S	Buscar pegamento
Sujetar pieza extra	G	6	-	6	U	Sacar pegamento
Parar	H	23	-	23	U	Poner pegamento en pieza extra
Parar	H	19	-	19	U	Unir pieza extra con lateral izquierdo
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora
Parar	H	13	-	13	U	Realizar punteadas en la unión
Buscar hojalillos	S	15	-	15	S	Buscar hojalillos
Parar	H	5	-	5	G	Sujetar hojalillos
Parar	H	49	-	49	U	Colocar hojalillos
Parar	H	13	-	13	S	Buscar hebilla
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar hebilla
Colocar hebilla	U	8	-	8	U	Colocar hebilla

Buscar peluche	S	5	-	5	S	Buscar pegamento
Sujetar peluche	G	4	-	4	P	Posicionar sobre la mesa
Parar	H	8	-	8	U	Colocar pegamento en el peluche
Unir peluche en la parte superior del modelo	U	14	-	14	U	Unir peluche en la parte superior del modelo
TOTAL		830		830	TOTAL	

Anexo 19 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Perfilado

OPERACIÓN:	Perfilado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Luis Zavaleta			Tiempo del ciclo:	688	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
<p>Bosquejo:</p> 						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Alcanzar piezas cortadas	RE	12	-	12	RE	Alcanzar piezas cortadas
Sujetar piezas	G	4	-	4	G	Sujetar piezas
Liberar piezas en orden	RL	3	-	3	RL	Liberar piezas en orden
Alcanzar pieza delantera	RE	6	-	6	RE	Alcanzar jebe
Sujetar pieza delantera	G	5	-	5	G	Sujetar jebe
Presión ligera sobre la pieza	U	13	-	13	U	Colocar jebe en el borde derecho de la pieza delantera
Presión ligera sobre la pieza	U	10	-	10	RE	Alcanzar pieza lateral derecho
Unir pieza lateral derecho con pieza delantera	U	27	-	27	U	Unir pieza lateral derecho con pieza delantera
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora
Presión sobre las piezas	U	16	-	16	U	Cocer unión
Alcanzar pieza delantera	RE	5	-	5	RE	Alcanzar Jebe

Sujetar pieza delantera	G	5	-	5	G	Sujetar jebe
Presión ligera sobre la pieza	U	12	-	12	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza delantera
Presión ligera sobre la pieza	U	14	-	14	RE	Alcanzar pieza lateral izquierdo
Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera	U	17	-	17	U	Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera
Mover unión hacia perfiladora	M	5	-	5	M	Mover unión hacia perfiladora
Presión sobre las piezas	U	16	-	16	U	Cocer unión
Inspección	I	5	-	5	I	Inspección
Alcanzar pieza trasera	RE	4	-	4	RE	Alcanzar jebe
Sujetar pieza trasera	G	6	-	6	G	Sujetar jebe
Presión ligera sobre la pieza	U	8	-	8	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza trasera
Presión ligera sobre la pieza	U	10	-	10	RE	Alcanzar pieza lateral izquierdo
Unir pieza trasera con el lateral izquierdo	U	16	-	16	U	Unir pieza trasera con el lateral izquierdo
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora
Presión sobre las piezas	U	17	-	17	U	Cocer unión
Inspección	I	6	-	6	I	Inspección
Alcanzar cierres	S	12	-	12	S	Alcanzar pegamento
Sujetar cierre	G	8	-	8	G	Sujetar pegamento
Sujetar cierre	G	5	-	5	M	Pasar cierre a la mano izquierda
Ejercer presión	U	14	-	14	U	Poner pegamento en el cierre
Ejercer presión	U	37	-	37	U	Colocar cierre
Alcanzar lonas delgadas	RE	26	-	26	RE	Alcanzar jebe
Sujetar lona delgada	G	4	-	4	G	Sujetar jebe
Sujetar lona delgada	G	8	-	8	P	Posicionar jebe sobre la mesa
Ejercer presión	U	6	-	6	U	Colocar jebe sobre la lona
Ejercer presión	U	19	-	19	U	Unir lona con lateral izquierdo
Sujetar lona delgada 2	G	7	-	7	U	Colocar jebe sobre la lona

Ejercer presión	U	14	-	14	U	Unir lona con lateral derecho
Ejercer presión	U	6	-	6	U	Ejercer presión
Inspección	I	5	-	5	I	Inspección
Alcanzar polar	RE	18	-	18	RE	Alcanzar pegamento
Sujetar polar	G	5	-	5	G	Sujetar pegamento
Ejercer presión	U	9	-	9	U	Colocar pegamento en el polar
Unir polar con los laterales interiores	U	21	-	21	U	Ejercer presión
Alcanzar pieza extra	RE	16	-	16	RE	Alcanzar pegamento
Sujetar pieza extra	G	8	-	8	G	Sujetar pegamento
Sujetar pieza extra	G	6	-	6	U	Sacar pegamento
Ejercer presión	U	23	-	23	U	Poner pegamento en pieza extra
Ejercer presión	U	19	-	19	U	Unir pieza extra con lateral izquierdo
Mover unión hacia perfiladora	M	4	-	4	M	Mover unión hacia perfiladora
Ejercer presión	H	13	-	13	U	Realizar punteadas en la unión
Alcanzar hojalillos	RE	15	-	15	RE	Alcanzar hojalillos
Ejercer presión	U	5	-	5	G	Sujetar hojalillos
Ejercer presión	U	49	-	49	U	Colocar hojalillos
Parar	H	13	-	13	RE	Alcanzar hebilla
Ejercer presión	U	4	-	4	G	Sujetar hebilla
Colocar hebilla	U	8	-	8	U	Colocar hebilla
Alcanzar peluche	RE	5	-	5	RE	Alcanzar pegamento
Sujetar peluche	G	4	-	4	PP	Posicionar sobre la mesa
Parar	H	8	-	8	U	Colocar pegamento en el peluche
Unir peluche en la parte superior del modelo	U	14	-	14	U	Unir peluche en la parte superior del modelo
TOTAL		688		688	TOTAL	

Anexo 20 Diagrama Bimanual actual del proceso de Armado

OPERACIÓN:	Armado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Ana Rodriguez			Tiempo del ciclo:	1240	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
Bosquejo:						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Buscar pegamento	S	15	-	15	S	Buscar pegamento
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar pegamento
Parar	H	6	-	6	M	Mover pegamento
Parar	H	5	-	5	P	Posicionar pegamento sobre la mesa
Buscar falsa	S	13	-	13	H	Parar
Sujetar falsa	G	4	-	4	H	Parar
Mover falsa	M	3	-	3	H	Parar
Parar	H	16	-	16	S	Buscar horma
Parar	H	5	-	5	G	Sujetar horma
Parar	H	4	-	4	M	Mover horma
Ejercer presión en la falsa	U	8	-	8	U	Colocar pegamento sobre la falsa
Unir falsa con la horma	U	8	-	8	U	Unir falsa con la horma
Parar	H	5	-	5	M	Mover unión sobre la mesa de trabajo

Buscar lona gruesa	S	12	-	12	S	Buscar punti
Sujetar lona gruesa	G	4	-	4	G	Sujetar punti
Parar	H	5	-	5	P	Posicionar punti
Parar	H	9	-	9	U	Colocar punti en la lona gruesa
Buscar modelo perfilado	S	14	-	14	H	Parar
Sujetar modelo perfilado	G	60	-	60	U	Unir lona gruesa con la pieza delantera
Parar	H	9	-	9	U	Colocar punti en la lona delgada
Parar	H	50	-	50	U	Unir lona delgada con la pieza delantera
Parar	H	6	-	6	U	Colocar para el secado
Parar	H	10	-	10	S	Buscar pegamento
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar pegamento
Parar	H	6	-	6	P	Posicionar pegamento sobre la mesa
Parar	H	7	-	7	U	Colocar pegamento sobre lona delgada y bordes del polar
Buscar polar	S	4	-	4	G	Sujetar modelo
Sujetar polar	G	5	-	5	H	Parar
Unir polar interior con el modelo	U	34	-	34	U	Unir polar interior con el modelo
Parar	H	21	-	21	S	Buscar tijera
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar tijera
Parar	H	5	-	5	I	Inspección
Parar	H	118	-	118	U	Recortar imperfecciones
Parar	H	3	-	3	RL	Liberar tijera
Ejercer presión sobre el modelo	U	9	-	9	U	Colocar pegamento en los bordes inferiores del modelo
Ejercer presión	U	327	-	327	U	Unir falsa con el modelo
Parar	H	40	-	40	I	Inspección
Buscar planta PVC	S	13	-	13	H	Parar
Sujetar planta	G	9	-	9	S	Buscar trapo de limpieza de plantas
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar trapo
Parar	H	19	-	19	U	Limpieza de planta

Ejercer presión en planta PVC	U	9	-	9	U	Colocar pegamento
Introducir planta en el horno	U	10	-	10	H	Parar
Parar	H	10	-	10	M	Sacar planta del horno
Sujetar modelo perfilado	G	4	-	4	G	sujetar planta PVC
Unir planta PCV con modelo perfilado	U	85	-	85	U	Unir planta PCV con modelo perfilado
Parar	H	13	-	13	S	Buscar chaveta
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar chaveta
Parar	H	126	-	126	U	Recortar imperfecciones
Parar	H	3	-	3	RL	Liberar chaveta
Buscar descalzador	S	17	-	17	S	Buscar descalzador
Sujetar modelo	G	4	-	4	G	Sujetar descalzador
Parar	H	48	-	48	U	Realizar descalzado
TOTAL		1240		1240	TOTAL	

Anexo 21 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Armado

OPERACIÓN:	Armado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Ana Rodriguez			Tiempo del ciclo:	1135	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
Bosquejo:						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Alcanzar falsa	RE	15	-	15	RE	Alcanzar pegamento
Sujetar falsa	G	4	-	4	G	Sujetar pegamento
Mover falsa	M	6	-	6	M	Mover pegamento
Parar	H	5	-	5	PP	Posicionar pegamento sobre la mesa
Parar	H	16	-	16	S	Alcanzar horma
Parar	H	5	-	5	G	Sujetar horma
Ejercer presión en la falsa	U	8	-	8	U	Colocar pegamento sobre la falsa
Unir falsa con la horma	U	8	-	8	U	Unir falsa con la horma
Ejercer presión en la falsa	U	5	-	5	M	Mover unión sobre la mesa de trabajo
Sujetar lona gruesa	G	4	-	4	G	Sujetar punti
Ejercer presión sobre la lona	U	5	-	5	P	Posicionar punti

Ejercer presión sobre la lona	U	9	-	9	U	Colocar punti en la lona gruesa
Sujetar modelo perfilado	G	60	-	60	U	Unir lona gruesa con la pieza delantera
Ejercer presión sobre el modelo	U	9	-	9	U	Colocar punti en la lona delgada
Ejercer presión sobre el modelo	U	50	-	50	U	Unir lona delgada con la pieza delantera
Ejercer presión sobre el modelo	U	6	-	6	U	Colocar para el secado
Ejercer presión sobre el modelo	U	10	-	10	S	Alcanzar pegamento
Ejercer presión sobre el modelo	U	4	-	4	G	Sujetar pegamento
Ejercer presión sobre el modelo	U	6	-	6	P	Posicionar pegamento sobre la mesa
Ejercer presión sobre el modelo	U	7	-	7	U	Colocar pegamento sobre lona delgada y bordes del polar
Sujetar polar	G	5	-	5	H	Parar
Unir polar interior con el modelo	U	34	-	34	U	Unir polar interior con el modelo
Ejercer presión sobre el modelo	U	4	-	4	G	Sujetar tijera
Ejercer presión sobre el modelo	U	5	-	5	I	Inspección
Ejercer presión sobre el modelo	U	118	-	118	U	Recortar imperfecciones
Ejercer presión sobre el modelo	U	3	-	3	RL	Liberar tijera
Ejercer presión sobre el modelo	U	9	-	9	U	Colocar pegamento en los bordes inferiores del modelo
Ejercer presión	U	327	-	327	U	Unir falsa con el modelo
Parar	H	40	-	40	I	Inspección
Sujetar planta PVC	G	9	-	9	S	Sujetar trapo de limpieza de plantas
Ejercer presión en planta PVC	U	19	-	19	U	Limpieza de planta

Ejercer presión en planta PVC	U	9	-	9	U	Colocar pegamento
Introducir planta en el horno	U	10	-	10	U	Cerrar tapa de pegamento
Parar	H	10	-	10	M	Sacar planta del horno
Sujetar modelo perfilado	G	4	-	4	G	sujetar planta PVC
Unir planta PCV con modelo perfilado	U	85	-	85	U	Unir planta PCV con modelo perfilado
Ejercer presión en el modelo	U	4	-	4	G	Sujetar chaveta
Ejercer presión en el modelo	U	126	-	126	U	Recortar imperfecciones
Ejercer presión en el modelo	U	3	-	3	RL	Liberar chaveta
Alcanzar descalzador	RE	17	-	17	RE	Alcanzar descalzador
Sujetar modelo	G	4	-	4	G	Sujetar descalzador
Ejercer presión en el modelo	U	48	-	48	U	Realizar descalzado
TOTAL		1135		1135	TOTAL	

Anexo 22 Diagrama Bimanual actual del proceso de Alistado

OPERACIÓN:	Alistado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Rosa Méndez			Tiempo del ciclo:		396
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
						
Bosquejo:						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Sujetar plantillas de cajas	G	5	-	5	G	Sujetar plantillas de cajas
Doblar laterales de la caja	U	14	-	14	U	Doblar laterales de la caja
Doblar base y tapa	U	12	-	12	U	Doblar base y tapa
Armar caja de zapatos	U	29	-	29	U	Armar caja de zapatos
Buscar plumones	S	23	-	23	S	Buscar plumones
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar plumón
Parar	H	8	-	8	M	Mover plumón
Buscar modelo terminado	S	4	-	4	H	Parar
Sujetar modelo terminado	G	43	-	43	U	Repasar plumón
Parar	H	13	-	13	S	Buscar cepillo
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar cepillo
Parar	H	52	-	52	U	Cepillar
Inspección	I	4	-	4	I	Inspección
Buscar bencina	S	14	-	14	S	Buscar trapo
Sujetar bencina	G	5	-	5	G	Sujetar trapo
Mover bencina	M	4	-	4	M	Mover trapo

Posicionar bencina	P	13	-	13	U	Sumergir trapo en bencina
Sujetar modelo terminado	G	75	-	75	U	Limpiar pegamento con bencina
Parar	H	3	-	3	RL	Liberar trapo
Buscar plumón indeleble	S	12	-	12	S	Buscar plumón indeleble
Parar	H	4	-	4	G	Sujetar plumón
Parar	H	3	-	3	M	Mover plumón
Parar	H	18	-	18	U	Codificar producto
Colocar zapato izquierdo dentro de caja	U	3	-	3	RL	Liberar plumón
Parar	H	10	-	10	U	Colocar zapato derecho dentro de caja
Sujetar caja	G	4		4	G	Sujetar caja
Mover caja	M	13		13	M	Mover caja
TOTAL		396		396	TOTAL	

Anexo 23 Diagrama Bimanual propuesto del proceso de Alistado

OPERACIÓN:	Alistado					
NOMBRE DEL OPERARIO:	Rosa Méndez			Tiempo del ciclo:	379	
ANALISTAS:	Marx Ortiz					
METODO:	PRESENTE	PROPUESTO				
 <p>Bosquejo:</p>						
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Símbolos	Tiempo	-	Tiempo	Símbolos	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA
Sujetar plantillas de cajas	G	5	-	5	G	Sujetar plantillas de cajas
Doblar laterales de la caja	U	14	-	14	U	Doblar laterales de la caja
Doblar base y tapa	U	12	-	12	U	Doblar base y tapa
Armar caja de zapatos	U	29	-	29	U	Armar caja de zapatos
Alcanzar el modelo terminado	RE	23	-	23	RE	Alcanzar plumones
Sujetar el modelo terminado	H	4	-	4	G	Sujetar plumón
Mover modelo terminado	H	8	-	8	M	Mover plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	43	-	43	U	Repasar plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	4	-	4	G	Sujetar cepillo
Ejercer presión en el modelo terminado	U	52	-	52	U	Cepillar
Inspección	I	4	-	4	I	Inspección

Alcanzar bencina	RE	14	-	14	RE	Alcanzar trapo
Sujetar bencina	G	5	-	5	G	Sujetar trapo
Mover bencina	M	4	-	4	M	Mover trapo
Posicionar bencina	PP	13	-	13	U	Sumergir trapo en bencina
Sujetar modelo terminado	G	75	-	75	U	Limpiar pegamento con bencina
Parar	H	3	-	3	RL	Liberar trapo
Ejercer presión en el modelo terminado	U	12	-	12	RE	Alcanzar plumón indeleble
Ejercer presión en el modelo terminado	U	4	-	4	G	Sujetar plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	3	-	3	M	Mover plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	18	-	18	U	Codificar producto
Colocar zapato izquierdo dentro de caja	U	3	-	3	RL	Liberar plumón
Parar	H	10	-	10	U	Colocar zapato derecho dentro de caja
Sujetar caja	G	4	-	4	G	Sujetar caja
Mover caja	M	13	-	13	M	Mover caja
TOTAL		379		379	TOTAL	

MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

OBJETIVO

- El propósito de este Manual de mantenimiento total productivo es determinar los procedimientos y conocimientos necesarios para poder actuar con rapidez y de manera preventiva ante alguna avería de la maquinaria de la empresa.

ALCANCE

- Todas las máquinas de la empresa CALZADOS CELESTE SAC

RESPONSABILIDADES

Propietario / Gerente del taller

- Proveer los recursos para realizar el mantenimiento total productivo
- Establecer un ambiente de trabajo seguro y saludable
- Debe de velar por el cumplimiento de los planes de mantenimientos de la empresa.
- Velar por el cuidado de los equipos, herramientas o ambiente laboral.

Trabajadores de mantenimiento de equipos.

- Colaborar con el cumplimiento del cronograma de limpieza de materiales y equipos.
- Cumplir todos los procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento total productivo

PROGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN 10 ETAPAS:

Paso 1: Realizar el inventario de los equipos.

Para conocer el tipo, cantidad y estado de cada uno de ellos se debe de recopilar los siguientes datos mínimos:

- Tipo de equipo.
- Descripción y fabricante.
- Ubicación exacta.
- Costos (MP, Depreciación, etc.)
- Datos de placa (HP, Voltaje, etc.)
- Lectura de su vida útil en la unidad adecuada.

- Actualizaciones o cambios efectuados.
- Referencias a la lista de repuestos y a los planos.
- Referencias de los manuales

A continuación, se presenta un formato para el registro técnico de los equipos:

1. DATOS TÉCNICOS	
Código	
Nombre del equipo	
Función que realiza	
Ubicación	
Tamaño	
Peso	
Capacidad/velocidad	
Parte del proceso/línea	
Marca	
Modelo	
No de serie	
Proveedor	
Teléfono	
2. FECHAS	
Fecha de fabricación	
Fecha límite de garantía	
Fecha de instalación	
Fecha de última actualización	
3.COSTOS	
Costo original	
Costo actual	
Costo de reposición	
Costo de mantenimiento	
Fecha última de actualización	
4. DATOS DE CONDICIÓN	
Efectividad actual	
Estado del equipo	
Importancia crítica	
Responsable directo	
5. DOCUMENTOS DISPONIBLES	
Historia	
Manuales	
Planos	
6. COMPONENTES	

Nombre	No de serie/Modelo	Características
7. CARACTERÍSTICAS		
8. OBSERVACIONES		

PASO 2: Asignar tipo de Mantenimiento y criticidad

El sistema de criticidad clasifica a los equipos de acuerdo con su importancia en la planta o en caso de fallar, según el posible daño o accidentes que pudiera ocasionar. A continuación, se proponer 3 niveles de criticidad para los quipos:

- 1° Es un equipo cuya falla ocasionaría daños corporales a los empleados.
- 2° Toma parte de la jornada laboral en repararlos y no ocasiona pérdidas mayores.
- 3° Son todos los equipos que su mantenimiento se puede reprogramar sin afectar el flujo productivo de la planta

A continuación, se muestran algunos formatos de apoyo para determinar la criticidad de los equipos:

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACIÓN	OBSERVACIONES
1.Efecto sobre el servicio que proporciona				
		Para		
		Reduce		
		No para		
2. Valor técnico - económico				
Considerar el costo de adquisición, Operación y mantenimiento		Alto		
		Medio		
		Bajo		
3. La falla Afecta:				
a) Al equipo en si		Sí		
		No		
b) Al servicio		Sí		
		No		
c) Al operador		Riesgo		
		Sin riesgo		
4. La probabilidad de falla				
		Alta		
		Baja		
5. Flexibilidad del equipo en el sistema				
		Único		
		By pass		
		Stand BY		
6. Dependencia logística				
		Extranjera		
		Local/Extranjera		
		Local		
7. Dependencia de mano de obra				
		Terceros		
		Propia		
8. Facilidad de reparación				
		Baja		
		Alta		

LEYENDA		
CODIGO	Escala de referencia	
A	CRITICA	16 A 20
B	IMPORTANTE	11 A 15
C	REGULAR	06 A 10
D	OPCIONAL	00 A 05

Esta aplicación de la criticidad permite realizar las tareas de Mantenimiento adecuadas si es que no tiene tiempo para realizar todo el plan de MP debido a una reducción de personal temporal o a una crisis de producción.

PASO 3: Hacer listas de verificación de Mantenimiento (Sin repuestos ni materiales)

Cada máquina tiene su propia lista de verificación, conteniendo típicamente tareas estandarizadas, que aparecerán en otras listas de verificación, tales como tareas de limpieza, chequeo de fugas, búsqueda de pernos flojos, etc. Pueden hacer diferentes listas de chequeo para tareas diarias, semanales, mensuales o una sola desarrollada para cubrir todas las frecuencias. Normalmente, las listas de verificación del MP no contienen repuestos, excepto materiales simples (tales como filtros, lubricantes, etc.) los cuales están disponibles en la máquina.

Estas listas de verificación deben de ser de dos tipos: una cubre las tareas del MP realizados mientras la máquina está operando para detectar sobre – calentamientos o vibración excesiva y la otra cuando las máquinas están detenidas En la siguiente tabla se propone el formato de verificación de máquinas:

CODIGO DEL EQUIPO							RESPONSABLE		
NOMBRE DEL EQUIPO									
Marcar los casilleros de la derecha que describan la condición de los componentes mostrados en la columna de la izquierda	OK	REQUIERE LUBRICACIÓN	REQUIERE AJUSTE	REQUIERE REEMPLAZO	REQUIEREIMPIEZA	EXCESIVA VIBRACIÓN	EXCESIVA CALOR	SUJETO	VER COMENTARIOS ADICIONALES
1. Motor Eléctrico									
A. Rodamientos									

B. Base de fijación									
C. Temperatura									
D. Vibración									
E. Ruido									
2. Acoplamientos									
2. Acoplamientos									
A. Alineamiento									
B. Lubricación									
3. Filtros de succión									
A. Limpieza									
B. Entrada libre									
4. Línea de retorno									
A. Nivel de fluido bajo									
5. Bomba									
A. Ruido									
B. Flujo									
C. Presión									
D. Base de fijación									
E. Alineamientos									
F. Fugas									
6. Válvulas de Alivio									
A. Presión Ajustada									
B. Calentamiento.									
7. Válvula direccional									
A. Operación libre									
B. Calentamiento.									
8. Cilindro hidráulico:									
A. Fugas.									
B. Alineamiento									
C. Calentamiento									
9. Líneas									
A. Seguridad del montaje									
B. Doblez									
C. Acoplamientos sueltos									

PASO 4: Desarrollar órdenes de trabajo de Mantenimiento (Incluyendo materiales, herramientas requeridas)

Se debe de incluir en la orden de trabajo lo siguiente:

- El tipo de trabajo
- Descripción del trabajo
- El lugar de ejecución del trabajo
- El tiempo estimado necesario.

- Los tipos de especialistas necesarios.
- Las herramientas necesarias y equipos especiales.
- Los repuestos y demás materiales que necesiten

PASO 5: Crear hoja de rutas del Mantenimiento

La hoja de ruta permite organizar los desplazamientos para realizar las listas de verificación, de tal manera que el tiempo que ocasiona esa actividad sea mínima posible, mejorando así la productividad del personal de mantenimiento, se recomienda seguir la metodología PERT.

CODIGO DE ACTIVIDAD	DESIGNACIÓN DE ACTIVIDAD

PRECEDENTE	ACTIVIDAD

PASO 6: Desarrollar Un Programa De Mantenimiento

Para programar las tareas de mantenimiento debe de considerar la carga de trabajo pendiente, la disponibilidad de los recursos y la carga de trabajo futura.

Se recomienda nivelar la carga de trabajo para tener una dotación de personal uniforme y un buen cumplimiento de las tareas de Mantenimiento. También es importante limitar las interrupciones de producción combinando, por ejemplo, una tarea mensual con una trimestral para realizarse en el mismo momento, a pesar de que uno de los ciclos necesite modificarse en menor tiempo que el otro.

En la siguiente tabla se muestra un formato para el balance de tareas de Mantenimiento:

PASO 7: Mantener una historia de los equipos

Se debe de crear una historia para cada equipo considerando todas las anomalías que se presentan durante el tiempo de uso y de esta manera poder:

- Evaluar el rendimiento de los equipos a través del tiempo
- Detectar fallas repetitivas
- Determinar el costo anual de reparación y compararlo con el costo de reemplazo
- Determinar la efectividad de sus programas de Mantenimiento
- Ajustar sus esfuerzos de Mantenimiento
- Desarrollar un buen enfoque para el mejoramiento de los equipos, utilizando la retroalimentación para ajustar el mantenimiento preventivo

Asimismo, se debe considerar las siguientes categorías para analizar las características de fallas:

1. Condición de falla

¿Qué vemos si observamos un componente fallado?

¿Hay algún daño evidente?

¿Qué debemos hacer para reparar el daño? ¿Cuánto tiempo tomará?

2. Amplitud de falla

¿Cuán localizado es el daño de falla?

¿Qué daño secundario es evidente?

¿Es la falla evidente en el nivel correspondiente?

3. Situación de la falla.

¿Cuál fue la situación operacional cuando ocurrió la falla?

¿Hubo evidencia de una falla potencial antes de que ocurra la falla?

4. Originador de la falla

¿Dónde y cuándo ocurrió?

¿Hay evidencia que señala la causa raíz de la falla?

5. Modo de Falla

¿Qué inicio la falla?

¿Puede establecerse la causa raíz con un elevado grado de certeza a través de la síntesis basada en los efectos?

PASO 8. Realizar auditorías

Para realizar las auditorías e identificar las medidas correctivas necesarias se debe de apoyar con los siguientes formatos:

Código					Fecha	
Nombre					Realizado por:	
N°	Tareas	Lista Disponible	Programa disponible	% de cumplimiento	Realizado por	Observaciones
a. % Estimado de tiempo de trabajo de falla						
b. % Estimado de tiempo en trabajo de MP						
c. % Estimado de tiempo en otro Mantenimiento Planificado						

Equipo N°	Descripción del equipo				
Fecha	Evaluado por:				
Escala de calificación	1. MALO	2. REGULAR	3. PROMEDIO	4. BUENO	5. EXCELENTE
1. Confiabilidad					
Comentarios:					
Puntaje					
2. Capacidad de equipos					
¿Qué piensa que podría hacer su equipo?					
Comentarios:					
Puntaje					

3. Condición General del equipo	
Apariencia/Limpieza	
Facilidad de operación	
Seguridad/Ambiente	
Comentarios	
Puntaje	