



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE BOTINES
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA
EMPRESA CALZADOS CELESTE”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Billy Anthony Polo Bermúdez

Asesor:

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

Esta tesis se lo dedico a Dios, por haber sido mi guía en toda mi preparación académica y ayudarme a enfrentar los obstáculos que se me presentan a diario; además de sentir su presencia y apoyo en todo momento.

A mis padres y hermanos que con todo cariño y amor les dedico este trabajo por su apoyo constante y por llenar mi vida con sus valiosos consejos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por haberme formado con buenos valores, convirtiéndose en aquel motor que impulsa mi desarrollo profesional a diario.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y me motivaban a seguir adelante.

También, a una persona especial en mi corazón, quien me apoyó y me alentó para poder realizar un buen trabajo.

De igual forma, agradezco a mi Asesor de Tesis Ing. Rafael Castillo, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	29
1.3. Objetivos	29
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	29
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	29
1.4. Hipótesis	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	30
2.1. Tipo de investigación.....	30
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	30
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	31
2.4. Procedimiento	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	32
3.1 Diagnóstico actual de los procesos de producción de botines.....	32
3.2 Propuesta de mejora de tiempos y movimientos	50
3.2.1 <i>Estudio de movimientos</i>	50
3.2.2 <i>Balance de producción</i>	63
3.2.3 <i>Aplicación Kanban</i>	79
3.2.4 <i>Metodología 5S</i>	82
3.2.5 <i>Mantenimiento Preventivo y predictivo</i>	105
3.3. Simulación de la productividad.....	111
3.4 Resultados del impacto de las herramientas.....	122
3.5 Análisis económico - Financiero.....	127
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	129
4.1 Discusión	129
4.2 Conclusiones.....	131
RECOMENDACIONES	132
REFERENCIAS	133
ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Horas extras contratadas durante el 2019.....	18
Tabla 2. Paradas no planificadas de las máquinas.....	18
Tabla 3. Mermas estimadas trimestral.....	19
Tabla 4. Ponderaciones de habilidad.....	25
Tabla 5. Ponderaciones de esfuerzo.....	25
Tabla 6. Ponderaciones de condiciones.....	26
Tabla 7. Ponderaciones de consistencia.....	26
Tabla 8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
Tabla 9. Diagrama análisis del proceso de corte.....	33
Tabla 10. Resumen del proceso de corte.....	34
Tabla 11. Diagrama análisis del proceso de perfilado.....	35
Tabla 12. Resumen del proceso de perfilado.....	37
Tabla 13. Diagrama análisis del proceso de armado.....	37
Tabla 14. Resumen del proceso de armado.....	39
Tabla 15. Diagrama del análisis del proceso de alistado.....	39
Tabla 16. Resumen del proceso de alistado.....	40
Tabla 17. Tiempo registrado del flujo de materiales con la distribución actual.....	42
Tabla 18. Indicador OEE para los hornos eléctricos de la empresa Calzados Celeste.....	43
Tabla 19. Resultados de los encuestados del área de producción.....	45
Tabla 20. Análisis Pareto de las causas raíz.....	45
Tabla 21. Propuesta de mejora para las causas raíz críticas identificadas.....	46
Tabla 22. Pérdida por deficientes movimientos de los operarios durante la operación.....	46
Tabla 23. Pérdida anual por desbalance de producción.....	47
Tabla 24. Pérdida anual por paradas no planificadas de maquinaria.....	47
Tabla 25. Mermas trimestrales de la materia prima principal del calzado.....	48
Tabla 26. Matriz de indicadores.....	49
Tabla 27. Therblig eficientes actuales del proceso de corte.....	50
Tabla 28. Therblig deficientes actuales del proceso de corte.....	50
Tabla 29. Identificación de problemas y propuestas de solución.....	51
Tabla 30. Therblig eficientes propuestos del proceso de corte.....	52
Tabla 31. Therblig deficientes propuestos del proceso de corte.....	52

Tabla 32. Therblig eficientes del proceso actual de perfilado.....	54
Tabla 33. Therblig deficientes del proceso actual de perfilado.....	54
Tabla 34. Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de perfilado.....	55
Tabla 35. Therblig eficientes del proceso propuesto de perfilado.....	56
Tabla 36. Therblig deficientes del proceso propuesto de perfilado.....	56
Tabla 37. Therblig eficientes del proceso actual de armado.	57
Tabla 38. Therblig deficientes del proceso actual de armado.	57
Tabla 39. Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de armado	58
Tabla 40. Therblig eficientes del proceso propuesto de armado.	59
Tabla 41. Therblig eficientes del proceso propuesto de armado.	59
Tabla 42. Therblig eficientes del proceso actual de alistado.....	60
Tabla 43. Therblig deficientes del proceso actual de alistado.....	60
Tabla 44. Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de alistado	61
Tabla 45. Therblig eficientes del proceso propuesto de alistado.....	62
Tabla 46. Therblig deficientes del proceso propuesto de alistado.....	62
Tabla 47. Muestra piloto del proceso de producción de botines	63
Tabla 48. Cálculo del tamaño de muestra a partir de una muestra piloto.....	63
Tabla 49. Factor de Desempeño en el proceso de corte.	64
Tabla 50. Factor de Desempeño en el proceso de perfilado.....	64
Tabla 51. Factor de Desempeño en el proceso de armado.	64
Tabla 52. Factor de Desempeño en el proceso de alistado.....	64
Tabla 53. Suplementos en el proceso de corte.....	65
Tabla 54. Suplementos en el proceso de perfilado	65
Tabla 55. Suplementos en el proceso de Armado	65
Tabla 56. Suplementos en el Alistado	65
Tabla 57. Tiempo estándar de los procesos de producción de botines.....	66
Tabla 58. Datos históricos de producción de la empresa Calzados.....	68
Tabla 59. Resumen de pronósticos MINITAB.....	69
Tabla 60. Escenario 1 - Metodología óptima considerando los mismos recursos - hombre	70
Tabla 61. Métricas de comparación - Escenario 1.....	70

Tabla 62. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 1	70
Tabla 63. Escenario 2 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre adicional en alistado.....	71
Tabla 64. Métricas de comparación - Escenario 2.....	71
Tabla 65. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 2	71
Tabla 66. Escenario 3 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en corte.....	72
Tabla 67. Métricas de comparación - Escenario 3.....	72
Tabla 68. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 3	72
Tabla 69. Escenario 4 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en el perfilado.....	73
Tabla 70. Métricas de comparación - Escenario 4.....	73
Tabla 71. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 4	73
Tabla 72. Escenario 5 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en el armado.....	74
Tabla 73. Métricas de comparación - Escenario 5.....	74
Tabla 74. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 5	74
Tabla 75. Simulación de escenarios del balance de producción.....	75
Tabla 76. Tiempo estándar vs Takt Time	76
Tabla 77. Tiempos ineficientes de corte por alcance de materiales	77
Tabla 78. Tiempos ineficientes de perfilado por alcance de materiales.....	77
Tabla 79. Tiempos ineficientes de armado por alcance de materiales.....	78
Tabla 80. Tiempos ineficientes de alistado por alcance o traslado de materiales.....	78
Tabla 81. Nuevo tiempo estándar vs Takt Time.....	78
Tabla 82. Leyenda para los Kanban de transporte.....	79
Tabla 83. Formato C de Kanban de transporte.....	79
Tabla 84. Formato P de Kanban de transporte	79
Tabla 85. Formato AR de Kanban de transporte.....	79

Tabla 86. Formato AL de Kanban de transporte	80
Tabla 87. Formato de Kanban de producción para el corte de piezas	80
Tabla 88. Formato de Kanban de producción para el proceso de perfilado	80
Tabla 89. Formato de Kanban de producción para el proceso de armado.....	81
Tabla 90. Formato de Kanban de producción para el proceso de alistado	81
Tabla 91. Criterios y pesos para el diagnóstico de la cultura 5S	82
Tabla 92. Resultados del análisis de la auditoría inicial 5S	82
Tabla 93. Cronograma para la rotación de responsabilidades en la limpieza de las áreas de producción.	100
Tabla 94. Actividades de limpieza de máquinas, herramientas y espacios del área de producción.	100
Tabla 95. Cronograma de responsabilidad	101
Tabla 96. Cronograma de responsabilidades para la limpieza general del área.....	101
Tabla 97. Indicadores para el mantenimiento total productivo.	105
Tabla 98. Registros de fallas históricas del horno antiguo.	107
Tabla 99. Prueba de Kolmogorov Smirnov	108
Tabla 100. Generación de Variables normales	108
Tabla 101. Fechas de posibles fallas	109
Tabla 102. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de Corte.....	111
Tabla 103. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de Perfilado.....	112
Tabla 104. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de armado	113
Tabla 105. Producción de fallo por par de botines	115
Tabla 106. Simulación del proceso de producción de botines.	116
Tabla 107. Simulación de la productividad al mes de marzo sin considerar los suplementos.	119
Tabla 108. Variación de la productividad.	121
Tabla 109. Variación de los tiempos antes y después del análisis de diagrama Bimanual.	122
Tabla 110. Variación positiva del tiempo estándar	123
Tabla 111. Balance de línea 1	123
Tabla 112. Balance línea 2	124
Tabla 113. Tiempo optimizado.....	124
Tabla 114. Variación de cultura de orden y limpieza esperada.....	124

Tabla 115. Reducción de merma de producción	125
Tabla 116. Reducción de paradas de las máquinas de producción.....	126
Tabla 117. Variación de la productividad.	126
Tabla 118. Costos intangibles de implementación.	127
Tabla 119. Costos tangibles de inversión para las 5s	127
Tabla 120. Costo de inversión de implementación de mejoras en los hornos.....	127
Tabla 121. Ahorros por optimización de tiempos	128
Tabla 122. Ahorros por optimización del flujo de la producción.....	128
Tabla 123. Análisis financiero.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de calzado a nivel internacional	14
Figura 2. Exportación de calzado a nivel internacional.....	15
Figura 3. Porcentaje de exportación de los fabricantes de calzado a nivel nacional.	15
Figura 4. Variación de la exportación de calzado peruano	16
Figura 5. Causas principales de las deficiencias del método de trabajo.....	22
Figura 6. Proceso general del área de producción de la empresa Calzado Celeste en la ciudad de Trujillo.....	32
<i>Figura 7. Flujo de los materiales del área de producción.</i>	<i>41</i>
Figura 8. Diagrama Ishikawa de la baja productividad de la empresa Calzados Celeste. ..	44
Figura 9. Perfil del Diagrama de Pareto de las causas raíz	45
Figura 10. Productividad de mano de obra en los diferentes escenarios.	75
Figura 11. Costo de mano de obra en los diferentes escenarios.....	75
Figura 12. Perfil de los tiempos por procesos.	76
Figura 13. Tarjeta roja en el recogedor	83
Figura 14. Varilla de fierro.....	84
Figura 15. Esmeril y plantillas dentro de una caja.	84
Figura 16. Tarjeta roja en los retazos de los cueros	85
Figura 17. Tarjeta roja en el esmeril	85
Figura 18. Clavos oxidados y baldes de pintura vacíos	86
Figura 19. Tarjeta roja en el combo y plancha de falsa	86
Figura 20. Tarjeta roja en plantillas sueltas	87
Figura 21. Tarjeta roja en los moldes cortados.....	87
Figura 22. Tarjeta roja en la herramienta de cambio y botella de gaseosa	88
Figura 23. Tarjeta roja en depósitos vacíos	88
Figura 24. Hormas acumuladas.....	89
Figura 25. Tarjeta en los tarros de pegamento	89
Figura 26. Plantas de zapatos desordenados	90
Figura 27. Diagrama de Pareto de la razón del problema del área de producción.....	90
Figura 28. Diagrama de Pareto de la acción a tomar del área de producción	91
Figura 29. Delimitación y señalización del área de corte	91
Figura 30. Delimitación y señalización para las zonas de armado y alistado.	92

Figura 31. Diseño de estantes para las hormas	92
Figura 32. Estante principal del área de corte.	93
Figura 33. Área de corte	94
Figura 34. Área de perfilado.....	95
Figura 35. Área de armado	96
Figura 36. Área de alistado.....	97
Figura 37. Área de alistado	99
Figura 38. Mapa de distribución de producción	102
Figura 39. Estándar 1.....	102
Figura 40. Estándar 2	103
Figura 41. Estándar 4	103
Figura 42. Estándar 5	104
Figura 43. Principios de la organización	104
Figura 44. Esquema de análisis de las causas directas de las fallas del horno eléctrico. .	106
Figura 45. Análisis de criticidad de las máquinas.....	106
Figura 46. Diagrama de proceso de Simulación en Arena Software.	115
Figura 47. Promedio de producción diaria según la simulación en Arena.	117
Figura 48. Colas promedio en el mes de marzo según la simulación.	117
Figura 49. Eficiencia de los procesos	118
Figura 50. Producción promedio por proceso.	118
Figura 51. Promedio de producción diaria según la simulación en Arena.	120
Figura 52. Colas promedio en el mes de marzo según la simulación	120
Figura 534. Producción promedio por proceso	121
Figura 543. Eficiencia de los procesos.....	121
Figura 55. Perfil de la variación de los tiempos por proceso.....	122
Figura 56. Flujo económico	128

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula de tiempo normal.....	26
Ecuación 2. Fórmula del tiempo estándar	27
Ecuación 3. Productividad de mano de obra	28
Ecuación 4. Fórmulas balance de línea Heijunka.....	28

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar una propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines para incrementar la productividad de la empresa Calzados Celeste.

Se realizó un diagnóstico de la situación de la productividad con la metodología actual de trabajo; luego se procedió a realizar un análisis de las actividades en el diagrama Bimanual, en donde se determinó los movimientos eficientes y deficientes, antes y después de la propuesta. Los ahorros en tiempo de cada proceso son: 192 s en corte; 240 s en perfilado; 160 s en armado y 17 s en alistado. Asimismo; se estima un ahorro por la propuesta Kanban y 5s de 2.7 min del ciclo total y 513.5 soles respectivamente; además se espera que el programa de mantenimiento y limpieza ejecutada pueda reducir a “0” las paradas no planificadas de las máquinas. Además, se calculó el tiempo estándar óptimo estimado para la producción de botines: 6.44 en corte; 5.35 en perfilado; 6.36 en armado y 6.09 en alistado. Por último; se estimó un incremento de la productividad de 0.86 a 1.113 con las propuestas de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines.

Finalmente se obtuvo un VAN de S/. 6868.69, la TIR de 16% y B/C de 1.76 por consiguiente el proyecto es viable para su implementación.

Palabras clave: Tiempos, Movimientos y Productividad

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La industria de calzado se ha desarrollado de forma exponencial alrededor del mundo por conformar un bien de consumo final que cubre una de las necesidades básicas del ser humano; permitiendo de esta manera no solo generar la oportunidad al inversionista de gran escala y/o poderío económico de instalar plantas de producción de este bien, sino también a pequeños emprendedores que con habilidad y experiencia se sumergen en la realización diversificada de modelos que están acorde a todas las edades. En este ámbito global ha nacido una lucha por la supervivencia de los pequeños y grandes empresarios; dado que la brecha tecnológica y metodologías de trabajo son unas de las principales diferencias de los países inmersos en el sector; reflejándose muchas veces en productos a bajos precios que se convierten en dumping cuando ingresan a los diferentes mercados locales; impactando negativamente sobre todo a los pequeños productores que sustentan su vida con los únicos beneficios que genera la realización del calzado; sin embargo muchas veces la participación del estado no es significativa ante dicho impacto; dado que no es un tema de discusión relevante hasta que exista una crisis social donde muchas veces prevalece el desorden público por algunas irregularidades que la población considera deficiente en alternativas de solución por parte del gobierno nacional como se puede evidenciar en estos últimos meses en muchas naciones. Según la revista del calzado en el anuario del sector mundial del calzado: año 2018; describe a China como una potencia de producción y exportación de calzado como se muestra a continuación:

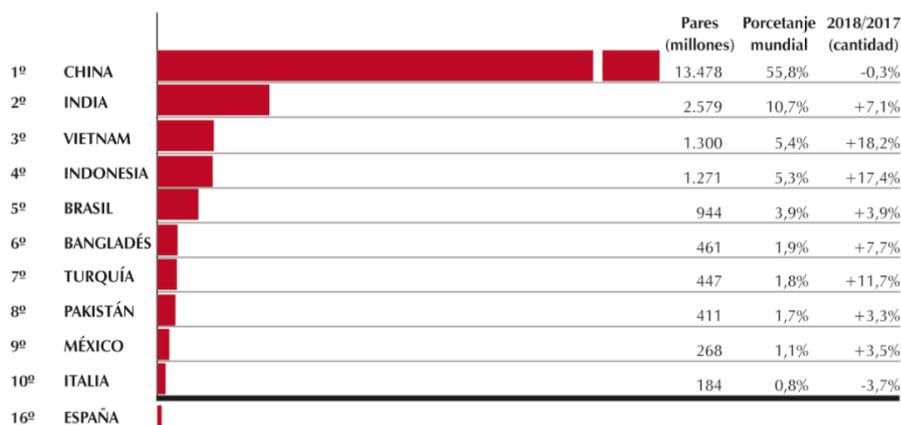


Figura 1. Producción de calzado a nivel internacional

		Pares (millones)	2018/2017 (cantidad)	Valor (millones \$)	2018/2017 (valor)
1º	CHINA	9.543	-1,4%	44.673	-2,7%
2º	VIETNAM	1.272	+25%	21.167	+17,5%
3º	INDONESIA	406	+87,1%	7.013	+17,6%
4º	ALEMANIA	314	+11,7%	8.249	+10,6
5º	BÉLGICA	284	+12,7%	7.099	+7,9%
6º	INDIA	262	+43,2%	2.493	+37,3%
7º	TURQUÍA	251	+13,1%	848	+16,3%
8º	ITALIA	203	-6%	11.320	+9%
9º	PAÍSES BAJOS	191	+6,1%	4.113	+14%
10º	ESPAÑA	158	-3,7%	3.173	+4,4%

Figura 2. Exportación de calzado a nivel internacional

En la actualidad es evidente que los productos chinos están afectando al mercado nacional (La República, 2017); dado que se está calificando como inalcanzable los precios competitivos de dicho País; teniendo sólo como carta estratégica ante dicha problemática la calidad resaltada del cuero nacional, pero si analizamos el criterio de calidad; hoy en día ya no está basado en la durabilidad porque según OBS (2019), los pilares determinantes para el éxito empresarial es la innovación constante del producto; esto permite inferir de que el consumidor ya no adquiere un bien tomando como criterio la durabilidad sino por tener varios bienes acorde a la tendencia y aceptación de la sociedad que permite diversificar su outfit como una marca personal, convirtiéndose esta estrategia, en desapercibida por la mayoría de los consumidores. Sin embargo; las últimas estadísticas por ICEX (2019); evidencia lo siguiente:

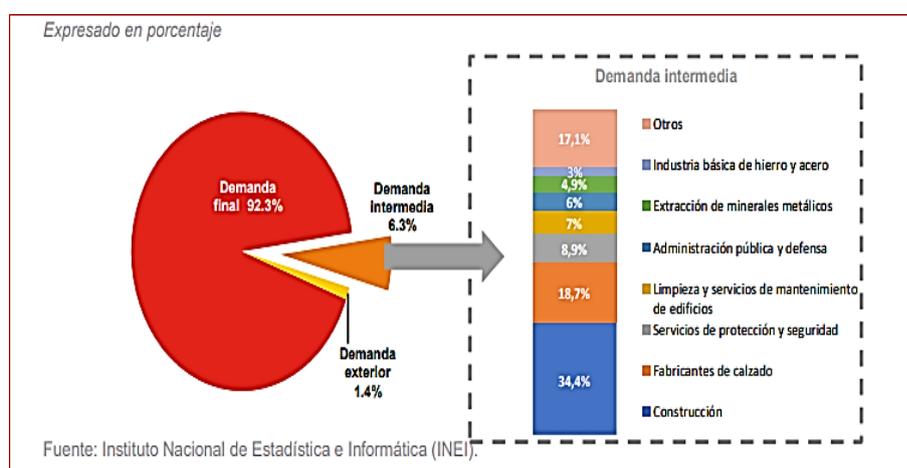


Figura 3. Porcentaje de exportación de los fabricantes de calzado a nivel nacional.

Tipo de calzado	2017	2018	Evolución
Zapatos	1.228.583	1.181.265	-3,9%
Zapatillas	8.238.266	2.482.259	-69,9%
Botas, botines	3.129.530	2.932.785	-6,3%
Sandalias	1.140.564	957.748	-16,0%
Total	13.736.942	7.554.057	-45,0%

Fuente: Ministerio de la Producción (PRODUCE).

Figura 4. Variación de la exportación de calzado peruano

En la ciudad de Trujillo – Perú existen empresas de calzado que producen el 25% del total nacional, sin contar los productores menores que muchas veces fabrican este bien para acopiadores con ruc de persona natural donde las ventas son inferiores a los 20000 soles mensual pero muchas veces estos mismos entran en informalidad con el objetivo de evadir impuestos; aludiendo que la causa raíz es la entrada del producto oriental; cabe resaltar que estos productores se ubican principalmente en el distrito el porvenir.

La empresa “Calzados Celeste”, ubicada en la ciudad de Trujillo se dedica a la producción diversificada de calzado para dama, según especificaciones de clientes por elección propia de los modelos predefinidos. En los últimos 4 años se ha incrementado su demanda de forma exponencial en 30% anual, sin embargo la exigencia del mercado ocasiona que se busque continuamente el aumento de la productividad para satisfacer las expectativas en cuanto a la eficiencia y eficacia para con los consumidores finales por lo que en los últimos meses una alternativa de solución fue incrementar estaciones de producción y mano de obra para el cumplimiento de los contratos; lo cual no ha servido de mucho dado que la variación no es la esperada por el productor nacional, siendo el resultado una productividad estimada de 0.86 Par/H-H aproximadamente. Es por lo que a continuación se describe el análisis de las posibles causas que generan las deficiencias de la baja productividad en la empresa:

- En relación con la metodología de trabajo podría existir principios en contra de la ergonomía que provocan paradas no planificadas por alguna dolencia en los operarios (Se observaron que en promedio el operario detiene su producción 15 a más veces al día); y esto debido al inadecuado diseño de las estaciones de trabajo

que solo se ajustan al espacio y cantidad existente de máquinas y/o mesas en el área de producción sin considerar los criterios básicos para el diseño de planta. Asimismo; la forma de trabajo podría ser ineficaz con la existencia de movimientos deficientes sobre todo en relación al posicionamiento de los materiales, herramientas (Por ejemplo, en una operación normal de corte las chavetas se posicionan 5 veces en diferente lugar) y el tiempo de búsqueda de estos mismos para la ejecución normal de las operaciones internas; impidiendo un flujo continuo de materiales e información para la realización del calzado femenino. Además, la falta de formatos para la documentación de los procesos operativos de la empresa contribuye a la desactualización de estos mismos como a su seguimiento y control por el jefe de operaciones para la búsqueda de las posibles deficiencias y acciones correctivas que mejoren continuamente los procedimientos en la realización del calzado.

- En relación con el abastecimiento de los materiales y distribución del producto terminado; existen dos almacenes uno de materia prima e insumos y el otro de productos con acabado; en el primero no existe un criterio de ordenamiento por lo que no se encuentra ni señalado ni clasificado su inventario, lo que impide que se identifique fácilmente los materiales para realizar la producción de calzado femenino; en el segundo no se ha definido los espacios adecuados para conservar la calidad del producto por lo que muchas veces podría existir reprocesos en el área acabado o alistado. Además; se sabe que cuando se registra una orden de producción, el jefe de operaciones no puede calcular con exactitud los materiales requeridos por lo que demora el abastecimiento de estos mismos, siendo aproximadamente esta demora 30 minutos por lote de producción; generando tiempo desperdiciado para el cumplimiento de la eficacia esperada por los clientes.
- Con respecto a la mano de obra; se puede evidenciar que en el clima laboral no existe un compromiso por parte de los trabajadores por el avance de producción; dado que cada uno trabaja según la forma como mejor le parezca; lo que provoca elevados tiempos ociosos por la continua distracción que genera la deficiente nivelación de la producción a un flujo continuo.

Tabla 1. *Horas extras contratadas durante el 2019*

Mes	Horas extras
Enero	59
Febrero	37
Marzo	49
Abril	62
Mayo	54
Junio	47
Julio	53
Agosto	45
Setiembre	59
Octubre	67
Noviembre	39
Diciembre	72

Nota. El mes de diciembre se contrató 72 horas extras

- Con respecto a la maquinaria podría tener la empresa una eficiencia global de maquinaria que no supera las expectativas de la capacidad máxima que se podría utilizar; asimismo, puede que exista paradas no planificadas (Ver tabla 2) por la falta de un sistema de mantenimiento total productivo.

Tabla 2. *Paradas no planificadas de las máquinas.*

Máquina	No Paradas	Tiempo(min)
Horno 1 (Antiguo)	29	-
Horno 2 (Nuevo)	2	60
Perfiladora 1	5	5
Perfiladora 2	6	5

Nota. El horno antiguo tiene mayor número de paradas no planificadas porque sólo tiene mantenimiento correctivo

- En las medidas que toma el productor del calzado para el control y monitoreo de la producción; pueden ser rudimentarias lo que ocasiona un desorden metodológico en la realización del calzado; resultando muchas veces la contratación de 4 a 5 horas extras de los operarios por deficiente cumplimiento de los objetivos.
- Con respecto al medio ambiente; es evidente una falta de cultura de orden y limpieza lo que provoca muchas veces que los operarios no encuentren fácilmente

las herramientas o materiales destinados para la producción; provocando deficiencias con respecto al tiempo de ciclo. El problema relacionado con la buena distribución de materiales se ve reflejado en las mermas por trimestre registrados (Ver tabla 3); dado que no se cumple el criterio FIFO.

Tabla 3. *Mermas estimadas trimestral.*

Materia prima	Mermas	Unidades
Cuero castor	3.00	m
Peluche	1.00	m
Polar	0.50	m
Pegamento	0.60	L
Jebe	0.80	L
Lona delgada	0.90	m
Lona gruesa	0.40	m
Hebilla	0.50	Docenas
Hojalillos	12.00	u
Hilo	0.50	Cono
Cierre	2.50	m
Llaves	3.50	Pares
Punti	0.70	L
PVC	0.84	L
Limpiador de planta	0.30	L
Cartón	1.20	m
Plumones	3.00	u
Tinte	0.20	L
Crema Box	100.00	ml
Bencina	0.30	L

Nota. El cuero castor es la materia prima que existe mayor desperdicio, no solo por metro cuadrado sino también por los retazos acumulados durante toda el área.

Es por lo que se propone un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Calzados Celeste para dama.

Antecedentes:

- Según Muñoz Ramírez (2018); en su tesis titulada “Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS” trabajo de grado para optar al título de Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia. Refiere que su objetivo equilibrar la línea de producción dado al incumplimiento histórico del número de vehículos producidos por mes; analizando detalladamente mediante la técnica de la observación cada estación de trabajo y las actividades ineficientes ejecutadas por los operarios; luego se identificó las propuestas de solución a cada uno de los problemas identificados demostrando una reducción del 12% de la mano de obra requerida, un aumento en la cantidad de vehículos entregados por semestre de 7% y disminución en 18% del tiempo de ciclo del producto. Este trabajo de investigación aporta con los indicadores de productividad y eficacia.
- Según Tapia Durand (2017); en su tesis titulada “Estudio de tiempos y métodos para la mejora de la productividad en la línea de producción de colchones en la empresa MONLOP S.A. LIMA, 2017” trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial, Universidad Cesar Vallejo, Perú. Refiere que su objetivo es aplicar un estudio de tiempos y métodos para que aumente la productividad en la línea de producción de la empresa Monlop S.A. ya que el tiempo de producción de colchones es prolongado y no satisface las expectativas de los clientes; primero se analizó mediante un diagrama de recorrido la distribución de las áreas y el tiempo de desplazamiento de los operarios con carga y sin carga; además se registró la eficiencia inicial con respecto al tiempo útil de operación; graficando las actividades mediante los diagramas de análisis de procesos para su posterior análisis; demostrando que este trabajo no solo trajo un incremento porcentual sino monetario; ya que al mejorar los tiempo de producción; se logró como principal objetivo mejorar la fluidez de entrega de pedido; reflejando una ganancia mensual de 230566.50 soles. Además; se puede observar una disminución del 19% del tiempo de elaboración de colchón de la empresa

Monlop S.A. Por otro lado; este trabajo de investigación aporta con los indicadores de eficiencia y capacidad de producción.

- Según Aguilar Preciado (2015); en su tesis titulada “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras para aumentar la productividad en la factoría águila real” trabajo de grado para optar el título Licenciado en administración, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Refiere que su objetivo es determinar la influencia del estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de cajas reductoras en la productividad de la Factoría Águila Real - Trujillo mediante métodos inductivo, deductivos, análisis y la técnica de investigación de toma de datos, como la observación y el estudio de tiempo; demostrando que los tiempos improductivos de las máquinas torno y fresadora son debido a defectuosidad de ciertos dispositivos de las máquinas las que son sustituidas por actividades manuales por parte de los operadores; siendo estos: en el caso del torno de 0.34% y 0.27% respectivamente, y de la fresadora 39.85% y 31.92% respectivamente, logrando un incremento de la eficiencia del mismo y una disminución del 11.98% del tiempo total del ciclo. Por otro lado, aporta a la investigación en estudio con una guía para elaborar el diagnóstico de los métodos actuales del trabajo considerando las deficiencias de la distribución de planta, distribución de equipo y técnicas actuales del trabajo.

Marco teórico:

Estudio del trabajo

Según Kamawaty (1996); “El estudio de trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando”; es por lo que el estudio de trabajo tiene como objetivo principal investigar las deficiencias del método y así reducir el trabajo innecesario para finalmente fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. A continuación, en la figura 5 se muestra las posibles causas de las deficiencias de método.



Figura 5. Causas principales de las deficiencias del método de trabajo.

Por otro lado, se debe de considerar las siguientes etapas para realizar el estudio de trabajo y poder de esta manera mejorar la metodología para determinar el tiempo estándar óptimo de la operación:

- Delimitar el área, estación del trabajo o línea de fabricación donde se realizará el estudio.
- Recopilar información, mediante la utilización de una ficha resumen o una hoja de registro.
- Analizar las deficiencias metodológicas del área delimitada.
- Proponer nuevos métodos de trabajo basándose en las deficiencias identificadas.
- Evaluar y escoger la mejor propuesta de metodología de trabajo para establecer el tiempo estándar.

Principios de economía de movimientos

Según (Kamawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996); se pueden clasificar en tres grupos:

Utilización del cuerpo humano

- Se debe utilizar al máximo las dos manos a la vez.
- Las manos pueden estar inactivas en periodos de descanso.
- Los brazos se pueden mover de forma simultánea y simétrica.
- El impulso solo se aprovecha si favorece al obrero y no causa ningún daño muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos.
- Los movimientos de oscilación libre son los adecuados.
- El ritmo debe ser fácil y natural siempre que sea posible.
- La vista tiene que estar limitada al área donde se desempeña los procedimientos.

Distribución del lugar de trabajo

- Se debe crear un sitio para las herramientas; con el fin de crear un hábito en los operarios.
- Se debe de establecer un estándar del procedimiento de utilización de herramientas.
- Se debe utilizar depósitos para que las herramientas puedan siempre estar al alcance de la operación.
- Las herramientas deben de estar siempre en el área de trabajo.

- Se debe de facilitar las salidas de los productos procesados para que pueda disminuir el esfuerzo del operario.
- Se debe analizar variables de microclima asociadas con la iluminación y temperatura.
- El color de la superficie de trabajo debe de ser el indicado para que no pueda causar fatigas visuales.

Modelo de las máquinas y herramientas

- Debe evitarse al máximo que las manos sean sujetadores fijos.
- Se puede ver la posibilidad de combinar varias herramientas en una sola.
- Se debe de distribuir bien la carga de los dedos; según los procedimientos que lo requieran.
- Las palancas o interruptores de maquinaria deben de posicionarse tomando en cuenta la ergonomía del entorno y del hombre.

Estudio de tiempos

Es la metodología que se considera para poder registrar el tiempo que necesita la operación para que el producto salga como terminado; tomando en consideración que para el registro de estos datos se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- Una cámara fotográfica
- Un celular
- Hojas de tiempos

Cálculo del tiempo estándar

Tiempo observado

Es el tiempo promedio del ciclo de operación medido con un cronometro centesimal en el puesto de trabajo; consiste en tomar tiempo a la misma operación varias veces para luego promediarlo; teniendo en cuenta la variación del tiempo de la operación.

Sistema de valoración Westinghouse:

El factor de actuación se determina combinando algebraicamente la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación con calificaciones previamente establecidas por el sistema (Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009); dado a continuación:

Tabla 4. *Ponderaciones de habilidad*

Habilidad	Código	Descripción
+0.15	A1	Habilísimo
+0.13	A2	Habilísimo
+0.11	BI	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Bueno
+0.03	C2	Bueno
0.00	D	Medio
-0.05	E1	Regular
-0.10	E2	Regular
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Nota. Adaptado del libro Introducción al trabajo

(Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009)

Tabla 5. *Ponderaciones de esfuerzo*

Esfuerzo	Código	Descripción
+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	BI	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Medio
-0.04	E1	Regular
-0.08	E2	Regular
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Nota. Adaptado del libro Introducción al trabajo

(Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009)

Tabla 6. *Ponderaciones de condiciones*

Condiciones	Código	Descripción
+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Medias
-0.03	E	Regulares
-0.07	F	Malas

Nota. Adaptado del libro Introducción al trabajo

(Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009)

Tabla 7. *Ponderaciones de consistencia*

Consistencia	Código	Descripción
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Media
-0.02	E	Regular
-0.04	F	Mala

Nota. Adaptado del libro Introducción al trabajo

(Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009)

Suplementos:

La clasificación de los suplementos es:

Suplementos fijos: Necesidades personales y básicas.

Suplementos variables: Por contingencia, razones de política de la empresa o alguno en especial.

Estos suplementos totales resultan el tiempo básico que se debe de considerar en el contenido de trabajo. (Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009).

Tiempo Normal:

Es el tiempo para ejecutar la actividad (según criterio del observador). Se calcula con la siguiente fórmula, (Kamawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996):

$$TN = TO \times (\text{Factor de valoración})$$

Ecuación 1. Fórmula de tiempo normal

Tiempo estándar:

Según Cardona Londoño Sanz (2007), en su tesis menciona que es el tiempo que se debe considerar óptimo para desarrollar las actividades; tomando en cuenta la calificación del operario y su porcentaje mínimo de tolerancias aceptadas.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$TS = TN *(1+ \%TOL)$$

Ecuación 2. Fórmula del tiempo estándar

Diagrama de flujo del proceso

(Criollo, Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo, 1998)

Las acciones que tienen lugar durante un proceso dado son:

Operación: Representa el cambio de una operación a otra; o simplemente cuando al producto se le añade el valor requerido.

Transporte: Representa el movimiento del producto hacia otra estación de trabajo.

Demora: Representa la espera del producto a ser procesado o inspeccionado.

Almacenaje: Representa el almacenaje ya sea de la materia prima utilizada o del producto final.

Inspección: Consiste en la verificación de los productos; según las especificaciones técnicas o requerimientos de los clientes.

Actividad combinada: es cuando se representa la combinación de dos actividades a la vez; que puede ser por ejemplo una inspección y operación

Diagrama hombre – maquina

Se utiliza para realizar un balance económico del tiempo ocioso para los hombres y máquinas, mostrando por separado el tiempo de operación de la máquina con sus elementos y el tiempo del operario, así como la relación entre las operaciones; convirtiéndose en una representación gráfica de trabajo coordinado entre la máquina y el hombre; describiendo las relaciones de dos o más secuencias simultáneas de actividades para la misma escala de tiempos.

Productividad

La productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados; asimismo se pueden clasificar en una productividad total o parcial; según criterio del analista; donde la productividad total son los recursos obtenidos a precio del consumidor entre todos los costos y gastos asociados y por otro lado la productividad

parcial es según el recurso identificado , (Kamawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996):

La productividad parcial en función de la mano de obra se puede calcular por medio de la siguiente formula:

$$PMO = P/TMO$$

Ecuación 3. Productividad de mano de obra

En la que:

PMO = Producción de mano de obra.

P = Producción total obtenida.

TMO = Tiempo total de mano de obra.

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.

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

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

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

Ecuación 4. Fórmulas balance de línea Heijunka

FILOSOFIA DE LAS 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, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 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.

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

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos de los procesos de producción de botines sobre la productividad en la empresa Calzados Celeste?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos de los procesos de producción de botines sobre la productividad en la empresa Calzados Celeste.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la producción de botines de la empresa Calzados Celeste.
- Diseñar la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines.
- Estimar el incremento de la productividad con la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines.
- Analizar el impacto económico financiera de la propuesta de mejora.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines incrementa la productividad de la empresa Calzados Celeste.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo con el fin que se persigue

Es de tipo aplicada.

De acuerdo con el diseño de investigación Métodos

Es de tipo diagnóstica y propositiva; considerando los procesos de producción de botines de la empresa Calzados Celeste de la ciudad de Trujillo, porque se diagnosticará y realizará una propuesta como un estímulo de mejora en las variables de estudio.

G: O1 → X → O2

Dónde:

G: Empresa Calzados Celeste

O1: Productividad antes de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines.

X: Propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de botines

O2: Productividad después de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

La población en estudio son todos los procesos de producción de los diferentes tipos de calzado para dama como lo son los: botines, sandalias, taco forrado, zapatos de vestir, etc.

Muestra

La muestra en estudio es no probabilística por conveniencia; dado que se considerará los procesos del producto de mayor rentabilidad y producción como lo son los procesos de producción de botines.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En el presente trabajo se aplicarán las siguientes técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de datos:

Tabla 8. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

TÉCNICAS	INSTRUMENTO	INFORMANTES O FUENTES	PRINCIPALES VENTAJAS	PRINCIPALES DESVENTAJAS
Análisis documental	Fichas análisis documentarias (Ver anexo 2)	Fuentes: Informes anuales	Muy objetiva. Puede construir evidencia.	▪ Aplicación limitada a fuentes documentales
Observación de campo	Guía de observación (Ver anexo 3) / Hoja de toma de tiempos (Ver anexo 4)	Informante: Primera persona, el propio investigador	Contacto directo del investigador con la realidad.	▪ Aplicación limitada a aspectos fijos o respectivos
Entrevista	Cuestionario (Ver Anexo 5)	Informante: Trabajadores de la empresa	Recolección de datos considerando los criterios de los trabajadores.	▪ Aplicación limitada al criterio propio del investigador

Nota. Elaboración propia

2.4. Procedimiento

Se consideró las siguientes actividades para la obtención de los datos:

Diseñar los instrumentos: Se diseñó un modelo de ficha de análisis documentarias; guía de observación; hoja de toma de tiempos; hoja de registros de datos y cuestionario.

Ejecución de los instrumentos: Se procedió a realizar un análisis de los datos históricos de la empresa; para luego analizar la realidad actual mediante una hoja de observación de tal modo que se recoja los criterios más importantes para entrevistar al personal disponible del área y de esta manera determinar los puntos relevantes que deberán ser medidos mediante las hojas de tiempos.

Procesar los datos obtenidos: Los datos obtenidos serán procesados en un documento Excel o programas como SPSS o MINITAB.

Analizar los datos: Los resultados obtenidos serán analizados midiendo el impacto de las propuestas de mejora con respecto a la metodología actual.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico actual de los procesos de producción de botines

Para el diagnóstico inicial de la productividad, primero se describió los procesos generales que intervienen en la realización del calzado; de modo tal que puedan ser analizados y medidos en tiempos. A continuación, se evidencia la descripción de los procesos y registros generales del área de producción.

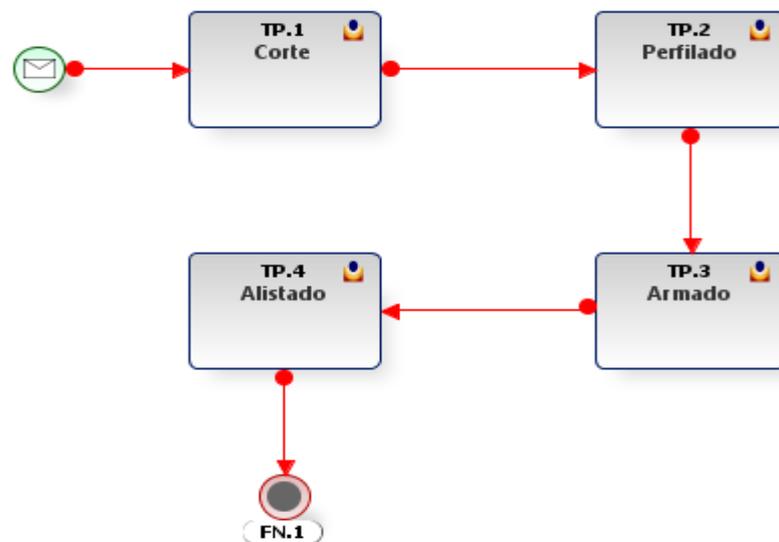


Figura 6. Proceso general del área de producción de la empresa Calzado Celeste en la ciudad de Trujillo

Corte: Previamente a este proceso; se requiere del abastecimiento inmediato de los materiales según el tipo de producto a realizar; para luego colocar todas las plantillas y moldes prediseñados para la ejecución de las actividades.

Perfilado: Todas las piezas cortadas son unidas y cocidas de acuerdo con el diseño predefinido por el cliente.

Armado: Todos los moldes son unidos con la planta para el respectivo calzado del modelo elegido por el cliente.

Alistado: Se realiza el acabado y empacado final de los zapatos para su respectivo almacenamiento y distribución al cliente.

En las siguientes tablas se realizó los diferentes diagramas de análisis de procesos por cada uno de los que intervienen en la realización de los botines para dama:

Tabla 9. Diagrama análisis del proceso de corte

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO					Elaborado por:	Billy Polo			
Proceso: Corte					Fecha:	07/11/2019			
Símbolos					Cantidad:	1 Par			
Datos					Producto:	Botín para dama			
No	Descripción						Tiempo(seg)	Distancia (m)	Observaciones
1	Búsqueda y abastecimiento de MP	X					223	2.8	Demora en la búsqueda de MP
2	Colocar plancha de la falsa sobre la mesa	X					27		
3	Colocar moldes sobre la falsa	X					32		
4	Marcado de falsa	X					16		
5	Inspección del marcado			X			5		
6	Corte de las piezas	X					15		
7	Colocar cuero castor sobre la mesa	X					21		
8	Colocar moldes sobre el cuero	X					16		
9	Marcado del cuero	X					96		
10	Inspección del marcado			X			5		
11	Corte de piezas	X					142		Distracción con su compañero
12	Colocar peluche sobre la mesa	X					18		
13	Marcado del peluche	X					13		
14	Inspección del marcado			X			5		
15	Corte de las piezas	X					23		
16	Colocar el polar sobre la mesa	X					38		

17	Colocar los moldes del polar	X		42
18	Medición del polar	X		19
19	Inspección del mercado		X	5
20	Corte de las piezas	X		26
21	Colocar MP de plantillas sobre la mesa	X		36
22	Colocar moldes de las plantillas	X		6
23	Marcado de las plantillas	X		18
24	Inspección del mercado		X	5
25	Corte de piezas	X		38

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10. *Resumen del proceso de corte.*

DESCRIPCIÓN	DATOS
Operación	19
Transporte	1
Inspección	5
Almacenamiento	0
Demora	0
Tiempo productivo	11.12 min
% Actividades productivas	74.94%
% Actividades improductivas	25.06%
No de operarios	2
Tiempo de ciclo	14.83 min

Nota. La eficiencia de tiempo útil es de 61%.

Tabla 11. Diagrama análisis del proceso de perfilado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO				Elaborado por:	Billy Polo			
				Fecha:	07/11/2019			
				Cantidad:	1 Par			
				Producto:	Botín para dama			
No	Descripción	Proceso: Perfilado		Datos		Observaciones		
		Símbolos		Tiempo(seg)	Distancia (m)			
								
1	Abastecer y ordenar las piezas del área de corte	X				129	2	Distracción
2	Poner pegamento jebe en el filo derecho de la pieza delantera	X				13		
3	Unir pieza delantera y lateral derecho	X				26		
4	Secado de pegamento				X	7		
5	Cocer pieza lateral derecho y delantera	X				49		
6	Verificación de la costura		X			9		
7	Poner pegamento en el filo izquierdo de la pieza delantera	X				11		
8	Unir pieza delantera y lateral izquierdo	X				37		
9	Secado de pegamento				X	7		
10	Cocer pieza delantera y lateral izquierdo	X				39		
11	Inspección de la unión		X			5		
12	Poner jebe en el filo izquierdo de la pieza trasera	X				14		
13	Unir pieza trasera y lateral izquierdo	X				32		
14	Secado de pegamento				X	7		

15	Cocer pieza trasera con el lateral izquierdo	X		43	
16	Inspección de la unión		X	5	
17	Poner pegamento a los cierres	X		14	
18	Fijar cierres	X		6	
19	Poner jebe sobre la lona delgada	X		64	
20	Unir lona con laterales izquierdo y derecho	X		45	
21	Secado de pegamento			20	X
22	Inspección de la unión		X	7	
23	Poner pegamento jebe en los filos del polar	X		22	
24	Unir polar con los laterales interiores	X		43	
25	Poner pegamento en la pieza extra	X		29	Demora en la búsqueda
26	Poner pegamento en la pieza lateral izquierdo	X		25	
27	Unir pieza extra con lateral izquierdo	X		47	
28	Cocer punteadas en la pieza extra	X		53	Demora en la búsqueda
29	Poner hojalillos	X		58	
30	Poner hebilla	X		19	
31	Poner pegamento jebe en el borde superior del zapato	X		13	
32	Poner a la pieza de peluche	X		24	
33	Traslado hacia el área de armado		X	6	1.5

Nota. Elaboración propia

“Propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines para incrementar la productividad de la empresa Calzados Celeste”

Tabla 12. *Resumen del proceso de perfilado*

DESCRIPCIÓN	DATOS
Operación	23
Transporte	2
Inspección	4
Almacenamiento	0
Demora	4
Tiempo productivo	12.53 min
% Actividades productivas	81%
% Actividades improductivas	19%
No de operarios	2
Tiempo de ciclo	15.47 min

Nota. La eficiencia del tiempo útil es de 81%.

Tabla 13. *Diagrama análisis del proceso de armado*

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO				Elaborado por:	Billy Polo		
Proceso: Armado				Fecha:	07/11/2019		
				Cantidad:	1 Par		
				Producto:	Botín		
No	Descripción	Símbolos			Datos		Observaciones
							
1	Poner pegamento sobre la falsa	X				12	
2	Unir la falsa y la horma	X				8	
3	Almacenar hornas			X		3	
4	Poner pegamento punti en lona gruesa	X				7	

5	Unir lona gruesa y pieza delantera	X		67		
6	Verificar la unión		X	15		
7	Poner pegamento punti en la lona delgada	X		6		
8	Unir lona delgada y pieza delantera	X		51		
9	Secado del pegamento		X	4		
10	Poner pegamento sobre la lona delgada y bordes	X		14		
11	Unir interior de la pieza delantera y polar	X		34		
12	Verificar y recortar partes sobrantes	X		138		
13	Poner pegamento en los bordes inferiores de la falsa	X		12		
14	Pegar bordes inferiores del modelo y la falsa	X		347		
15	Verificar unión de las partes		X	40		
16	Abastecimiento de las plantas		X	53	2.5 m	Demora en la búsqueda
17	Limpiar impurezas sobre la planta	X		74		
18	Poner PVC en la planta	X		12		
19	Poner Planta en el horno	X		40		
20	Poner PVC en la parte inferior del cuero	X		10		
21	Adherir reactivador para el PVC	X		15		
22	Unir planta y el cuero del calzado	X		85		
23	Verificar y cortar imperfecciones de la planta	X		138		
24	Retirar horma de la planta	X		67		
25	Traslado hacia el alistado		X	34		

Nota. Elaboración Propia

“Propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines para incrementar la productividad de la empresa Calzados Celeste”

Tabla 14. Resumen del proceso de armado

DESCRIPCIÓN	DATOS
Operación	19
Transporte	2
Inspección	2
Almacenamiento	2
Demora	0
Tiempo productivo	19.87 min
% Actividades productivas	93%
% Actividades improductivas	7%
No de operarios	3
Tiempo de ciclo	21.43 min

Nota. La eficiencia de tiempo útil es del 90%

Tabla 15. Diagrama del análisis del proceso de alistado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO				Elaborado por:	Billy Polo
Proceso: Alistado				Fecha:	07/11/2019
Símbolos				Cantidad:	1 Par
Datos				Producto:	Botín
No	Descripción	    	Tiempo(seg)	Distancia (m)	Observaciones
1	Arman caja de los botines	X	26		
2	Verificación de la estabilidad de la caja	X	5		
3	Remarcan con plumón los bordes del botín	X	86		

4	Limpian el cuero con cepillo	X		74	
5	Inspeccionan las imperfecciones del zapato		X	5	
6	Repasan con bencina sobre partes con pegamento		X	124	Conversa con compañero
7	Codifican el par de botines	X		57	
8	Alistado del par de zapatos en su caja prediseñada	X		12	
9	Almacenar producto terminado.		X	7	2

Nota. Elaboración Propia

Tabla 16. *Resumen del proceso de alistado*

DESCRIPCIÓN	DATOS
Operación	5
Transporte	1
Inspección	3
Almacenamiento	0
Demora	0
Tiempo productivo	6.48 min
% Actividades productivas	98%
% Actividades improductivas	2%
No de operarios	1
Tiempo de ciclo	6.6 min

Nota. La eficiencia del tiempo útil es del 98%

Por lo tanto, el tiempo de ciclo total de la producción de botines para dama es de 28.89 minutos. Además, también se analizó en la siguiente figura la distribución de planta actual para analizar cómo se distribuyen las actividades y medir en tiempos el flujo de recorrido de los materiales que se utilizan en producción

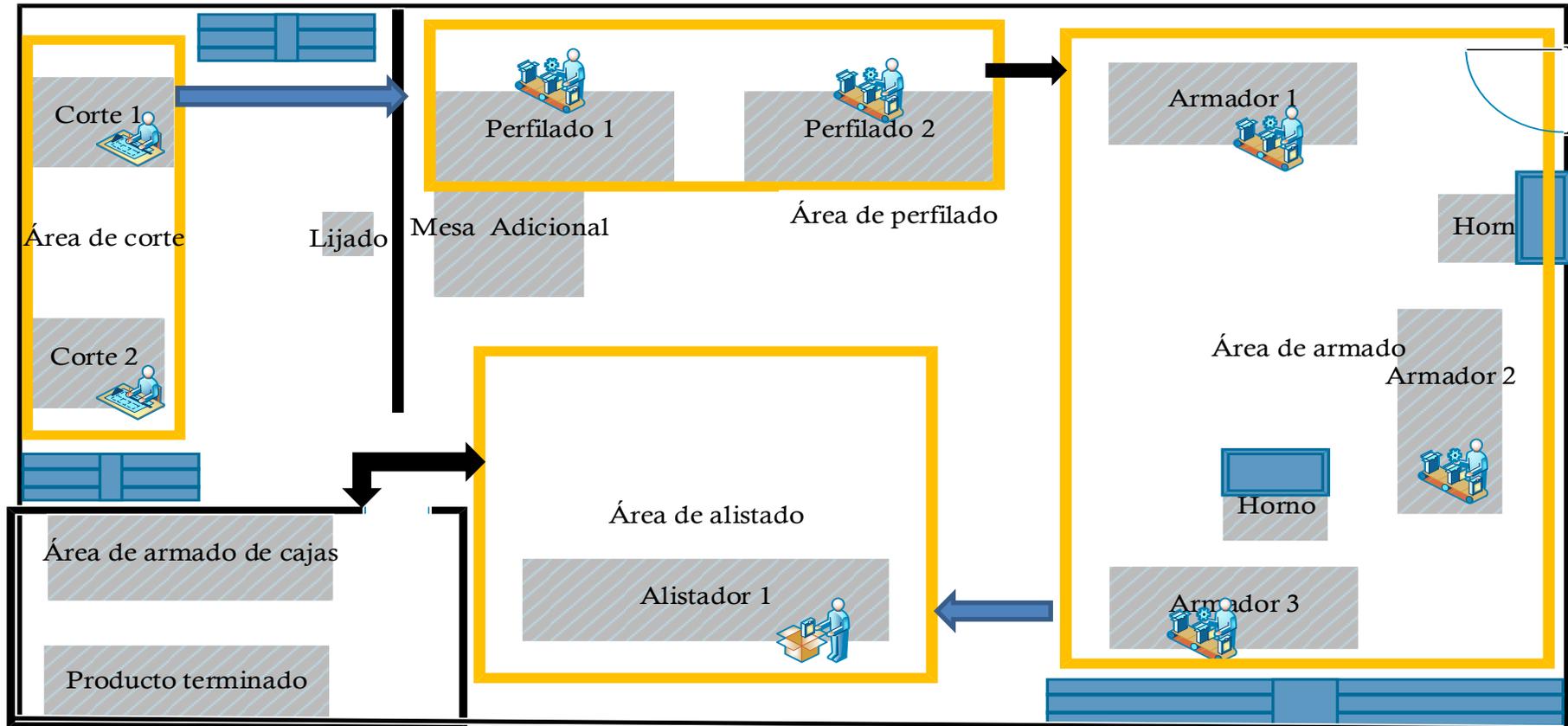


Figura 7. Flujo de los materiales del área de producción.

Los botines se realizan bajo el enfoque de un sistema por lotes de producción; dado que la mayoría de los fabricantes de calzado trabajan de acuerdo a las estaciones del año o pedidos de los clientes; es por esta razón que la orientación de las plantas de calzado son híbridas dado que se agrupan las áreas en función de las actividades que se ejecutan y el producto tiene una secuencia continua desde el corte de la materia prima hasta el alistado del producto final. Sin embargo, muchas veces la disposición y ordenamiento de espacio físico es ineficiente para mantener el flujo continuo de producción esperado; reflejándose en los retrasos de entrega y en consecuencia pagan horas extras o contratar más personal para poder cumplir con las expectativas de los clientes. En este caso, se puede evidenciar que no existe una distribución de actividades óptima por lo que los lotes de producción son distribuidos de acuerdo con el avance de los operarios que se encuentran en cada área; esta forma de trabajo no estandarizada ocasiona elevada cantidad de material en proceso o tiempo ocioso por parte de los operarios. A continuación, se describió el análisis de los tiempos y distancias estimadas que son recorridas conforme a la distribución actual:

Tabla 17. *Tiempo registrado del flujo de materiales con la distribución actual.*

Origen	Destino	Distancia (cm)	Tiempo (seg)
Almacén 1	Corte 1	2800	195
Almacén 1	Corte 2	2800	195
Corte 1	Perfilador 1	330	8
Corte 1	Perfilador 2	330	8
Corte 2	Perfilador 1	270	6
Corte 2	Perfilador 2	270	6
Perfilador 1	Armador 1	230	5
Perfilador 1	Armador 2	280	7
Perfilador 1	Armador 3	220	5
Perfilador 2	Armador 1	70	2
Perfilador 2	Armador 2	180	4
Perfilador 2	Armador 3	160	3
Armador 1	Alistador 1	290	7
Armador 2	Alistador 1	310	8
Armador 3	Alistador 1	130	3
Armado de cajas	Alistador 1	230	5
Alistador 1	Almacén 2	270	7

Nota. El tiempo total del flujo de materiales es de 474 segundos

Por otro lado, se calculó el tiempo del indicador global de eficiencia de los hornos de producción para diagnosticar el nivel de funcionalidad de estos mismos en el apoyo de las actividades de los operarios porque son aquellas máquinas en donde se puede observar que no se aprovecha su capacidad al máximo, cabe resaltar que los datos fueron tomados de acuerdo con la demanda estándar de 6 docenas diarias de la empresa. En la siguiente tabla se describen los cálculos de la eficiencia global (OEE):

Tabla 18. *Indicador OEE para los hornos eléctricos de la empresa Calzados Celeste*

Máquina	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	TD min	TO min	Producción prevista	Producción real	Defectos	OEE
Horno Antiguo	100%	100.00%	86.11%	480	480	72	72	10	86.11%
Horno nuevo	0%	0%	0%	480	0	0	0	0	0%
Perfilador 1	100%	100%	72.22%	480	480	72	72	20	72.22%
Perfilador 2	100%	100%	83.33%	480	480	72	72	15	83.33%
Esmeril	100%	100%	100%	480	480	72	72	0	100%

Nota. El indicador global de eficiencia de las máquinas para el horno antiguo es del 86.11% y para el horno nuevo es del 0%.

De la tabla anterior es evidente que los defectos y el uso de la máquina son relevantes para mejorar la eficiencia global de las máquinas por lo que se pretende realizar un estudio más específico; utilizando las herramientas del mantenimiento total productivo.

Identificación de las causas raíz del principal problema de la baja productividad

Para analizar las causas raíz del principal problema de la baja productividad, se realizó un Diagrama Ishikawa bajo en el enfoque de metodología 6 M; de forma tal que se pueda determinar en un contexto probable las razones por la que la empresa Calzados Celeste no puede incrementar su productividad.

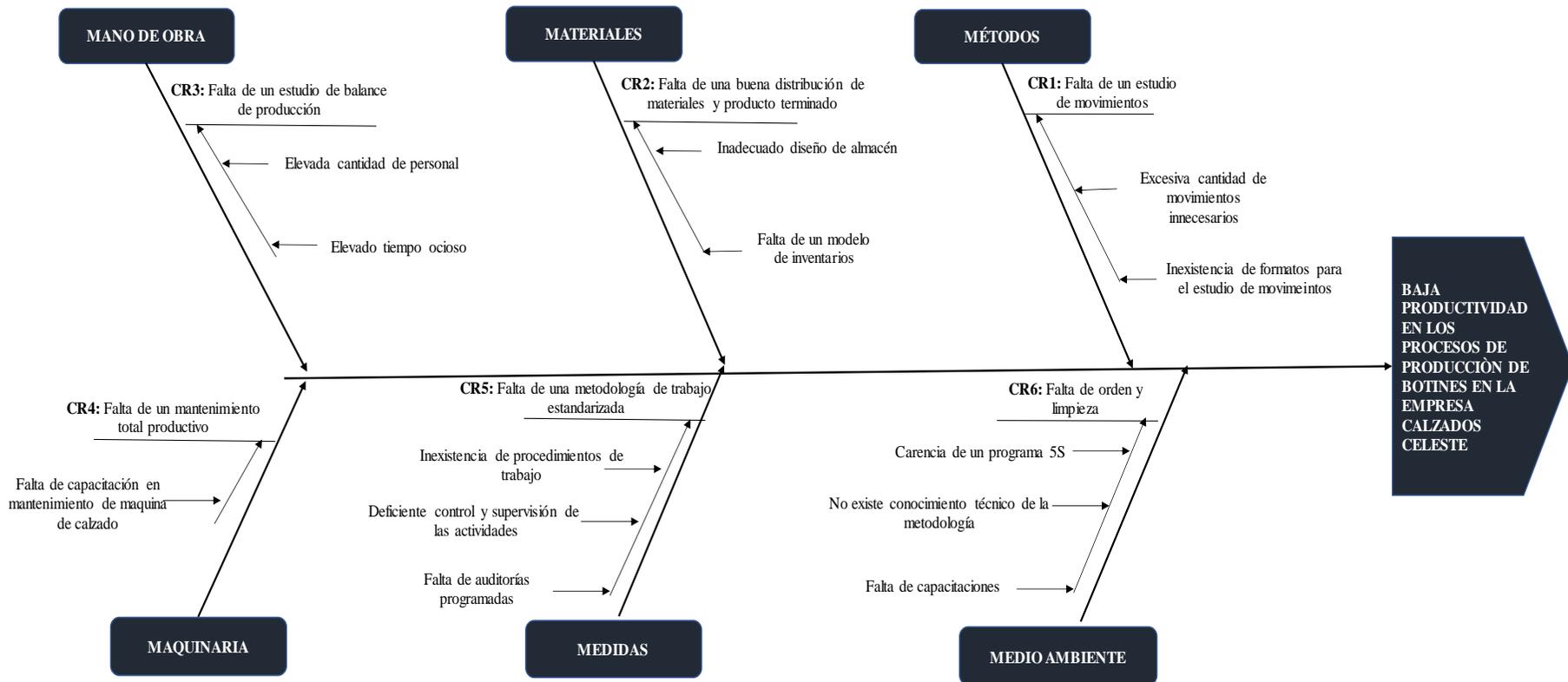


Figura 8. Diagrama Ishikawa de la baja productividad de la empresa Calzados Celeste.

Luego, se procedió a encuestar a los principales trabajadores del área de producción sobre las causas raíz que generan mayor impacto en la productividad con el formato del Anexo 5, analizándolos con un enfoque semicuantitativo (Ver tabla 19) y de esta manera determinar las razones que generan el 80% de problemas en la variable de estudio (Ver tabla 20).

Tabla 19. Resultados de los encuestados del área de producción

ENCUESTADOS	PUNTAJES DE LAS CAUSAS RAÍZ					
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
Jefe del área de corte	4	2	5	4	2	5
Jefe del área de perfilado	5	3	3	4	3	4
Jefe del área de armado	5	2	5	3	4	5
Jefe del área de alistado	5	3	5	4	1	5
Gerente General	5	3	4	3	2	4
TOTAL	24	13	22	18	12	23

Nota. Elaboración propia

Tabla 20. Análisis Pareto de las causas raíz

CR	FRECUENCIA DE PRIORIZACIÓN	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA ACUMULADA	LÍMITE PARETO
CR1	24	24	21%	80%
CR6	23	47	42%	80%
CR3	22	69	62%	80%
CR4	18	87	78%	80%
CR2	13	100	89%	80%
CR5	12	112	100%	80%

Nota. Son 7 causas raíz que se consideran críticas.

Por último, se analizó el perfil de las causas importantes para el sistema y se diseñó el plan de acción para la mejora de estas mismas:

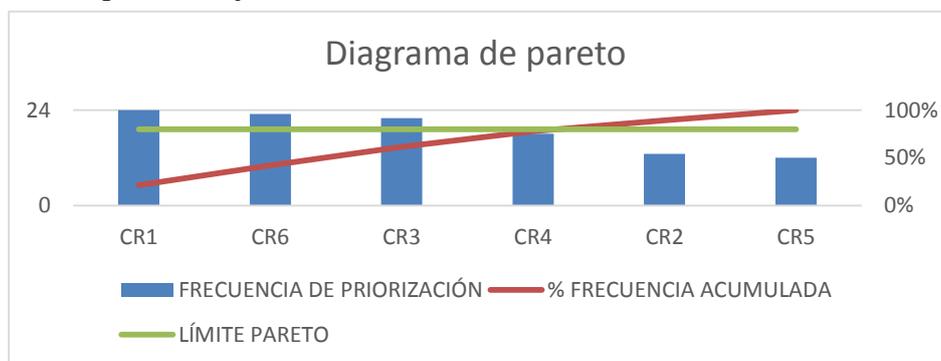


Figura 9. Perfil del Diagrama de Pareto de las causas raíz

El 20% de las causas que provocan el 80% de los problemas son: CR1, CR3, CR4 y CR6.

En la siguiente tabla se describió las propuestas de mejora:

Tabla 21. *Propuesta de mejora para las causas raíz críticas identificadas.*

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ	PROPUESTA
CR1	Falta de un estudio de movimientos	Análisis de la metodología de trabajo mediante el diagrama bimanual
CR3	Falta de un estudio de balance de producción	Determinación del tiempo estándar y análisis de balance de producción mediante la herramienta HEIJUNKA y KANBAN
CR6	Falta de orden y limpieza	Aplicación de 5S
CR4	Falta de un mantenimiento total productivo	Diseño de un mantenimiento predictivo.

Nota. Elaboración propia

Asimismo; se cuantifico cada causa raíz en las siguientes tablas para evidenciar la pérdida actual estimada anualmente; con la finalidad de evidenciar la variación o impacto de las propuestas de mejora.

Falta de un estudio de movimientos

Se analizó el registro de estudio de movimientos con la metodología actual trabajada; considerando los movimientos deficientes y forma de trabajo desorganizada solo con un sustento empírico. A continuación, se describe los tiempos asociados por proceso considerando la elaboración de un par de zapato:

Tabla 22. *Pérdida por deficientes movimientos de los operarios durante la operación.*

Proceso	Tiempo de ciclo	Demanda Promedio Mensual	Costo MO (S/min)	Costo total de MO	% Ineficiente estimado	Pérdida estimada mensual	Pérdida estimada Anual
Corte	7.42	1800	S/0.08	S/1736.28	10%	S/173.628	S/2083.53
Perfilado	7.73	1800	S/0.08	S/1808.82	10%	S/180.882	S/2170.58
Armado	7.14	1800	S/0.08	S/1670.76	10%	S/167.076	S/2004.91
Alistado	6.60	1800	S/0.08	S/1544.40	10%	S/154.440	S/1853.28

Nota. La pérdida anual considerando que solo el 90% del tiempo es óptimo es por 8112.31 soles.

Falta de un estudio de balance de producción

El desbalance de producción genera que se contrate más personal de lo necesitado en el área, provocando que varios de los operarios tengas paradas no planificadas que se

traducen en un tiempo ocioso o no productivo, es por ello por lo que se consideró las paradas no planificadas de los operarios, registrados por observación en un periodo de tiempo.

Tabla 23. *Pérdida anual por desbalance de producción.*

Operario	N.º Paradas	Tiempo (min)/parada	Costo MO(s/min)	Perdida Diaria	Pérdida Anual
1	18	1.5	S/.0.08	S/.2.16	S/648.00
2	32	1.5	S/.0.08	S/.3.84	S/1152.00
3	10	1.5	S/.0.08	S/.1.20	S/360.00
4	16	1.5	S/.0.08	S/.1.92	S/576.00
5	21	1.5	S/.0.08	S/.2.52	S/756.00
6	23	1.5	S/.0.08	S/.2.76	S/828.00
7	19	1.5	S/.0.08	S/.2.28	S/684.00
8	22	1.5	S/.0.08	S/.2.64	S/792.00
9	27	1.5	S/.0.08	S/.3.24	S/972.00
10	18	1.5	S/.0.08	S/.2.16	S/648.00
Total					S/7416.00

Nota. Se estima una pérdida anual por desbalance de producción de 7416.00 soles

Falta de un estudio de un mantenimiento total productivo

En el área de producción solo existen las máquinas perfiladoras y hornos para calentar el pegamento, según el registro histórico el horno antiguo es el que se utiliza con mayor frecuencia a comparación del horno nuevo; sin embargo, es el que presenta más fallas por lo que en el año se gastó 768 soles en la reparación sólo de ese horno y/o recursos afectados durante los incidentes.

Tabla 24. *Pérdida anual por paradas no planificadas de maquinaria.*

Máquina	No Paradas	Pérdida anual
Horno 1	29	S/768.00
Horno 2	2	S/172.80
Perfiladora 1	5	S/24.00
Perfiladora 2	6	S/28.80

Nota. La pérdida estimada anual es de 993.6 soles

Falta de orden y limpieza

La falta de orden y limpieza genera la mala distribución de los materiales y/o pérdida de la calidad de estos mismos; consecuentemente se convierten en mermas cuantificadas monetariamente que perjudican el margen de contribución esperado en el resultado anual.

A continuación, se registra la pérdida estimada por una producción de 5400 aproximadamente pares de zapatos en un trimestre:

Tabla 25. *Merms trimestrales de la materia prima principal del calzado.*

Materia prima	Merms	Unidades	Costo unit	Pérdida	Pérdida anual
Cuero castor	3	m	S/15.0	S/45.00	S/180.00
Peluche	1	m	S/18.0	S/18.00	S/.72.00
Polar	0.5	m	S/8.50	S/4.25	S/.17.00
Pegamento	0.6	L	S/9.43	S/5.66	S/.22.64
Jebe	0.8	L	S/5.00	S/4.00	S/16.00
Lona delgada	0.9	m	S/4.50	S/4.05	S/.16.20
Lona gruesa	0.4	m	S/5.50	S/2.20	S/.8.80
Hebilla	0.5	Docenas	S/7.50	S/3.75	S/.15.00
Hojalillos	12	u	S/0.01	S/0.07	S/0.28
Hilo	0.5	Cono	S/6.50	S/3.25	S/.13.00
Cierre	2.5	m	S/1.00	S/2.50	S/.10.00
Llaves	3.5	Pares	S/0.46	S/1.60	S/.6.4
Punti	0.7	L	S/11.00	S/7.70	S/.30.8
PVC	0.84	L	S/18.50	S/15.54	S/.62.16
Limpiador de planta	0.3	L	S/18.00	S/5.40	S/.21.40
Cartón	1.2	m	S/10.00	S/12.00	S/48.00
Plumones	3	u	S/2.00	S/6.00	S/72.00
Tinte	0.2	L	S/18.00	S/3.60	S/14.40
Crema Box	100	ml	S/2.60	S/2.60	S/10.4
Bencina	0.3	L	S/5.00	S/1.50	S/6.00
TOTAL					S/642.80

Nota. Se estima una pérdida de 642.48 soles anuales por la deficiente gestión en el orden y limpieza del área.

Por lo tanto; se estima una pérdida anual de 17164.39 soles considerando los principales problemas asociados al área de producción. A continuación, se detalló la matriz de variables e indicadores por cada causa raíz:

Tabla 26. *Matriz de indicadores*

Causa Raíz	Descripción	Indicadores	Fórmula	Valor actual	Valor meta	Herramienta
Falta de un estudio de movimientos.	Tiempo consumido por cada una de las actividades.	X1: Tiempo de las actividades.	$= \sum \text{Tiempos de las tareas elementales}$	Corte: 890 seg. Perfilado: 928 seg. Armado: 1286 seg. Alistado: 396 seg.	Corte: 698 seg. Perfilado: 688 seg. Armado: 1126 seg. Alistado: 379 seg.	- Diagrama Bimanual.
Falta de un estudio de balance de producción.	Equilibrio de la línea de producción.	X2: Balance de línea.	$\text{Tiempo estándar} = \text{TN} / (1 - \%S)$	Corte: 8.57 min Perfilado: 8.74 min Armado: 7.77 min Alistado: 7.10 min	Corte: 6.44 min Perfilado: 5.35 min Armado: 6.36 min Alistado: 6.09 min	- Balance de línea. - Tiempo estándar.
Falta de orden y limpieza.	Perdida monetaria respecto a las mermas de materia prima.	X3: Costo de mermas de materia prima.	$CM = \sum_i^n PV * \text{Cantidad de merma}$	S/642.00	S/.128.50	- Aplicación Kanban - Metodología 5S.
Falta de un estudio de mantenimiento predictivo.	Indicador global para la eficiencia global de las máquinas.	X4: Eficiencia global de las máquinas.	$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$	Horno Nuevo: 0% Horno Antigo: 86.11% Perfilador 1: 72.22% Perfilador 2: 83.33% Esmeril: 100%	Horno Nuevo: 100% Horno Antigo: 100% Perfilador 1: 100% Perfilador 2: 100% Esmeril: 100%	- Mantenimiento predictivo y costos de fallas.
Deficiente productividad.	Producción obtenida entre el recurso utilizado de mano de obra.	X5: Productividad de mano de obra.	$P = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo} * n^{\circ} \text{ de operarios}}$	0.86	1.113	- Simulación de la productividad.

Nota. Elaboración propia

3.2 Propuesta de mejora de tiempos y movimientos

Para la mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines, se desarrollaron las siguientes propuestas:

3.2.1 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos se realizó basándose en la observación de las actividades actuales (Ver Anexo 6) para la fabricación de calzado, mediante el análisis del diagrama bimanual con el objetivo de redistribuir las tareas elementales ejecutadas por la mano derecha e izquierda y eliminar aquellas que no agregan valor en la operación. A continuación, se detalla el análisis de cada subproceso:

Corte:

El resumen del análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 7) del proceso de corte es el siguiente:

Tabla 27. *Therblig eficientes actuales del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Mover	M	13	63	8	38
Sujetar o tomar	G	22	103	6	20
Liberar	RL	3	7	6	22
Utilizar	U	19	340	30	422
TOTAL		57	513	50	502

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 28. *Therblig deficientes actuales del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	12	239	9	196
Seleccionar	SE	2	21	7	42
Posicionar	P	5	22	8	49
Inspeccionar	I	4	25	4	25
Retraso evitable	AD	14	70	16	76
TOTAL		37	377	44	388

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de corte se identificaron que el 42.36% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 43.59% aproximado con la mano izquierda.

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

Tabla 29. *Identificación de problemas y propuestas de solución*

Problema	Propuesta
Elevado tiempo de búsqueda de los materiales y moldes para el corte.	Los moldes deben de codificarse según la estación del año y modelo. Asimismo, los materiales deberán ser almacenados de forma tal que su rotación permita agilizar el proceso de corte.
Los materiales se posicionan en cualquier parte del área de trabajo, luego de ser utilizados.	Se debe diseñar la ubicación de cada uno de los materiales en el almacén de primer nivel y en el almacenamiento de transición en el área de corte.
La sujeción sólo se realiza con una mano y la otra mano no realiza ninguna actividad.	Se debe sujetar el material y herramienta con la mano que se va ejecutar y al mismo tiempo la mano desocupada debe realizar alguna actividad paralela o mejorar la precisión para en la ejecución de la actividad.
Elevado tiempo de búsqueda o perdidas continuas de los lapiceros o chavetas	Las herramientas de uso continuo como el lapicero y las chavetas deben estar ubicadas en un lugar en específico para su fácil identificación.
Elevado tiempo de verificaciones de los moldes.	Se debe diseñar los moldes en madera delgada con la finalidad de mejorar la precisión del marcado.
Los moldes se posicionan en cualquier parte del área de corte.	Se debe diseñar un separador de moldes según el modelo y estación del año, codificados correctamente para su fácil identificación.
Elevado tiempo de marcado del cuero.	Cuando se realiza el marcado, con la mano derecha se debe tomar el lapicero para marcar y con la izquierda se debe ejercer el molde.

Nota. Las observaciones se realizaron en el trabajador de mayor experiencia.

Luego de analizar las propuestas para la reducción de los movimientos ineficientes o excesivos, se procedió a eliminarlos con el objetivo de evaluar el impacto en los tiempos de las actividades; registrando de esta manera un diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 8) con nuevos tiempos asignados y con una redistribución de actividades entre la mano derecha e izquierda. Asimismo, los tiempos que fueron considerados son en función de la medición de tiempos de las tareas de la mano derecha e izquierda ejecutadas actualmente. A continuación; se evidencia un resumen de los nuevos tiempos que fueron asignados:

Tabla 30. *Therblig eficientes propuestos del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	12	126	8	82
Mover	M	9	41	7	29
Sujetar o tomar	G	21	100	6	19
Liberar	RL	4	10	7	25
Preposicionar	PP	4	32	10	72
Utilizar	U	20	353	37	467
TOTAL		70	662	75	694

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 31. *Therblig deficientes propuestos del proceso de corte*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Parar	H	6	36	0	0
Retraso Inevitable	AD	0	0	1	4
TOTAL		6	36	1	4

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de corte se identificaron que el 5% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 0.5% aproximado con la mano izquierda.

Los tiempos estimados del proceso de corte se optimizaron a 698 segundos; lo que representa una reducción de 21.57 % de movimientos ineficientes o excesivos que no agregan valor a la operación.

Perfilado:

El resumen del análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 9) del proceso de perfilado es el siguiente:

Tabla 32. *Therblig eficientes del proceso actual 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	125
Liberar	RL	1	3	1	3
Utilizar	U	25	409	8	131
TOTAL		39	466	23	276

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 33. *Therblig deficientes del proceso actual de perfilado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	16	359	9	194
Seleccionar	SE	1	8	4	23
Posicionar	P	3	19	0	0
Inspeccionar	I	5	31	4	26
Parar	H	8	45	32	409
TOTAL		33	462	49	652

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de perfilado se identificaron que el 50% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 70% aproximado con la mano izquierda.

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

Tabla 34. *Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de perfilado*

Problema	Propuesta
Elevado tiempo de espera de las piezas cortadas.	Se codificar y definir un espacio para el almacenamiento ordenado de las piezas cortadas.
Elevado tiempo para la colocación del pegamento.	Cuando se coloque el pegamento en una pieza, el pegamento debe de estar en un lugar fijo para que con una mano se sostenga la pieza y con la otra al mismo se unte el pegamento y luego aplicar en la zona donde se va cocer.
Elevado tiempo para la identificación del tipo de pegamento.	Todos los tipos de pegamento deben de estar codificados sobre su envase para su fácil identificación y distinción.
Los operarios se distraen fácilmente.	Cada uno de los trabajadores deben de ser medidos por objetivos de avance; según el tiempo estándar calculado previamente.
Existen movimientos excesivos por intercambio de materiales o herramientas entre las manos.	Cuando se ejecute una actividad, se debe seleccionar el material o herramienta con la mano que se va ejecutar y con la otra mano se debe sujetar los materiales donde se va aplicar la ejecución o presionar para mejorar la precisión de la actividad.
Demora en la búsqueda de los accesorios	Se debe definir un espacio para el almacenamiento de los accesorios para un periodo de producción

Nota. Las observaciones se realizaron en el trabajador de mayor experiencia.

Luego de analizar las propuestas para la reducción de los movimientos ineficientes o excesivos, se procedió a eliminarlos con el objetivo de evaluar el impacto en los tiempos de las actividades; registrando de esta manera un diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 10) con nuevos tiempos asignados y con una redistribución de actividades entre la mano derecha

e izquierda. Asimismo, los tiempos que fueron considerados son en función de la medición de tiempos de las tareas de la mano derecha e izquierda ejecutadas actualmente. A continuación; se evidencia un resumen de los nuevos tiempos que fueron asignados:

Tabla 35. *Therblig eficientes del proceso propuesto de perfilado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	14	166	10	119
Mover	M	5	22	4	17
Sujetar o tomar	G	10	54	13	75
Liberar	RL	1	3	1	3
Preposicionar	PP	2	12	0	0
Utilizar	U	26	415	27	424
TOTAL		58	672	55	638

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 36. *Therblig deficientes del proceso propuesto de perfilado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Inspeccionar	I	3	16	3	16
Descanso	R	0	0	3	34
TOTAL		3	16	6	50

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de corte se identificaron que el 2% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 7% aproximado con la mano izquierda.

Los tiempos estimados del proceso de perfilado se optimizaron a 688 segundos; lo que representa una reducción de 25.86 % de movimientos ineficientes o excesivos que no agregan valor a la operación.

Armado:

El resumen del análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 11) del proceso de perfilado es el siguiente:

Tabla 37. *Therblig eficientes del proceso actual 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 38. *Therblig deficientes del proceso actual de armado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Buscar	S	8	113	7	134
Posicionar	P	3	16	0	0
Inspeccionar	I	2	45	0	0
Parar	H	7	108	30	569
TOTAL		20	282	37	703

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de perfilado se identificaron que el 22% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 55% aproximado con la mano izquierda.

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

Tabla 39. *Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de armado*

Problema	Propuesta
Elevado tiempo de búsqueda del pegamento.	Todos los tipos de pegamentos se deben de codificar sobre el envase y marcar los que ya se utilizaron para conservar el criterio FIFO
Elevado tiempo de colocación del pegamento en la falsa.	El pegamento debe de estar en posición fija, luego con la mano izquierda se debe sujetar la falsa y la mano derecha en paralelo debe de untar en el pegamento para aplicar a la falsa.
Todos los pegamentos que se utilizan están dispersos por toda el área.	Se debe diseñar un espacio para el almacenamiento de los pegamentos en transición.
Elevado tiempo de búsqueda de las hormas; según el lote de producción	Todas las hormas deben de estar codificadas por tallas y enumeradas en su anaquel, asimismo deberán estar registradas en una lista con una codificación según el modelo y estación del año.
Falta de presión en la unión de piezas con el pegamento.	Cada vez que se une las piezas con el pegamento se debe ejercer presión con una pequeña tablita para mejorar la precisión.
El personal se distrae o tiene tiempo improductivo mientras espera que termine de calentar el horno.	Los tiempos improductivos deben ser reemplazados por el cierre de los pegamentos o alistar la siguiente planta a ser calentada; según sea el caso.

Nota. Las observaciones se realizaron en el trabajador de mayor experiencia.

Luego de analizar las propuestas para la reducción de los movimientos ineficientes o excesivos, se procedió a eliminarlos con el objetivo de evaluar el impacto en los tiempos de las actividades; registrando de esta manera un diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 12)

con nuevos tiempos asignados y con una redistribución de actividades entre la mano derecha e izquierda. Asimismo, los tiempos que fueron considerados son en función de la medición de tiempos de las tareas de la mano derecha e izquierda ejecutadas actualmente. A continuación; se evidencia un resumen de los nuevos tiempos que fueron asignados:

Tabla 40. *Therblig eficientes del proceso propuesto de armado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Alcanzar	RE	4	46	2	32
Mover	M	3	21	1	6
Sujetar o tomar	G	9	42	11	114
Liberar	RL	2	6	0	0
Preposicionar	PP	3	16	0	0
Utilizar	U	18	942	27	931
TOTAL		39	1073	41	1083

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 41. *Therblig eficientes del proceso propuesto de armado.*

THERBLIG	SIMBOLO	MANO DERECHA		MANO IZQUIERDA	
		CANTIDAD	TIEMPO	CANTIDAD	TIEMPO
Inspeccionar	I	2	45	1	40
Parar	H	1	5	0	0
TOTAL		3	50	1	40

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de corte se identificaron que el 5% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 4% aproximado con la mano izquierda.

Los tiempos estimados del proceso de perfilado se optimizaron a 1123 segundos; lo que representa una reducción de 12.67 % de movimientos ineficientes o excesivos que no agregan valor a la operación.

Alistado:

El resumen del análisis del diagrama bimanual actual (Ver anexo 13) del proceso de perfilado es el siguiente:

Tabla 42. *Therblig eficientes del proceso actual 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 43. *Therblig deficientes del proceso actual 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		6	70	16	189

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de perfilado se identificaron que el 18% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 48% aproximado con la mano izquierda.

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

Tabla 44. *Identificación de problemas y propuestas de solución para el proceso de alistado*

Problema	Propuesta
Elevado tiempo de búsqueda de los marcadores.	Se debe diseñar un espacio para los marcadores de mayor utilización. Cuando se realiza el marcado; se debe tomar los marcadores y zapatos al mismo tiempo. Además, cada vez que se repasa el plumón se debe ir dando vuelta el modelo.
Elevado tiempo de marcado de los zapatos.	Se debe diseñar un espacio para colocar todos los tipos de cepillo con una codificación según su uso. Se debe de codificar la bencina y colocar una x las que ya están utilizadas para que sean diferenciadas.
Elevado tiempo de búsqueda del cepillo.	Asimismo, se debe definir un espacio para estos materiales.
Elevado tiempo de búsqueda de bencina y los trapos.	

Nota. Las observaciones se realizaron en el trabajador de mayor experiencia.

Luego de analizar las propuestas para la reducción de los movimientos ineficientes o excesivos, se procedió a eliminarlos con el objetivo de evaluar el impacto en los tiempos de las actividades; registrando de esta manera un diagrama bimanual propuesto (Ver Anexo 14) con nuevos tiempos asignados y con una redistribución de actividades entre la mano derecha e izquierda. Asimismo, los tiempos que fueron considerados son en función de la medición de tiempos de las tareas de la mano derecha e izquierda ejecutadas actualmente. A continuación; se evidencia un resumen de los nuevos tiempos que fueron asignados:

Tabla 45. *Therblig eficientes del proceso propuesto 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
Preposicionar	PP	0	0	1	13
Utilizar	U	9	266	11	194
TOTAL		24	375	20	350

Nota. El tiempo está en segundos.

Tabla 46. *Therblig deficientes del proceso propuesto 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		1	4	5	29

Nota. El tiempo está en segundos.

Del total de tareas analizadas tanto en la mano derecha como izquierda en el proceso de corte se identificaron que el 1% aproximado son deficientes generados con la mano derecha y 8% aproximado con la mano izquierda.

Los tiempos estimados del proceso de perfilado se optimizaron a 379 segundos; lo que representa una reducción de 4.29 % de movimientos ineficientes o excesivos que no agregan valor a la operación.

3.2.2 Balance de producción

Para el balance de producción se consideró el tiempo estándar por cada proceso; con la finalidad de distribuir eficientemente la carga de trabajo y/o recursos del área. A continuación, se registró el tiempo estándar considerando la mejora propuesta con el estudio de movimientos:

1° Se calculó la muestra estadística al 95% de confianza para determinar el tiempo observado; considerando una muestra piloto de 10 observaciones:

Tabla 47. *Muestra piloto del proceso de producción de botines*

Muestras	Cantidad: 10 botines			
	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO
1	13.95	12.23	18.20	6.67
2	13.25	11.29	18.54	7.19
3	12.87	10.92	19.64	5.69
4	10.12	11.43	18.92	5.79
5	10.64	11.21	17.57	5.81
6	12.70	12.15	19.19	6.45
7	13.80	12.14	18.43	5.73
8	9.31	11.19	18.22	6.42
9	12.33	11.32	18.34	7.20
10	9.10	11.94	17.86	6.74

Nota. Muestra dada por Calzados Celeste.

Tabla 48. *Cálculo del tamaño de muestra a partir de una muestra piloto*

Proceso	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO
Promedio	11.81	11.58	18.49	6.37
Varianza	3.40	0.23	0.38	0.35
T (0.05;9)	2.2622	2.2622	2.2622	2.2622
% error	5%	5%	5%	5%
Error	0.5904	0.5791	0.9245	0.3184
Tamaño de Muestra	50	4	2	18

Nota. Se consideró una muestra de 50.

2° Se calculó la calificación del operario y el suplemento mínimo requerido para la ejecución de cada proceso; considerando todos los factores de trabajo establecidos (Benjamin W. & Andris, Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2009). En las siguientes tablas se evidencia la calificación y suplementos para el cálculo del tiempo estándar.

Tabla 49. *Factor de Desempeño en el proceso de corte.*

Factor	Representación	Descripción	Calificación
Habilidad	B2	Excelente	0.08
Esfuerzo	E1	Regular	-0.04
Condiciones	E	Regulares	-0.03
Consistencia	B	Excelente	0.03
Suma	S		0.04
Agregar unidad	AU		1
Factor de desempeño			1.04

Nota. Elaboración propia.

Tabla 50. *Factor de Desempeño en el proceso de perfilado.*

Factor	Representación	Descripción	Calificación
Habilidad	B2	Excelente	0.08
Esfuerzo	E1	Regular	-0.04
Condiciones	E	Regulares	-0.03
Consistencia	B	Excelente	0.03
Suma	S		0.04
Agregar unidad	AU		1
Factor de desempeño			1.04

Nota. Elaboración propia.

Tabla 51. *Factor de Desempeño en el proceso de armado.*

Factor	Representación	Descripción	Calificación
Habilidad	B2	Excelente	0.08
Esfuerzo	E2	Regular	-0.08
Condiciones	E	Regulares	-0.03
Consistencia	B	Excelente	0.03
Suma	S		0
Agregar unidad	AU		1
Factor de desempeño			1

Nota. Elaboración propia.

Tabla 52. *Factor de Desempeño en el proceso de alistado.*

Factor	Representación	Descripción	Calificación
Habilidad	B2	Excelente	0.08
Esfuerzo	E2	Regular	-0.08
Condiciones	E	Regulares	-0.03
Consistencia	B	Excelente	0.03
Suma	S		0
Agregar unidad	AU		1
Factor de desempeño			1

Nota. Elaboración propia.

Para el cálculo de los suplementos se empleó la guía proporcionada por Organización Internacional del trabajo, como se muestra a continuación:

Tabla 53. *Suplementos en el proceso de corte.*

Factor	Descripción	Calificación
Postura	de pie sin carga	4%
Necesidades	Necesidades personales	5%
Suciedad	Por el abastecimiento de los materiales	1%
Calificación de Suplementos (suma)		10%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 54. *Suplementos en el proceso de perfilado*

Factor	Descripción	Calificación
Postura	Sentado incómodamente	2%
Necesidades	Necesidades personales	5%
Suciedad	Por el pegado (las manos)	1%
Calificación de Suplementos (suma)		8%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 55. *Suplementos en el proceso de Armado*

Factor	Descripción	Calificación
Postura	Sentado incómodamente	2%
Necesidades	Necesidades personales	5%
Suciedad	Por el pegado (las manos)	1%
Calificación de Suplementos (suma)		8%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 56. *Suplementos en el Alistado*

Factor	Descripción	Calificación
Postura	Sentado incómodamente	2%
Necesidades	Necesidades personales	5%
Calificación de Suplementos (suma)		7%

Nota. Elaboración propia.

3° Se calculó el tiempo estándar de los procesos.

Tabla 57. *Tiempo estándar de los procesos de producción de botines.*

Fecha: 15/02/2020		Procesos				NOMBRE DEL PRODUCTO
Estudio N°01		CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	BOTAS
Hoja N°01						
Tiempo: min						
Cantidad: Un par						
1		13.83	12.23	18.20	6.67	
2		11.49	11.29	18.54	7.19	
3		12.87	10.92	19.64	5.69	
4		10.12	11.43	18.92	5.79	
5		10.64	11.21	17.57	5.81	
6		12.70	12.15	19.19	6.45	
7		13.80	12.14	18.43	5.73	
8		9.61	11.19	18.22	6.42	
9		12.33	11.32	18.34	7.20	
10		11.42	11.94	17.86	6.74	
11		10.81	11.48	19.36	6.92	
12		12.47	11.84	18.13	6.84	
13		12.51	10.95	17.98	6.50	
14		11.84	11.81	18.11	7.07	
15		10.40	11.65	17.33	6.61	
16		12.81	11.82	18.18	6.82	
17		8.95	11.41	19.10	5.51	
18		10.95	12.22	18.78	5.86	
19		13.58	11.34	18.19	6.60	
20		11.40	11.50	19.74	5.95	
21		12.94	11.26	18.54	6.44	
22		13.44	12.24	19.25	6.56	
23		10.77	11.00	19.17	6.20	
24		14.99	10.59	19.82	5.83	
25		12.17	11.54	19.47	6.21	
26		12.20	11.33	17.93	5.62	
27		14.11	11.46	19.20	5.09	
28		11.96	11.26	18.66	6.08	
29		9.93	11.03	18.00	5.55	
30		10.81	11.54	19.06	6.83	
31		10.39	10.89	18.82	6.79	
32		11.66	11.30	17.74	7.07	

33	12.67	11.90	17.53	5.62			
34	11.86	10.96	19.99	6.86			
35	14.24	10.98	18.31	7.80			
36	11.59	11.64	17.72	7.06			
37	11.28	11.45	19.69	6.07			
38	11.09	12.12	17.01	5.88			
39	9.65	11.56	19.36	5.65			
40	11.14	10.96	17.40	5.71			
41	12.77	11.35	17.06	6.80			
42	10.59	11.61	18.34	5.40			
43	11.44	11.38	18.53	6.54			
44	13.94	12.57	19.46	7.39			
45	13.17	11.67	18.96	6.96			
46	10.77	12.19	19.93	7.46			
47	11.66	11.93	19.27	6.12			
48	14.89	11.75	18.74	5.95			
49	11.86	10.86	17.58	5.62			
50	11.29	12.45	19.47	5.45			
Totales	595.83	576.58	929.80	317.99			
No Observaciones	50.00	50.00	50.00	50.00	Tiempo estándar Total (Horas)		
Promedio	11.92	11.53	18.60	6.36			
Calificación Promedio	1.04	1.04	1.00	1.00	0.90		
Tiempo normal	12.39	11.99	18.60	6.36			
Suplementos	0.10	0.08	0.08	0.07			
Tiempo Estándar	13.77	13.04	20.21	6.84	Empieza	Termina	Total
Nombre del Operador		Confidencial			08:00	17:00	9 horas (1 Hora de descanso)

Nota. Elaboración propia

Después de haber calculado el tiempo estándar se realizó el análisis del balance de producción que se muestra a continuación:

1° Se realizó un pronóstico de la demanda tomando los 30 últimos datos históricos por mes registrados en la empresa; considerando el mejor ajuste de pronóstico resultante del software MINITAB. Luego se estimó la producción promedio en función del método con mayor ajuste para analizar el balance de línea de producción con los tiempos estándar actuales para cada uno de los procesos. Cabe resaltar que no se consideró los datos del 2017 porque la desviación de la producción es alta a causa del fenómeno del niño; perdiendo objetividad en el análisis de los datos

Tabla 58. *Datos históricos de producción de la empresa Calzados*

Periodo	Mes	Demanda
2016	Julio	1756
	Agosto	1896
	Setiembre	1859
	Octubre	1943
	Noviembre	1798
	Diciembre	1845
2018	Enero	1773
	Febrero	1857
	Marzo	1869
	Abril	1935
	Mayo	1867
	Junio	1834
	Julio	1816
	Agosto	1745
	Setiembre	1984
	Octubre	1842
	Noviembre	1859
	Diciembre	1926
2019	Enero	1945
	Febrero	1837
	Marzo	1871
	Abril	1910
	Mayo	1967
	Junio	1748
	Julio	1845
	Agosto	1815
	Setiembre	1793
	Octubre	1827
	Noviembre	1839
	Diciembre	1896

Nota. Empresa Calzados Celeste

A continuación; se registra un resumen de todos los pronósticos (Anexo 15) que dieron como resultado en el Software MINITAB:

Tabla 59. *Resumen de pronósticos MINITAB*

MÉTODO	MAD
Modelo de tendencia lineal	50.97
Modelo de tendencia cuadrática	49.74
Modelo de curva de crecimiento	50.90
Modelo multiplicativo	46.88
Modelo Aditivo	46.89
Método Winter	55.46
Modelo exponencial doble	60.28
Modelo exponencial simple	52.46

Nota. El mejor pronóstico es el modelo multiplicativo por tener la menor diferencia media aritmética con 46.88

Los pronósticos para el siguiente periodo son: 1834.10, 1824.56, 1849.16, 1906.84, 1840.72 y 1875.05; por lo tanto, el promedio estimado es de 1855 pares de zapatos redondeado. Por lo tanto, el balance de producción se analizará en función de los 1855 pares por mes solicitados aproximadamente.

2° Se evaluó la eficiencia del proceso de producción del botín; considerando la sumatoria de los tiempos estándar de todos los procesos en relación con número de estaciones de trabajo y tiempo de ciclo. Cabe resaltar que en la empresa cuenta con 4 estaciones de trabajo (Corte, Perfilado, Armado y alistado):

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempos en cada proceso}}{\#Estaciones * \text{Tiempo de ciclo}} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{26.98}{4 * 6.89} * 100$$

$$Eficiencia = 97.89\%$$

La eficiencia inicial de los procesos de producción es de 97.89%, lo que indica que, del tiempo total empleado en producción por par de zapato, sólo se usa el 97.89% y el porcentaje de tiempo ocioso es la diferencia con 2.11%.

3° Se realizó el balance de producción para optimizar los recursos – hombre del área de producción con la finalidad de aumentar la productividad, considerando el costo mínimo empleado. A continuación, se registraron diferentes escenarios de balance de producción que fueron simulados con el tiempo estándar de la metodología óptima propuesta:

Tabla 60. *Escenario 1 - Metodología óptima considerando los mismos recursos - hombre*

N.º	Proceso	Tiempo estándar	Par/min	Operarios	Pares totales	TE/Operario	Cuello de botella	Eficiencia	Tiempo ocioso
1	Corte	13.77	0.07	2	0.15	6.89	6.89	100%	0%
2	Perfilado	13.04	0.08	2	0.15	6.52	6.89	95%	5%
3	Armado	20.21	0.05	3	0.15	6.74	6.89	98%	2%
4	Alistado	6.84	0.15	1	0.15	6.30	6.89	99%	1%

Nota. El ritmo de la producción es 6.89 minutos por par de zapato.

Tabla 61. *Métricas de comparación - Escenario 1*

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción/Hora	8.91	Pares/hora
Producción/Mes	1710.04	Pares/mes
Producción meta	1855	Pares/mes
Faltantes	145	Pares

Nota. La demanda estimada es de 1801 pares/mes

Tabla 62. *Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 1*

N.º	Proceso	TE/Operario (Minutos)	TE/Operario (Horas)	Horas extras	Costo MO	Costo MO 25%	Costo MO 35%	Costo MO (2 Primeras horas)	Costo MO (Horas restantes)	Costo total
1	Corte	6.89	0.11	16.63	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/76.55	S/86.24
2	Perfilado	6.52	0.11	15.75	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/71.94	S/81.63
3	Armado	6.74	0.11	16.28	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/74.68	S/84.37
4	Alistado	6.84	0.11	16.52	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/75.98	S/85.67

Nota. El costo total de mano de obra extra es de 210.87 soles.

Tabla 63. Escenario 2 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre adicional en alistado.

N.º	Proceso	Tiempo estándar	Par/min	Operarios	Pares totales	TE/Operario	Cuello de botella	Eficiencia	Tiempo ocioso
1	Corte	13.77	0.07	2	0.15	6.89	6.89	100%	0%
2	Perfilado	13.04	0.08	2	0.15	6.52	6.89	95%	5%
3	Armado	20.21	0.05	3	0.15	6.74	6.89	98%	2%
4	Alistado	6.84	0.15	2	0.29	3.42	6.89	50%	50%

Nota. El ritmo de la producción es 6.89 minutos por par de zapato.

Tabla 64. Métricas de comparación - Escenario 2

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción/Hora	8.91	Pares/hora
Producción/Mes	1710.04	Pares/mes
Producción meta	1855	Pares/mes
Faltantes	145	Pares

Nota. La demanda estimada es de 1801 pares/mes

Tabla 65. Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 2

N.º	Proceso	TE/Operario (Minutos)	TE/Operario (Horas)	Horas extras	Costo MO	Costo MO 25%	Costo MO 35%	Costo MO (2 Primeras horas)	Costo MO (Horas restantes)	Costo total
1	Corte	6.89	0.11	16.63	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/76.55	S/86.24
2	Perfilado	6.52	0.11	15.75	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/71.94	S/81.63
3	Armado	6.74	0.11	16.28	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/74.68	S/84.37
4	Alistado	3.42	0.06	8.26	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/32.76	S/42.45

Nota. El costo total de mano de obra extra es de 183.75 soles.

Tabla 66. *Escenario 3 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en corte.*

N.º	Proceso	Tiempo estándar	Par/min	Operarios	Pares totales	TE/Operario	Cuello de botella	Eficiencia	Tiempo ocioso
1	Corte	13.77	0.07	1	0.07	13.77	13.77	100%	0%
2	Perfilado	13.04	0.08	2	0.15	6.52	13.77	47%	53%
3	Armado	20.21	0.05	3	0.15	6.74	13.77	49%	51%
4	Alistado	6.84	0.16	1	0.15	6.84	13.77	46%	50%

Nota. El ritmo de la producción es 13.77 minutos por par de zapato.

Tabla 67. *Métricas de comparación - Escenario 3*

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción/Hora	4.36	Pares/hora
Producción/Mes	836.60	Pares/mes
Producción meta	1855	Pares/mes
Faltantes	1018.4	Pares

Nota. La demanda estimada es de 1801 pares/mes

Tabla 68. *Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 3*

N.º	Proceso	TE/Operario (Minutos)	TE/Operario (Horas)	Horas extras	Costo MO	Costo MO 25%	Costo MO 35%	Costo MO (2 Primeras horas)	Costo MO (Horas restantes)	Costo total
1	Corte	13.77	0.23	233.72	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/1,212.20	S/1,221.89
2	Perfilado	6.52	0.11	110.67	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/568.46	S/587.15
3	Armado	6.74	0.11	114.34	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/587.70	S/597.38
4	Alistado	6.84	0.11	116.10	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/596.87	S/606.56

Nota. El costo total de mano de obra extra es de 2844.53 soles.

Tabla 69. *Escenario 4 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en el perfilado.*

N.º	Proceso	Tiempo estándar	Par/min	Operarios	Pares totales	TE/Operario	Cuello de botella	Eficiencia	Tiempo ocioso
1	Corte	13.77	0.07	2	0.15	6.89	13.04	53%	47%
2	Perfilado	13.04	0.08	1	0.08	13.04	13.04	100%	0%
3	Armado	20.21	0.05	3	0.15	6.74	13.04	52%	48%
4	Alistado	6.84	0.15	1	0.15	6.84	13.04	52%	48%

Nota. El ritmo de la producción es 13.04 minutos por par de zapato.

Tabla 70. *Métricas de comparación - Escenario 4*

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción/Hora	4.60	Pares/hora
Producción/Mes	883.44	Pares/mes
Producción meta	1855.00	Pares/mes
Faltantes	971.6	Pares

Nota. La demanda estimada es de 1801 pares/mes

Tabla 71. *Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 4*

N.º	Proceso	TE/Operario (Minutos)	TE/Operario (Horas)	Horas extras	Costo MO	Costo MO 25%	Costo MO 35%	Costo MO (2 Primeras horas)	Costo MO (Horas restantes)	Costo total
1	Corte	6.89	0.11	111.49	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/572.75	S/582.44
2	Perfilado	13.04	0.22	211.15	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/1,094.13	S/1,103.82
3	Armado	6.74	0.11	109.09	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/560.19	S/569.88
4	Alistado	6.84	0.11	110.76	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/568.94	S/578.63

Nota. El costo total de mano de obra extra es de 2677.04 soles.

Tabla 72. *Escenario 5 - Metodología óptima considerando un recurso - hombre menos en el armado.*

N.º	Proceso	Tiempo estándar	Par/min	Operarios	Pares totales	TE/Operario	Cuello de botella	Eficiencia	Tiempo ocioso
1	Corte	13.77	0.07	2	0.15	6.89	10.105	68%	32%
2	Perfilado	13.04	0.08	2	0.15	6.52	10.105	65%	35%
3	Armado	20.21	0.05	2	0.10	10.11	10.105	100%	0%
4	Alistado	6.84	0.16	1	0.15	6.84	10.105	68%	32%

Nota. El ritmo de la producción es 10.17 minutos por par de zapato.

Tabla 73. *Métricas de comparación - Escenario 5*

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción/Hora	5.94	Pares/hora
Producción/Mes	1140.03	Pares/mes
Producción meta	1855.00	Pares/mes
Faltantes	715.0	Pares

Nota. La demanda estimada es de 1801 pares/mes

Tabla 74. *Cálculo del costo total de mano de obra extra para realizar la producción meta – Escenario 5*

N.º	Proceso	TE/Operario (Minutos)	TE/Operario (Horas)	Horas extras	Costo MO	Costo MO 25%	Costo MO 35%	Costo MO (2 Primeras horas)	Costo MO (Horas restantes)	Costo total
1	Corte	6.89	0.11	82.04	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/418.72	S/428.41
2	Perfilado	6.52	0.11	77.69	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/395.97	S/405.66
3	Armado	10.11	0.17	120.41	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/619.45	S/629.14
4	Alistado	6.84	0.11	81.51	S/3.88	S/4.84	S/5.23	S/9.69	S/415.92	S/425.14

Nota. El costo total de mano de obra extra es de 1745.92 soles.

El resumen de las tablas anteriores es el siguiente:

Tabla 75. Simulación de escenarios del balance de producción.

Escenario	Demanda	Horas	Operarios	Par/Hora	Productividad	Costo horas MO Extras	Costo MO Normal	Costo total MO
1	1855	192	8	8.91	1.113	S/337.90	S/7,440	S/7777.90
2	1855	192	9	8.91	0.99	S/294.68	S/8,370	S/8664.68
3	1855	192	7	4.36	0.62	S/3003.98	S/6,510	S/9513.98
4	1855	192	7	4.60	0.66	S/2834.77	S/6,510	S/9344.77
5	1855	192	7	5.94	0.85	S/1888.81	S/6,510	S/8898.81

Nota. El escenario 1 es el más óptimo.

De la tabla anterior se puede concluir que el escenario más óptimo es el primero porque la productividad hora – hombre es de 1.113 pares/h-h, resultando a su vez el costo menor de 7777.90 soles. Sin embargo, el segundo escenario se puede evidenciar que existe mayor producción, pero no necesariamente se ve reflejado en la productividad hora – hombre y el costo total de mano de obra. En las siguientes figuras se registró los perfiles de comparación de los diferentes escenarios:



Figura 10. Productividad de mano de obra en los diferentes escenarios.



Figura 11. Costo de mano de obra en los diferentes escenarios.

Asimismo, se evaluó el balance de línea considerando un tiempo de ciclo meta en función del Takt time obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 76. *Tiempo estándar vs Takt Time*

No	Proceso	TE/Operario	Takt Time	Ineficiencia
1	Corte	6.89	6.21	0.68
2	Perfilado	6.52	6.21	0.31
3	Armado	6.74	6.21	0.53
4	Alistado	6.84	6.21	0.63

Nota. El tiempo ineficiente es de 1.39 minutos por ciclo de producción.



Figura 12. Perfil de los tiempos por procesos.

Según el perfil de procesos y el análisis realizado en la tabla 76; se puede evidenciar que los tiempos estándar estimados son insuficientes con respecto al cumplimiento de ritmo de producción con un enfoque lean Manufacturing (HEIJUNKA-Nivelación de la producción). A continuación, se registró el análisis del número de operarios y pérdidas por balance actual:

Número teórico de operarios:

$$X = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Takt Time}}$$

$$X = \frac{(6.89 * 2) + (6.52 * 2) + (6.74 * 3) + (6.84 * 1)}{6.21}$$

$$X = 8.68 \text{ operarios}$$

Según el balance de producción realizado; se observa que existe 0.68 operarios que requieren adicionales para cubrir los requerimientos de producción. Por lo tanto, es evidente la contratación de horas extras.

Pérdida por balance:

$$X = \frac{(\text{TC más largo} * \text{N}^\circ \text{ operarios}) - \text{Tiempo total para un par de zapato}}{\text{TC más largo} * \text{N}^\circ \text{ de operarios}}$$

$$X = \frac{(6.89 * 8) - 53.88}{6.89 * 8}$$

$$X = 2.25\%$$

La pérdida por balance es de 2.25 % lo que significa que existe un manifiesto de potencial de mejora para volver a balancear la línea.

Después de haber analizado las pérdidas por balance y el tiempo ineficiente con respecto al Takt time; considerando que el tiempo estándar es óptimo después de haber aplicado los diagramas bimanuales. Se analizó los tiempos por cada proceso que influyen con respecto al alcance o movimiento de materiales; para lo cual se pretende reducir a 5 segundos máximo por abastecimiento de material u herramienta. En las siguientes tablas se especifica los movimientos y tiempos asociados que se pretenden reducir:

Tabla 77. *Tiempos ineficientes de corte por alcance de materiales*

Descripción	Símbolo	Tiempo normal	Tiempo ineficiente (Reducción)
Tomar los materiales y moldes	RE	22	17
Tomar moldes (plantillas)	RE	12	7

Nota. Se espera reducir 24 segundos de tiempo adicional por alcance de materiales

Tabla 78. *Tiempos ineficientes de perfilado por alcance de materiales.*

Descripción	Símbolo	Tiempo normal	Tiempo ineficiente
Alcanzar piezas cortadas	RE	12	7
Tomar pieza delantera	RE	6	1
Alcanzar cierres	RE	12	7
Alcanzar lonas delgadas	RE	26	21
Alcanzar polar	RE	18	13
Alcanzar pieza extra	RE	16	11
Alcanzar hojalillos	RE	15	10

Nota. Se espera reducir 70 segundos de tiempo adicional por alcance de materiales

Tabla 79. *Tiempos ineficientes de armado por alcance de materiales.*

Descripción	Símbolo	Tiempo normal	Tiempo ineficiente
Alcanzar falsa	RE	15	10
Mover falsa	M	6	1
Alcanzar delcazador	RE	17	12

Nota. Se espera reducir 23 segundos de tiempo adicional por alcance de materiales

Tabla 80. *Tiempos ineficientes de alistado por alcance o traslado de materiales.*

Descripción	Símbolo	Tiempo normal	Tiempo ineficiente
Alcanzar el modelo terminado	RE	23	18
Mover modelo terminado	H	8	3
Alcanzar bencina	RE	14	9
Alcanzar plumón indeleble	RE	12	7
Mover caja	M	13	8

Nota. Se espera reducir 45 segundos de tiempo adicional por alcance de materiales

Si consideramos los nuevos tiempos por proceso incluyendo la reducción vs el Takt time se obtiene lo siguiente:

Tabla 81. *Nuevo tiempo estándar vs Takt Time*

No	Proceso	TE/Operario	Tiempo ineficiente	TE nuevo	Takt Time	Tiempo extra o ineficiente
1	Corte	6.88	0.40	6.44	6.21	-0.23
2	Perfilado	6.52	1.17	5.35	6.21	+0.86
3	Armado	6.74	0.38	6.36	6.21	-0.15
4	Alistado	6.84	0.75	6.09	6.21	+0.12

Nota. Existe un minuto libre que se puede distribuir para una actividad adicional en el proceso.

Según la tabla 81 analizada de los procesos con un enfoque lean Manufacturing; se puede evidenciar que los procesos están balanceados con respecto al requerimiento de la demanda - Takt Time. Sin embargo, esto fue posible a la reducción de los tiempos por alcance o movimiento y para lograr dicha mejora, se debe diseñar un sistema KANBAN para el abastecimiento de los materiales y actualizar y/o implementar la filosofía 5S; de tal forma que exista un flujo continuo de materiales, personas e información.

3.2.3 Aplicación 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 82. *Leyenda para los Kanban de transporte*

Código	Descripción
C	CORTE
P	PERFILADO
AR	ARMADO
AL	ALISTADO

Nota. Elaboración propia.

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

Tabla 83. *Formato C de Kanban de transporte.*

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

Nota. Elaboración propia.

Tabla 84. *Formato P de Kanban de transporte*

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

Nota. Elaboración propia.

Tabla 85. *Formato AR de Kanban de transporte.*

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

Nota. Elaboración propia.

Tabla 86. *Formato AL 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	AL

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:

Tabla 87. *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.

Tabla 88. *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.

Tabla 89. *Formato de Kanban de producción para el proceso de 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.

Tabla 90. *Formato de Kanban de producción para el proceso de 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.

Para la implementación del sistema Kanban, se tendrá que designar a un operario de perfilado la actividad de abastecimiento de materiales por lote de producción a cada estación de trabajo; de modo tal que los demás operarios puedan seguir con el flujo continuo de producción. Cabe resaltar que en el abastecimiento de cada estación de trabajo; debe existir espacios definidos y claramente identificados; evitando tiempos improductivos o incidencia a la confusión de los materiales o herramientas. Estos espacios definidos y señalizados se lograrán con la implementación progresiva de la cultura 5S y los diseños realizados en la siguiente propuesta.

3.2.4 Metodología 5S

Para evaluar las 5s se aplicó un Check List relacionado a los lineamientos (Ver Anexo 16) 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 91. *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 E.I.R.L:

Tabla 92. *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:

1° S – 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 17) 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:

- 1- Las tarjetas deberán estar ubicadas en una canastilla con un lapicero indeleble en las 4 áreas independientes: corte; perfilado, armado y alistado de cajas.
- 2- 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.
- 3- 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.
- 4- 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.
- 5- Por último, el jefe de producción deberá borrar el contenido de las tarjetas rojas y regresarlas a las canastillas de origen.

En las siguientes figuras se evidencia la situación actual de la empresa con respecto a la acumulación de objetos innecesarios identificados con las tarjetas rojas (Anexo 18) en el área de producción:

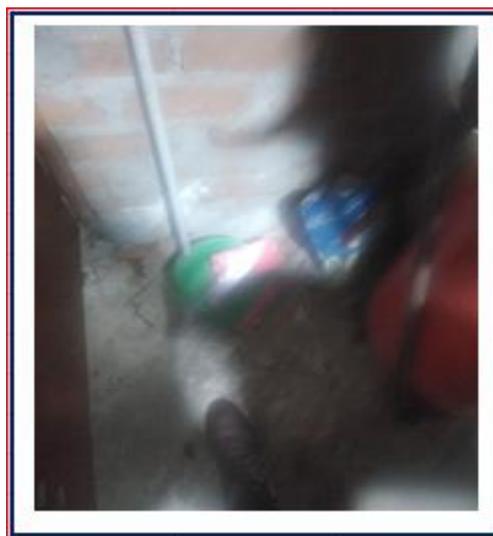


Figura 13. Tarjeta roja en el recogedor

Observación: El recogedor se encuentra en el área donde se posiciona el personal de corte; obstaculizando el paso de las actividades normales en el área.



Figura 14. Varilla de hierro

Observación: Una varilla de hierro frente a la mesa de corte; estando el personal susceptible ante cualquier incidente ocasionando alguna parada de emergencia para atenciones médicas.



Figura 15. Esmeril y plantillas dentro de una caja.

Observación: Existen herramientas de cambio de disco del esmeril y plantillas, dentro de una caja en la zona de almacenamiento para el cuero que se utiliza en producción.



Figura 16. Tarjeta roja en los retazos de los cueros

Observación: Se puede evidenciar una acumulación excesiva de retazos de cuero, poli badana y otros tipos de forros presentes en cada área de producción provocando muchas veces un ambiente laboral de estrés por la pérdida de algunas herramientas de menor tamaño entre dicha acumulación; uno de los fundamentos dados por los mismos operarios es la falta de tiempo para realizar la limpieza periódica.



Figura 17. Tarjeta roja en el esmeril

Observación: El esmeril se encuentra posicionado sobre una silla como soporte; sin embargo, es evidente la inestabilidad de la máquina; teniendo que el operario maniobrar para el total dominio de la actividad asimismo en el lado derecho se observa otro esmeril, pero se encuentra defectuoso pero acumulado en el área de corte, ocupando espacio necesario para el libre flujo del personal



Figura 18. Clavos oxidados y baldes de pintura vacíos

Observación: Se puede apreciar un tarro pequeño con chinches, clavos oxidados representando un gran riesgo en la contracción de enfermedades epidérmicas para los operarios; asimismo el lugar no es el adecuado; dado que en ese lugar se colocan las piezas de corte. Asimismo, los baldes de pintura se encuentran como depósitos de plantillas de transición; sin embargo, ocupa demasiado espacio sobre el caballete de plantillas recortadas.



Figura 19. Tarjeta roja en el combo y plancha de falsa

Observación: Al finalizar la jornada laboral se encuentran herramientas sueltas en el área de corte en conjunto con una plancha de falsa. Por lo que, al comenzar la siguiente jornada es predecible el tiempo extra que se tardará el operario en ordenar su área de trabajo.

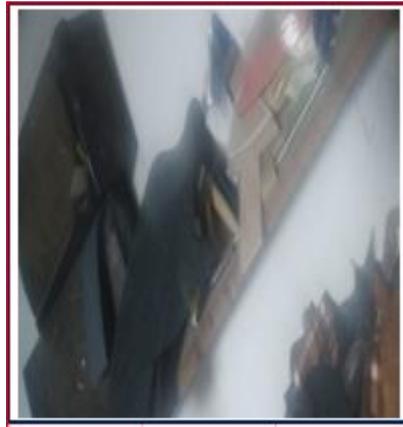


Figura 20. Tarjeta roja en plantillas sueltas

Observación: Excesiva acumulación en el anaquel del área de corte de diversas plantillas de diferentes modelos distribuidos; sin codificación y/o fácil identificación; provocando dificultad al operario en el procesamiento del corte del cuero.



Figura 21. Tarjeta roja en los moldes cortados.

Observación: Desorden en la distribución de moldes cortados en proceso por lo que el operario no sigue un orden predeterminado para el almacenamiento convirtiéndose en un tiempo extra en el tiempo de entrega hacia el perfilador; dado que tiene que reconocer las piezas cortadas por modelo.



Figura 23. Tarjeta roja en depósitos vacíos

Observación: Un depósito vacío de tinner y otro parcialmente usado; sin embargo, el depósito vacío se encuentra ocupando espacio porque no va a agregar valor al proceso.



Figura 22. Tarjeta roja en la herramienta de cambio y botella de gaseosa

Observación: Existe una pieza de cambio del horno en transición para el mantenimiento sobre el horno nuevo; esta pieza lleva 10 días sin ser revisada. Además; existe una botella de gaseosa con la mitad del contenido que seguido siendo consumido por los operarios. Esto podría provocar incidentes en la máquina por contaminación inmediata en la superficie pudiendo expandirse hacia los subsistemas que lo comprenden



Figura 24. Hormas acumuladas.

Observación: Existen hormas acumuladas; esta situación se presenta en toda el área de producción; dado que después de la actividad del descalzado los armadores colocan dichas hormas por cualquier lugar; creando un evidente desorden en el área.



Figura 25. Tarjeta en los tarros de pegamento

Observación: Existen tarros de diferentes tamaños en la zona de armada; algunos de estos están vacíos, otros parcialmente usados, pero no están herméticamente tapados por lo que la calidad del pegamento disminuye gradualmente. Además; se conoce que utilizan diferentes tipos de pegamento por lo que el operario para identificar tiene que destapar el tarro y reconocer; perdiendo tiempo y sobre todo afectando la calidad del producto al estar en contacto con el medio ambiente.



Figura 26. Plantas de zapatos desordenados

Observación: Las plantas de los zapatos están acumulados en una bolsa sin codificación alguna para tener una referencia de la orden de producción en la que se utiliza.

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:

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

Asimismo, se registra que la acción a tomar más adecuada para solucionar los problemas más frecuentes son 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.



Figura 28. Diagrama de Pareto de la acción a tomar del área de producción

2° - SEITON

En esta fase se identificó, señalizó 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:

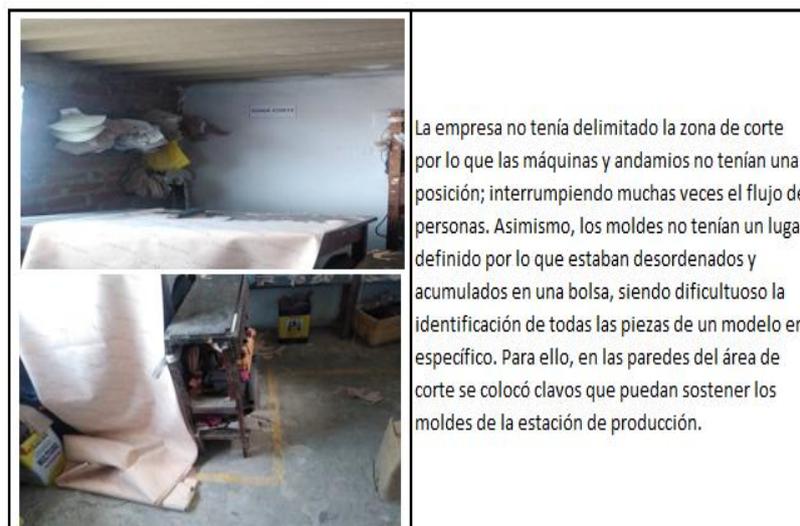


Figura 29. Delimitación y señalización del área de corte



Figura 30. Delimitación y señalización para las zonas de armado y alistado.



Figura 31. Diseño de estantes para las hormas

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:

A	B
C	D
E	F

Figura 32. Estante principal del área de corte.

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 32 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 19, 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).

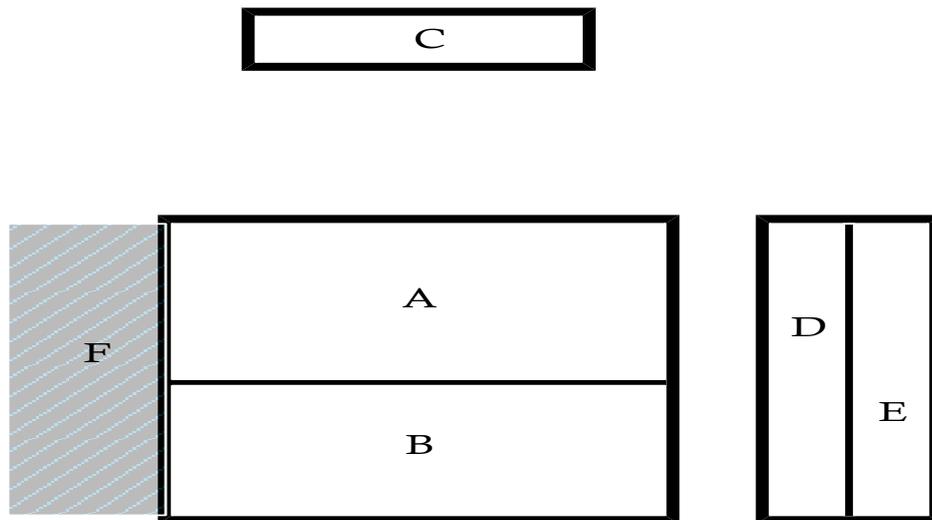


Figura 33. Área de corte

- 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 saco 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:

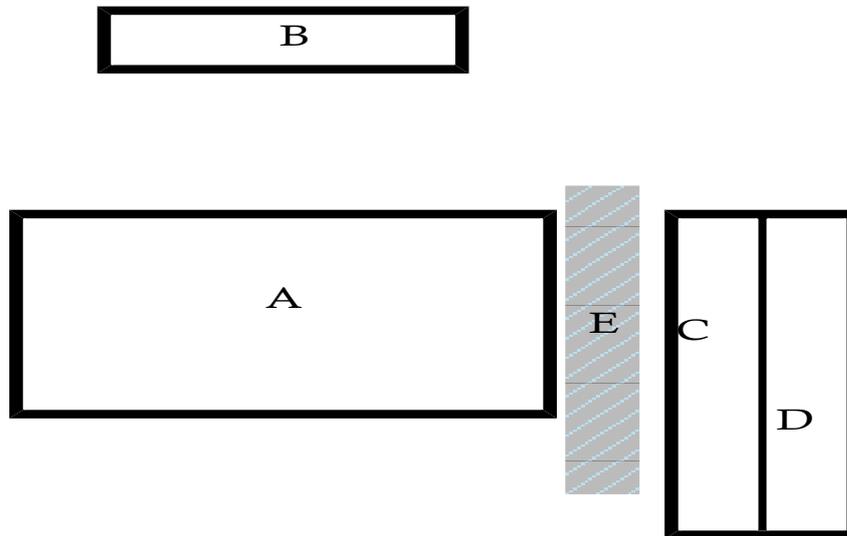


Figura 34. Área de perfilado

- 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 saco 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:

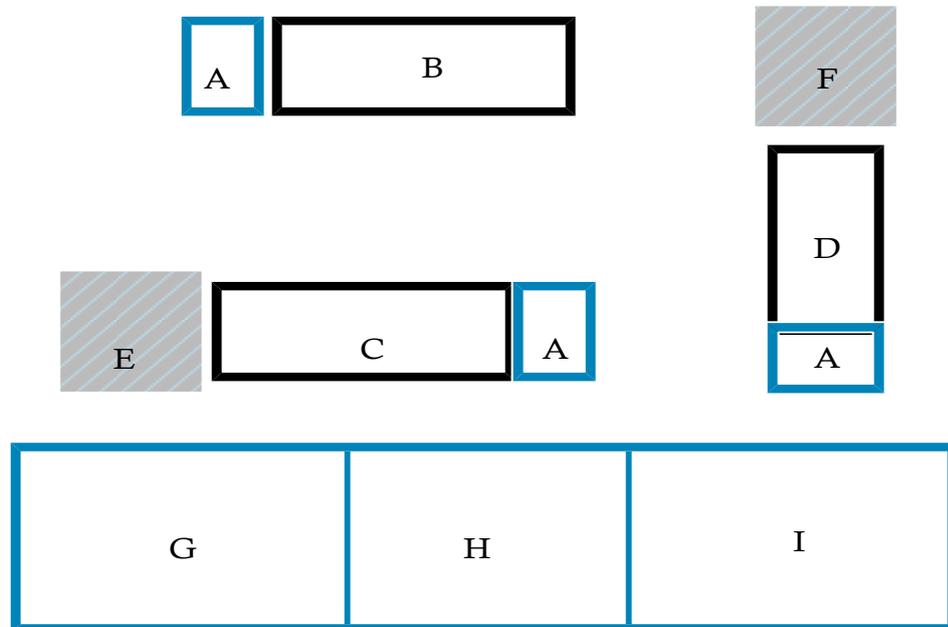


Figura 35. Área de armado

- En el espacio “A” se debe colocar las herramientas de armado 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:

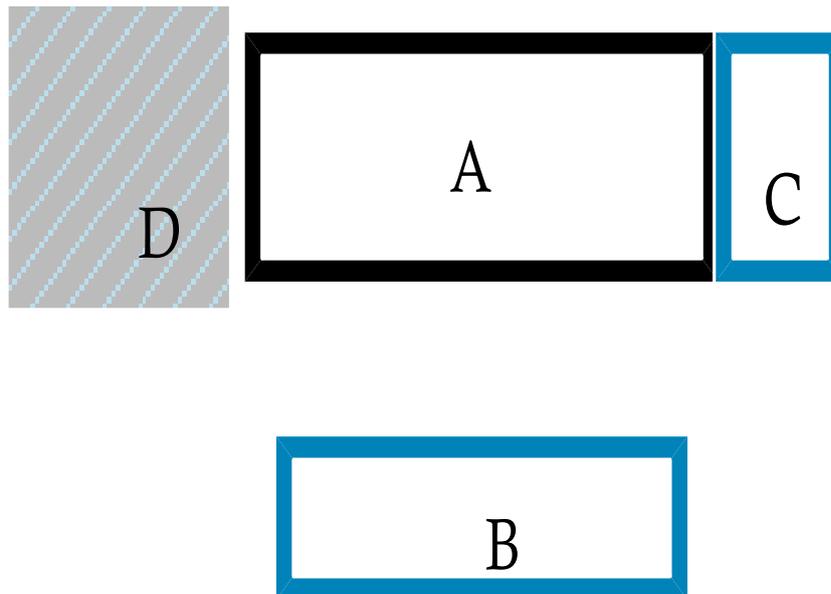


Figura 36. *Área de alistado.*

- 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 20 y 21.

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:

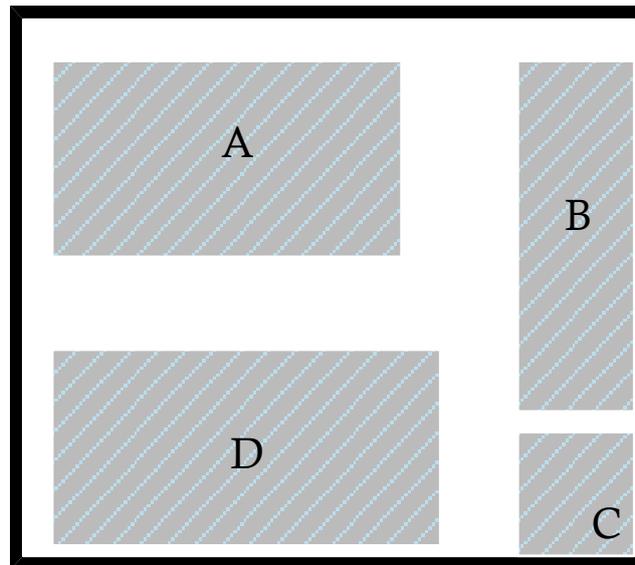


Figura 37. Área de alistado

- 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 “C” se almacenará las herramientas para mantenimiento de las diferentes áreas de producción.

3° S - 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 93. *Cronograma para la rotación de responsabilidades en la limpieza de las áreas de producción.*

Actividad: Limpieza de las áreas de producción	MES			
Responsable	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
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 94. *Actividades de limpieza de máquinas, herramientas y espacios del área de producción.*

No	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 95. *Cronograma de responsabilidad*

Actividad: Limpieza de máquinas, herramientas y espacios	MES			
Responsable	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
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

3° 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 96. *cronograma de responsabilidades para la limpieza general del área*

Actividad: Limpieza general del área	MES			
Responsable	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
Operario 1	X			
Operario 2		X		
Operario 3			X	
Operario 4				X

Nota. Elaboración propia.

4° S – SEIKETSU:

1° Se creó en el Anexo 22 el formato de matriz de control de capacitaciones para los operarios.

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

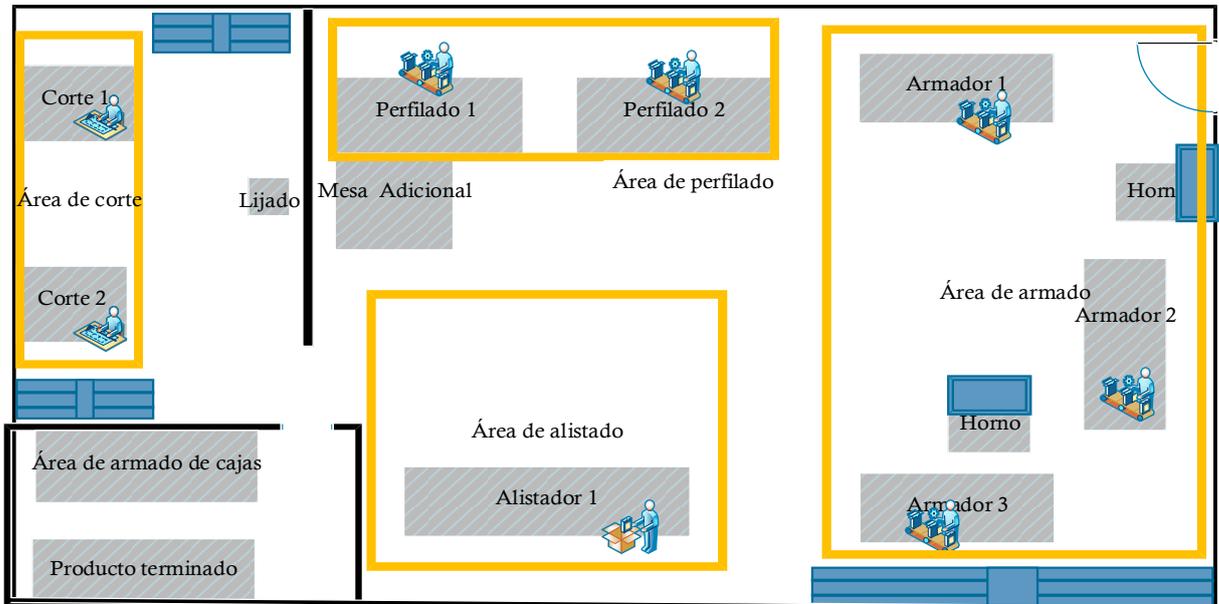


Figura 38. Mapa de distribución de producción

3° Se empleará un mecanismo de reconocimiento del empleado mediante un formato establecido en el anexo 23.

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 39. Estándar 1.



Figura 40. Estándar 2



Figura 41. Estándar 4



Figura 42. Estándar 5

5° S - SHITSUKE

1° Se auditará la metodología mediante el Check List que se encuentra en el Anexo 16.

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



Figura 43. Principios de la organización

Como parte del apoyo para la mantener un estándar de orden y limpieza en el área de producción, se diseñó en el Anexo 23 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.

3.2.5 Mantenimiento Preventivo y predictivo.

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 97 *Indicadores para el mantenimiento total productivo.*

OBJETIVOS	INDICADOR GENERAL	FORMULA	META	SEGUIMIENTO	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 min / parada correctiva	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 min / reparación correctiva	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. Se tiene que realizar monitoreo continuo o auditorías periódicas en función de los indicadores propuestos para el control de fallas de las maquinarias.

Para analizar las máquinas críticas se analizó el costo de mantenimiento histórico generado por cada una de las máquinas; de tal forma que se pueda analizar la máquina de mayor significancia del área de producción.

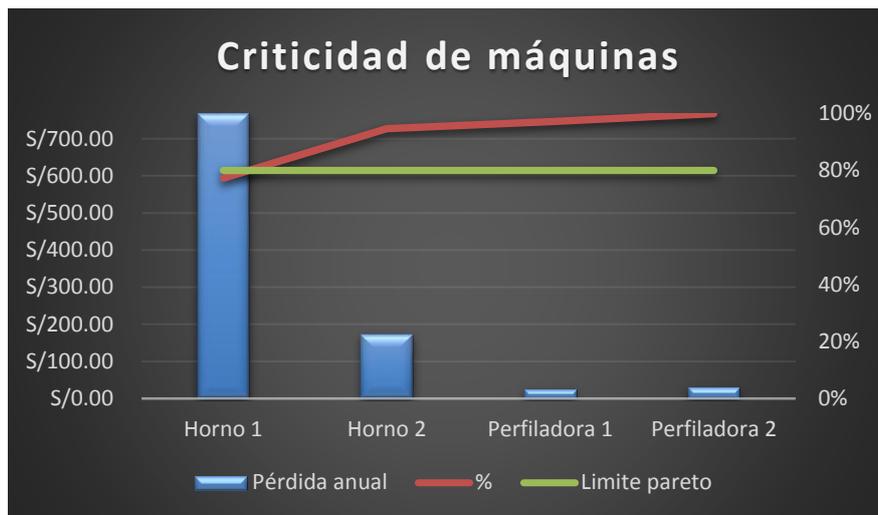


Figura 45. Análisis de criticidad de las máquinas.

La máquina de alta criticidad es el horno antiguo. De todas las máquinas de producción, el horno antiguo es el que registra la mayor cantidad de gasto por mantenimiento durante el año 2019 con 768 soles aproximadamente. Esto se debe a la variación del flujo eléctrico del área de producción. A continuación, se muestra el esquema del análisis de las variables que afectan de forma directa a las fallas o paradas no planificadas del horno.

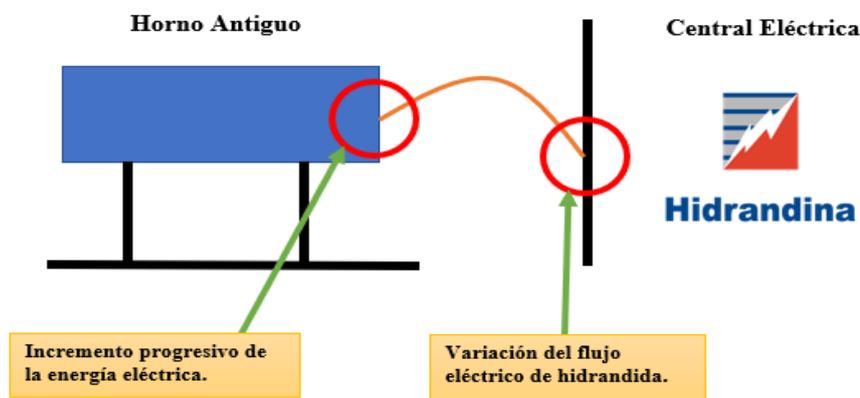


Figura 44. Esquema de análisis de las causas directas de las fallas del horno eléctrico.

Del análisis de la figura anterior se puede determinar 2 oportunidades de mejora:

- Adquisición de un estabilizador de corriente conforme al amperaje recibido del horno antiguo.
- Acoplamiento de un control de temperatura.

Asimismo, para complementar el control del mantenimiento del horno eléctrico, se analizó los posibles eventos de falla; de forma tal que se pueda realizar un mantenimiento preventivo como parte de la cultura de prevención de riesgos. En la siguiente tabla se registró los fallos en horas de uso continuo después de cada reparación:

Tabla 98. *Registros de fallas históricas del horno antiguo.*

Fallos	
#Fallo	Fallos en horas trabajadas
1	72.57
2	48.68
3	55.87
4	83.84
5	105.32
6	84.86
7	86.83
8	61.96
9	99.09
10	46.09
11	79.15
12	69.77
13	87.87
14	105.98
15	55.93
16	80.34
17	72.27
18	68.80
19	98.01
20	32.24
21	89.85
22	66.55
23	25.72
24	84.38
25	60.27
26	93.87
27	94.82
28	96.16
29	65.27

Nota. Se cambia de resistencia cada vez que se falla.

Para realizar el plan de mantenimientos predictivos, se analizará el comportamiento estadístico de los fallos de acuerdo al tipo de distribución que mantienen los fallos. En la siguiente tabla se analizó la prueba de Kolmogorov Smirnoff bajo dos hipótesis:

H0: Los datos tomados siguen una distribución normal.

H1: Los datos tomados siguen otra distribución.

Tabla 99. *Prueba de Kolmogorov Smirnov*

n	29	media	74.910	desviación	20.483
Intervalos	6	Rango	80.26	Amplitud	13.3762333
[Lim inf	-Lím sup>	Oi	Poia	Peia	C
25.72	39.09	2	0.069	0.040	0.029
39.09	52.47	2	0.138	0.137	0.001
52.47	65.85	5	0.310	0.329	0.019
65.85	79.22	6	0.517	0.583	0.066
79.22	92.60	7	0.759	0.806	0.047
92.60	105.98	7	1.000	0.935	0.065
Total		29	Estadístico de Prueba		0.066
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla Kolmogorov		0.2525

Nota. Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución normal con parámetros 74.91 y desviación estándar 20.483 horas

Se determinó que los tiempos de fallo en horas para el horno siguen una distribución normal con media de 74.91 horas y una desviación estándar de 20.483 horas. La información se contrasta también con la utilización de la extensión del software Arena, Input Analyzer mostrado en el anexo 25. Asimismo; para la simulación se determinó el generador de una variable de comportamiento normal, tomando en cuenta números aleatorios para poder simular analíticamente los tiempos de fallo

$$N_i = \left[\sum_{i=1}^{12} r_i - 6 \right] \sigma + \mu$$

Ecuación 1. Generación de variable normal

Tabla 100. *Generación de Variables normales*

Desviación	20.4832	Media	74.90969
n	ri	Xi	Fallos en horas trabajadas
1	0.8484		87.37
2	0.1409		77.05
3	0.4542		62.88
4	0.8779		106.34
5	0.7048		64.01
6	0.3685	87.3746	58.80
7	0.6310		70.25
8	0.0193		57.36
9	0.5143		40.64
10	0.4867		102.02

11	0.8860		36.63
12	0.6767		90.34
13	0.5270		58.24
14	0.7455		104.26
15	0.4689		84.97
16	0.0994		61.84
17	0.9929		75.85
18	0.3949		86.01
19	0.6300	77.0502	92.34
20	0.5380		94.82
21	0.1617		52.48
22	0.6850		47.28
23	0.6193		79.21
24	0.2420		86.81

Nota. Se generó la predicción para el mantenimiento del año 2020; además los datos continúan en el anexo 26.

Después de generar las variables aleatorias asociadas a las posibles horas de falla; se realizó un cronograma de fechas para realizar el mantenimiento de limpieza e inspección del sistema eléctrico.

Tabla 101. *Fechas de posibles fallas*

Días	acumulado	Fechas de posibles fallas	Fechas de mantenimiento
11	11	11/01/2020	10/01/2020
10	21	21/01/2020	20/01/2020
8	28	28/01/2020	27/01/2020
13	42	9/02/2020	08/02/2020
8	50	17/02/2020	16/02/2020
7	57	24/02/2020	23/02/2020
9	66	4/03/2020	03/03/2020
7	73	11/03/2020	10/03/2020
5	78	16/03/2020	15/03/2020
13	91	29/03/2020	28/03/2020
5	95	3/04/2020	02/04/2020
11	107	14/04/2020	13/04/2020
7	114	21/04/2020	20/04/2020
13	127	4/05/2020	03/05/2020
11	138	15/05/2020	14/05/2020
8	145	23/05/2020	22/05/2020
9	155	1/06/2020	31/05/2020
11	166	12/06/2020	11/06/2020

12	177	24/06/2020	23/06/2020
12	189	6/07/2020	05/07/2020
7	196	13/07/2020	12/07/2020
6	201	19/07/2020	18/07/2020
10	211	29/07/2020	28/07/2020
11	222	9/08/2020	08/08/2020
9	231	18/08/2020	17/08/2020
9	240	27/08/2020	26/08/2020
13	253	9/09/2020	08/09/2020
10	263	19/09/2020	18/09/2020
11	274	30/09/2020	29/09/2020
9	283	9/10/2020	08/10/2020
7	290	16/10/2020	15/10/2020
11	301	27/10/2020	26/10/2020
11	312	7/11/2020	06/11/2020
7	318	14/11/2020	13/11/2020
15	334	29/11/2020	28/11/2020
13	347	12/12/2020	11/12/2020
10	357	22/12/2020	21/12/2020
12	369	3/01/2021	02/01/2021
6	375	9/01/2021	08/01/2021
12	387	21/01/2021	20/01/2021
10	397	31/01/2021	30/01/2021
7	404	7/02/2021	06/02/2021
7	411	14/02/2021	13/02/2021
6	417	20/02/2021	19/02/2021
12	429	4/03/2021	03/03/2021
8	436	12/03/2021	11/03/2021
10	447	22/03/2021	21/03/2021
10	457	1/04/2021	31/03/2021
9	466	10/04/2021	09/04/2021
8	474	18/04/2021	17/04/2021

Nota. Las fechas de mantenimiento se consideraron un día antes del posible evento de falla en la máquina. Asimismo, los días son hallados al dividir y aproximar al entero las horas de fallo simulado entre lo que dura una jornada laboral (8 horas) para determinar qué días posiblemente falle el horno.

3.3. Simulación de la productividad

Para la simulación de la productividad es necesario identificar el tipo de distribución estadística que poseen los tiempos de cada proceso tomando sus parámetros para poder realizar la simulación del proceso. Asimismo; se debe identificar el tipo de distribución mediante una prueba de bondad de ajuste Kolmogorov, tomando como muestra los datos de la tabla 58:

Proceso de corte:

H0: Los datos tomados siguen una distribución normal.

H1: Los datos tomados siguen otra distribución.

Tabla 102. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de Corte.

Prueba de Kolmogorov Smirnov					
n	50	media	5.958	desviación	0.692
Intervalos	8	Rango	3.0176	Amplitud	0.3772
[Lim inf	- Lím sup>	Oi	Poia	Peia	C
4.48	4.85	3	0.060	0.055	0.005
4.85	5.23	4	0.140	0.146	0.006
5.23	5.61	9	0.320	0.306	0.014
5.61	5.98	13	0.580	0.515	0.065
5.98	6.36	7	0.720	0.720	0.000
6.36	6.74	6	0.840	0.870	0.030
6.74	7.12	5	0.940	0.953	0.013
7.12	7.49	3	1.000	0.987	0.013
Total		50	Estadístico de Prueba		0.0649
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla Kolmogorov		0.1923

Nota: Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución normal con parámetros 5.958 y desviación estándar 0.692

Se determinó que los tiempos para el proceso de corte tienen una distribución normal con media de 5.958 minutos y una desviación estándar de 0.692 minutos. La información se contrasta también con la utilización de la extensión del software Arena, Input Analyzer mostrado en el anexo 27.

Proceso de perfilado:

H0: Los datos tomados siguen una distribución triangular.

H1: Los datos tomados siguen otra distribución.

Tabla 103. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de Perfilado

Prueba de Kolmogorov Smirnov					
n	50	media	5.765809	desviación	0.22748977
Intervalos	8	Rango	0.98725	Amplitud	0.12340625
[Lim inf	- Lím sup>	Oi	Poia	Peia	C
5.30	5.42	1	0.020	0.031	0.011
5.42	5.54	9	0.200	0.125	0.075
5.54	5.67	8	0.360	0.281	0.079
5.67	5.79	12	0.600	0.500	0.100
5.79	5.91	7	0.740	0.719	0.021
5.91	6.04	4	0.820	0.875	0.055
6.04	6.16	7	0.960	0.969	0.009
6.16	6.28	2	1.000	1.000	0.000
Total		50	Estadístico de Prueba		0.1000
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla Kolmogorov		0.1923
a	5.297	b	5.791	c	6.285

Nota. Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución triangular con parámetros mínimo de 5.297 moda de 5.791 y máximo de 6.285

Se determinó que los tiempos para el proceso de perfilado tienen una distribución triangular con mínimo de 5.297 minutos, moda de 5.791 minutos y un valor máximo 6.285 minutos. La información se contrasta también con la utilización de la extensión del software Arena, Input Analyzer mostrado en el anexo 28.

Proceso de armado:

H0: Los datos tomados siguen una distribución uniforme continua

H1: Los datos tomados siguen otra distribución.

Tabla 104. Prueba de Kolmogorov para los tiempos del proceso de armado

Prueba de Kolmogorov Smirnov					
n	50	media	6.198670667	desviación	0.263984307
Intervalos	8	Rango	0.993066667	Amplitud	0.124133333
[Lim inf	- Lím sup>	Oi	Poia	Peia	C
5.67	5.79	3	0.060	0.125	0.065
5.79	5.92	6	0.180	0.250	0.070
5.92	6.04	5	0.280	0.375	0.095
6.04	6.17	9	0.460	0.500	0.040
6.17	6.29	7	0.600	0.625	0.025
6.29	6.41	7	0.740	0.750	0.010
6.41	6.54	7	0.880	0.875	0.005
6.54	6.66	6	1.000	1.000	0.000
Total		50	Estadístico de Prueba		0.0950
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla Kolmogorov		0.1923
a	5.670	b	6.663		

Nota. Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución Uniforme Continua con parámetros mínimo de 5.670 y máximo de 6.663

Se determinó que los tiempos para el proceso de perfilado tienen una distribución uniforme continua con mínimo de 5.67 minutos y un valor máximo 6.663 minutos. La información se contrasta también con la utilización de la extensión del software Arena, Input Analyzer mostrado en el anexo 29.

Proceso de alistado:

H0: Los datos tomados siguen una distribución normal

H1: Los datos tomados siguen otra distribución.

Prueba de Kolmogorov Smirnov					
n	50	media	6.360	desviación	0.619
Intervalos	8	Rango	2.71402	Amplitud	0.3392525
[Lim inf	- Lím sup>	Oi	Poia	Peia	C
5.09	5.43	2	0.040	0.066	0.026
5.43	5.77	9	0.220	0.169	0.051
5.77	6.11	9	0.400	0.341	0.059
6.11	6.44	5	0.500	0.555	0.055
6.44	6.78	9	0.680	0.753	0.073
6.78	7.12	11	0.900	0.891	0.009
7.12	7.46	3	0.960	0.963	0.003
7.46	7.80	2	1.000	0.990	0.010
Total		50	Estadístico de Prueba		0.0734
Nivel de significancia		0.05	Valor en tabla Kolmogorov		0.1923

Nota. Se acepta con un 95% de confianza que los datos siguen una distribución normal con parámetros media de 6.360 y desviación estándar de 0.619

Se determinó que los tiempos para el proceso de Alistado tienen una distribución normal con media de 6.36 minutos y una desviación estándar de 0.619 minutos. La información se contrasta también con la utilización de la extensión del software Arena, Input Analyzer mostrado en el anexo 30.

En la producción de botines en el proceso de armado se emplea un horno para activar el pegamento; sin embargo, existe la probabilidad que el horno falle, entonces para la decisión consultamos al jefe de producción por el reporte de las fallas del horno en el proceso de armado, el cual nos brindó las fallas y producción por mes del año 2019:

Tabla 105. Producción de fallo por par de botines

Mes	Fallos	Días trabajados	producción/mes	Proporción de fallos
Enero	2	27	1945	Probabilidad de fallo 0.013
Febrero	3	24	1837	
Marzo	2	28	1871	
Abril	3	28	1910	
Mayo	1	27	1967	
Junio	2	25	1748	
Julio	2	27	1845	Probabilidad de no fallo 0.987
Agosto	3	27	1815	
Setiembre	2	25	1793	
Octubre	3	27	1827	
Noviembre	4	26	1839	
Diciembre	2	28	1896	
Total	29	319	22293	

Nota. La probabilidad de fallo es de 0.013

Por último, se ingresaron los parámetros de corte, perfilado, armado y alistado; además de la probabilidad de fallo del horno. De forma tal que se diseñó un diagrama lógico en arena para la simulación de la producción bajo dos escenarios:

1° Restando los suplementos

2° Considerando la compensación de los suplementos con la eliminación de actividades por las propuestas Kanban y 5s.

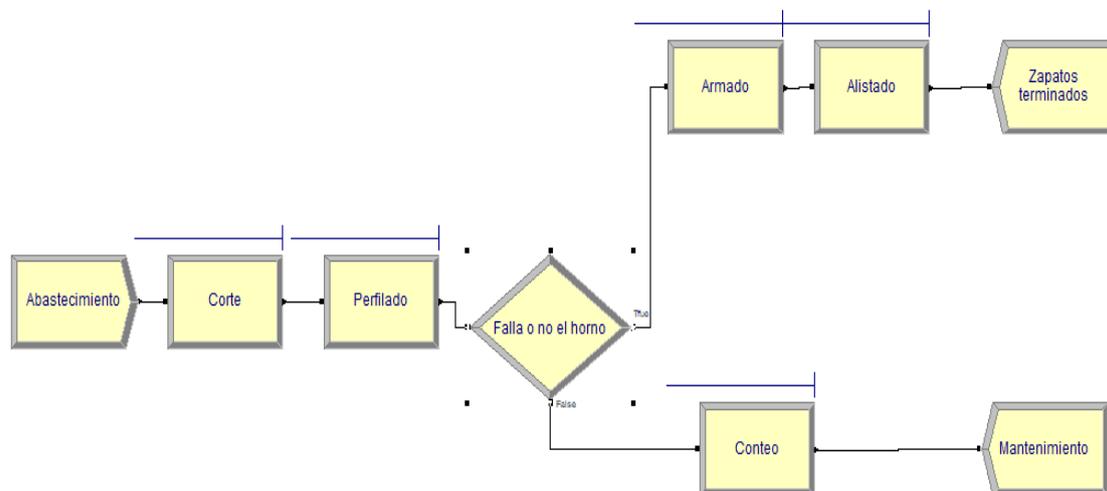


Figura 46. Diagrama de proceso de Simulación en Arena Software.

1° Resultado de la simulación para 25 días de trabajo del mes de marzo considerando los suplementos.

Tabla 106. *Simulación del proceso de producción de botines.*

Reporte de simulación para el mes de marzo (8% Suplementos Promedio)			
Simulación	Completos	Fallos (1=fallo, 0=no fallo)	Productividad H-H
Simulación 1	65	0	1.015
Simulación 2	66	0	1.031
Simulación 3	68	1	1.062
Simulación 4	66	0	1.031
Simulación 5	67	0	1.046
Simulación 6	66	0	1.031
Simulación 7	66	0	1.031
Simulación 8	67	0	1.046
Simulación 9	65	0	1.015
Simulación 10	64	0	1
Simulación 11	66	0	1.031
Simulación 12	66	0	1.031
Simulación 13	65	0	1.015
Simulación 14	67	0	1.046
Simulación 15	65	0	1.015
Simulación 16	66	0	1.031
Simulación 17	66	0	1.031
Simulación 18	66	0	1.031
Simulación 19	67	1	1.046
Simulación 20	67	0	1.046
Simulación 21	66	0	1.031
Simulación 22	65	0	1.015
Simulación 23	67	0	1.046
Simulación 24	64	0	1
Simulación 25	66	0	1.031

Nota. la simulación se extrajo del reporte de la simulación, la cual se realizó para 25 días trabajados para el mes de marzo 2020 para 441.6 minutos al día quitando los suplementos.

Se aprecia que en promedio de producción por día en el mes de marzo es de 66 botines además el horno tuvo 2 paradas no planificadas según la simulación en Arena Software.

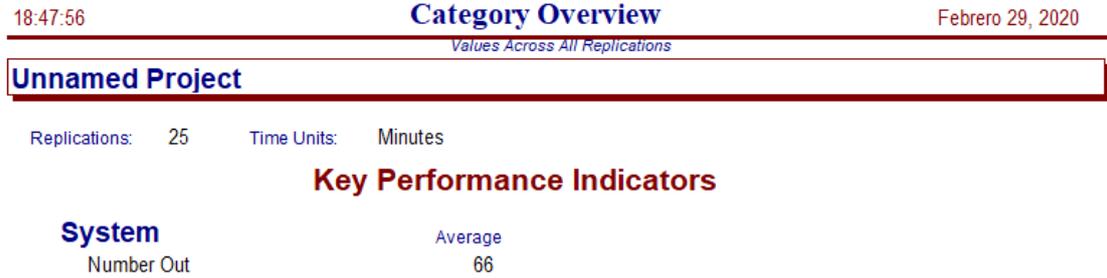


Figura 47. Promedio de producción diaria según la simulación en Arena.

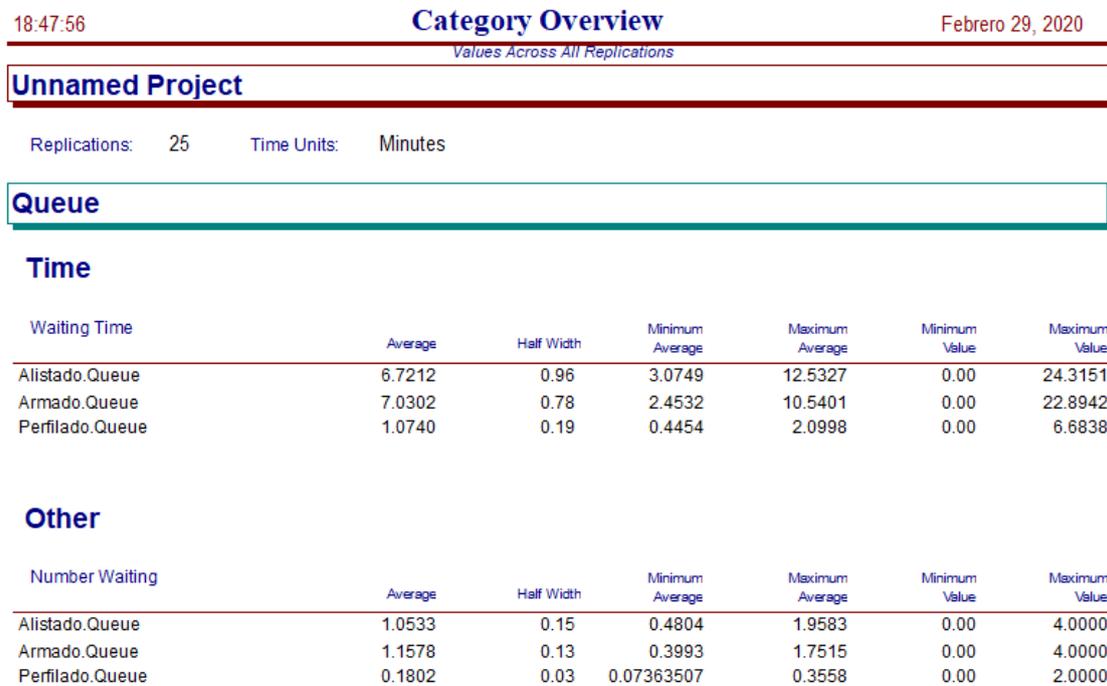


Figura 48. Colas promedio en el mes de marzo según la simulación.

Según la figura 48 se observa que el promedio de tiempo en cola por par de botines para entrar al proceso de perfilado es en promedio 1.07 minutos con 0.18 pares de botas promedio para el tamaño de la cola. Para el proceso de armado, las colas de ingreso al proceso tienen un tiempo promedio de 7.03 minutos por par de botines, con un tamaño de cola promedio de 1.15 pares de botas en cola y por último para el proceso de alistado se observa un tiempo promedio en cola por par de botines de 6.72 minutos, con un tamaño de cola de 1.05 pares de botas en cola promedio.

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
	Alistar	0.9572	0.00	0.9506
Armar	0.9706	0.00	0.9629	0.9753
Cortar	0.9996	0.00	0.9981	1.0000
Perfilar	0.9594	0.00	0.9373	0.9776

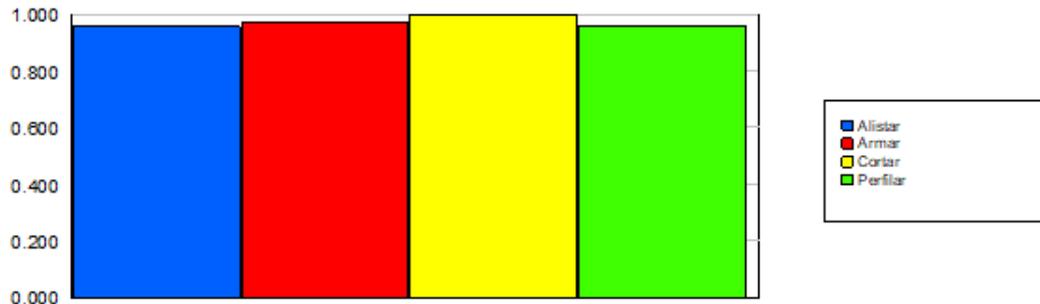


Figura 49. Eficiencia de los procesos

Para el proceso de corte la eficiencia promedio para los 25 días trabajados del mes de marzo es de 99.96% de eficiencia, que indica que el 99.96 % del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso; para el proceso de perfilado fue de 95.94%, que indica que el 95.94 % del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso; para el proceso de armado 97.06 y para el proceso de alistado 95.72% de eficiencia, que indica que el 95.72 % del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso.

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
	Alistar	66.8800	0.36	65.0000
Armar	70.0800	0.17	69.0000	71.0000
Cortar	74.8000	0.32	74.0000	76.0000
Perfilar	73.6400	0.31	72.0000	75.0000



Figura 50. Producción promedio por proceso.

Según la figura 50 extraído del reporte de la simulación del proceso, indica que, en promedio para el área de corte, realizó el proceso para 74.8 botines diarios en promedio, para el área de perfilado se realizó el proceso para 73.64 botines diarios en promedio, para el área de armado se realizó el proceso para 70.08 botines diarios en promedio, para el área de alistado se realizó el proceso para 66.88 botines diarios en promedio

A continuación, se analizó el escenario a 480 minutos de horas de trabajo laboradas:

Tabla 107. *Simulación de la productividad al mes de marzo sin considerar los suplementos.*

Simulación	Reporte de simulación para el mes de marzo		
	Completos	Fallos (1=fallo, 0=no fallo)	Productividad H-H
Simulación 1	71	0	1.109
Simulación 2	73	0	1.140
Simulación 3	74	1	1.156
Simulación 4	72	0	1.125
Simulación 5	73	0	1.140
Simulación 6	72	0	1.125
Simulación 7	72	0	1.125
Simulación 8	73	0	1.140
Simulación 9	71	0	1.109
Simulación 10	70	0	1.093
Simulación 11	72	0	1.125
Simulación 12	72	0	1.125
Simulación 13	71	0	1.109
Simulación 14	73	0	1.140
Simulación 15	71	0	1.109
Simulación 16	72	0	1.125
Simulación 17	73	0	1.140
Simulación 18	72	0	1.125
Simulación 19	73	1	1.140
Simulación 20	73	0	1.140
Simulación 21	72	0	1.125
Simulación 22	71	0	1.109
Simulación 23	72	0	1.125
Simulación 24	71	0	1.109
Simulación 25	72	0	1.125

Nota. La simulación se extrajo del reporte de la simulación, la cual se realizó para 25 días trabajados para el mes de marzo 2020 para 480 minutos al día.



Figura 51. Promedio de producción diaria según la simulación en Arena.

Se aprecia que en promedio de producción por día en el mes de marzo es de 72 botines además el horno tuvo 2 paradas no planificadas según la simulación en Arena Software.

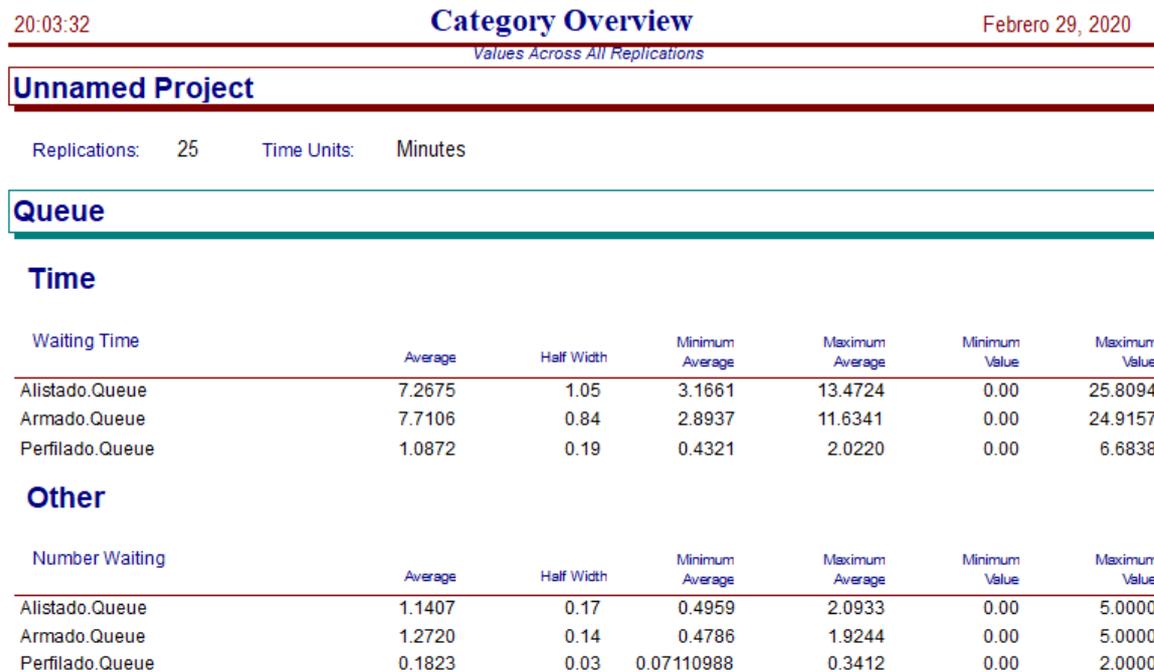


Figura 52. Colas promedio en el mes de marzo según la simulación

Según la figura 52 se observa que el promedio de tiempo en cola por par de botines para entrar al proceso de perfilado es en promedio 1.08 minutos con 0.18 pares de zapatos promedio para el tamaño de la cola. Para el proceso de armado, las colas de ingreso al proceso tienen un tiempo promedio de 7.71 minutos por par de botines, con un tamaño de cola promedio de 1.27 botas en cola y por último para el proceso de alistado se observa un tiempo promedio en cola por par de botines de 7.26 minutos, con un tamaño de cola de 1.14 botines en cola promedio.

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Alistar	0.9606	0.00	0.9546	0.9644
Armar	0.9730	0.00	0.9658	0.9773
Cortar	0.9996	0.00	0.9983	1.0000
Perfilar	0.9608	0.00	0.9423	0.9784

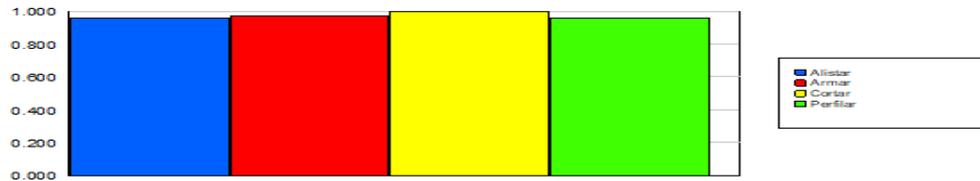


Figura 543. Eficiencia de los procesos

Para el proceso de corte la eficiencia promedio para los 25 días trabajados del mes de marzo es de 99.96% de eficiencia, que indica que el 99.96 % del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso; para el proceso de perfilado fue de 96.08%, que indica que el 96.08% del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso; para el proceso de armado 97.30 y para el proceso de alistado 96.06% de eficiencia, que indica que el 96.06% del tiempo está siendo utilizado en realizar el proceso.

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Alistar	72.9600	0.35	71.0000	74.0000
Armar	76.3200	0.20	76.0000	77.0000
Cortar	81.2400	0.34	80.0000	83.0000
Perfilar	80.0400	0.33	79.0000	82.0000



Figura 534. Producción promedio por proceso

Según la figura 54 extraído del reporte de la simulación del proceso, indica que, en promedio para el área de corte, realizó el proceso para 81.24 botines diarios en promedio, para el área de perfilado se realizó el proceso para 80.04 botines diarios en promedio, para el área de armado se realizó el proceso para 76.32 botines diarios en promedio, para el área de alistado se realizó el proceso para 72.96 botines diarios en promedio. Asimismo, la variación de la productividad fue de 29% aproximadamente.

Tabla 108. Variación de la productividad.

Antes	Después	Variación
0.86	1.113	29%

Nota. La variación es del 29% aproximadamente.

3.4 Resultados del impacto de las herramientas

Diagrama Bimanual:

En la siguiente tabla se registró la variación de los tiempos por proceso después del análisis mediante el diagrama bimanual:

Tabla 109. Variación de los tiempos antes y después del análisis de diagrama Bimanual.

Procesos	Tiempos Antes	Tiempos Después	Variación
Corte	890	698	22%
Perfilado	928	688	26%
Armado	1286	1126	12%
Alistado	396	379	4%

Nota. La mayor cantidad de movimientos ineficientes se concentraban en el proceso de corte y perfilado

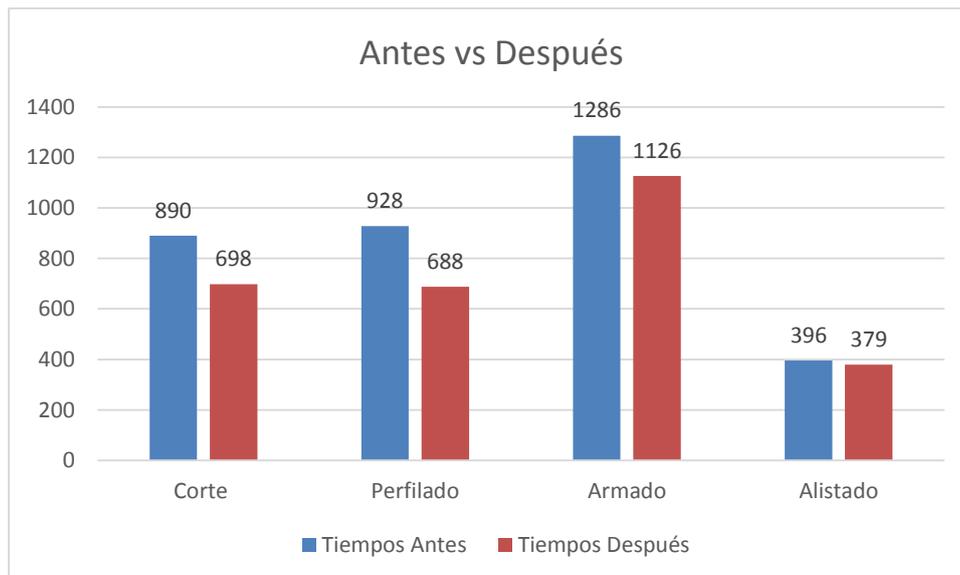


Figura 55. Perfil de la variación de los tiempos por proceso

De los 4 procesos principales para la elaboración de calzado; se redujo en mayor proporción de tiempo, los procesos de corte y perfilado porque se evidenciaron elevada cantidad de movimientos excesivos o innecesarios que no agregaban valor a la operación. Asimismo, se redistribuyó la carga de trabajo de la mano derecha e izquierda; de tal forma que se utilice eficientemente el recurso. Cabe resaltar que dicha mejora estimada fue reduciendo los tiempos iniciales registrados; considerando las mismas condiciones de trabajo.

Tiempo estándar:

En la siguiente tabla se registra la variación de tiempo estándar con la optimización:

Tabla 110. Variación positiva del tiempo estándar

Procesos	TE Antes	TE Después	Variación
Corte	8.57	6.44	24.9%
Perfilado	8.74	5.35	38.8%
Armado	7.77	6.36	18.1%
Alistar	7.10	6.09	14.2%

Nota. El proceso de perfilado se optimizó en 38% aproximadamente.

Existe una variación positiva del tiempo estándar antes y después de la propuesta lo que permite optimizar el tiempo de la operación con el objetivo de incrementar la producción y cumplir con las partes interesadas al sistema. Asimismo, se estima esta reducción significativa considerando la implementación de un sistema Kanban y 5s; dado que se mejoraría el flujo de información, materiales y personas.

Balance de línea:

Si consideramos la reducción de los movimientos ineficientes en la ejecución de la operación obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 111. Balance de línea 1

No	Procesos	TE/Operario	Takt Time	Ineficiencia
1	Corte	6.89	6.21	0.68
2	Perfilado	6.52	6.21	0.31
3	Armado	6.74	6.21	0.53
4	Alistado	6.84	6.21	0.63

Nota. Todos los procesos son ineficientes.

Si comparamos los tiempos optimizados con respecto al ritmo de producción establecido por el cliente; existe una ineficiencia de: 0.49 en corte; 0.12 en perfilado; 0.34 en armado y 0.44 en alistado. Por lo tanto; se tuvo que diseñar el balance utilizando la metodología Heijunka; en donde se diseñó herramientas Lean Manufacturing como Kanban (Herramienta para mejorar el flujo y/o abastecimiento de materiales por lote de producción) y 5s (Herramienta para mejorar el flujo de información con la identificación oportuna de los materiales o herramientas y personas por la óptima distribución de espacios libres de acumulación de retazos de cueros; evitando el estrés laboral y pérdida de los materiales o herramientas). Además, con dichas propuestas y reducción de las tareas adicionales por tiempo de identificación o abastecimiento, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 112. *Balance línea 2*

No	Proceso	TE nuevo	Takt Time	Tiempo extra o ineficiente
1	Corte	6.44	6.21	-0.23
2	Perfilado	5.35	6.21	+0.86
3	Armado	6.36	6.21	-0.15
4	Alistado	6.09	6.21	+0.12

Nota. El proceso de corte es ligeramente ineficiente.

En la tabla anterior se puede evidenciar que todos los procesos están bajo control con respecto al ritmo de producción esperado; excepto el proceso de corte que es aun ligeramente ineficiente. Sin embargo, cabe resaltar que estos tiempos son aproximados y en la implementación se deberán realizar la nueva medición del tiempo a los procesos.

Aplicación Kanban:

Se diseño las propuestas de implementación Kanban bajo el estándar de las tarjetas de producción para el reabastecimiento continuo por lote de producción; obteniendo los siguientes resultados estimados de reducción del tiempo ineficiente pro procesos:

Tabla 113. *Tiempo optimizado*

Proceso	Tiempo ineficiente
Corte	0.40
Perfilado	1.17
Armado	0.38
Alistado	0.75

Nota. Se redujo 2.7 minutos del ciclo total.

Metodología 5 s:

Se diseño la propuesta de implementación de 5S con el objetivo de mejorar el flujo y reducir los costos de merma de producción por la falta de criterio FIFO o identificación oportuna del material. En la siguiente tabla se registró la variación de la cultura esperada (Anexo 31) vs la cultura inicial de orden y limpieza (Anexo 16):

Tabla 114. *Variación de cultura de orden y limpieza esperada.*

Criterio	Puntaje	
	Antes (%)	Después (%)
Clasificar	32.5	100
Organizar	11.3	100
Limpieza	11.3	100
Estandarizar	13.3	53.3
Disciplina	5	53.3
Promedio	14.68	81.32

Nota. Se espera una maduración al 81.32 % de la cultura de orden y limpieza.

Asimismo, en la siguiente tabla se estima una reducción de los costos por mermas de producción:

Tabla 115. *Reducción de merma de producción*

Materia prima	Mermas	Unidades	Costo unit	Pérdida	Pérdida anual	Meta Reducción	Pérdida Anual
Cuero castor	3	m	S/15.0	S/45.00	S/180.00	80%	S/36.00
Peluche	1	m	S/18.0	S/18.00	S/.72.00	80%	S/14.40
Polar	0.5	m	S/8.50	S/4.25	S/.17.00	80%	S/3.40
Pegamento	0.6	L	S/9.43	S/5.66	S/.22.64	80%	S/4.53
Jebe	0.8	L	S/5.00	S/4.00	S/16.00	80%	S/3.20
Lona delgada	0.9	m	S/4.50	S/4.05	S/.16.20	80%	S/3.24
Lona gruesa	0.4	m	S/5.50	S/2.20	S/.8.80	80%	S/1.76
Hebilla	0.5	Docenas	S/7.50	S/3.75	S/.15.00	80%	S/3.00
Hojalillos	12	u	S/0.01	S/0.07	S/0.28	80%	S/0.056
Hilo	0.5	Cono	S/6.50	S/3.25	S/.13.00	80%	S/2.60
Cierre	2.5	m	S/1.00	S/2.50	S/.10.00	80%	S/2.00
Llaves	3.5	Pares	S/0.46	S/1.60	S/.6.4	80%	S/1.28
Punti	0.7	L	S/11.00	S/7.70	S/.30.8	80%	S/6.16
PVC	0.84	L	S/18.50	S/15.54	S/.62.16	80%	S/12.43
Limpiador de planta	0.3	L	S/18.00	S/5.40	S/.21.40	80%	S/4.28
Cartón	1.2	m	S/10.00	S/12.00	S/48.00	80%	S/9.60
Plumones	3	u	S/2.00	S/6.00	S/72.00	80%	S/.14.40
Tinte	0.2	L	S/18.00	S/3.60	S/14.40	80%	S/2.88
Crema Box	100	ml	S/2.60	S/2.60	S/10.4	80%	S/2.08
Bencina	0.3	L	S/5.00	S/1.50	S/6.00	80%	S/1.20
TOTAL					642.80		S/128.50

Nota. Se espera un ahorro estimado de 514.3 soles.

Mantenimiento predictivo:

Se realizó una simulación de las fallas del horno principal; dado que es la máquina que genera un mayor sobre costo de producción; con la finalidad de establecer un mantenimiento preventivo que genere una disponibilidad inmediata de las máquinas durante la elaboración de botines:

Tabla 116. *Reducción de paradas de las máquinas de producción.*

Máquina	Antes	Después
Horno 1	29	0
Horno 2	2	0
Perfiladora 1	5	0
Perfiladora 2	6	0

Nota. Se espera una reducción total de las paradas no planificadas con el mantenimiento preventivo del horno y los programas de limpieza ejecutadas.

Simulación de la productividad:

En la siguiente tabla se describe el resumen de la variación de la productividad; considerando el comportamiento estadístico de los procesos:

Tabla 117. *Variación de la productividad.*

Antes	Después	Variación
0.86	1.113	29%

Nota. Existe un incremento de productividad a 1.113

3.5 Análisis económico - Financiero

Para realizar el análisis económico – financiero; primero se determinó los costos de implementación de las propuestas; luego se estimó los ingresos percibidos por las mejoras y por último se analizó la viabilidad del proyecto de investigación.

Costos de implementación:

Costos intangibles

En las siguientes tablas se describe los costos intangibles asociados a la implementación de las propuestas. Cabe resaltar que dichos costos fueron consultados en el mercado actual por la empresa consultora Kaizen:

Tabla 118. *Costos intangibles de implementación.*

Descripción	Cantidad
Capacitación en la estandarización de la metodología de trabajo	S/.4000
Capacitación en la implementación de las herramientas Lean Manufacturing	S/.4000
Capacitación en el seguimiento y control de los indicadores de mantenimiento de las máquinas	S/.4000
Análisis del flujo de electricidad	S/.200

Nota. El costo total es de 12200 soles.

Costos tangibles

En las siguientes tablas se describe los costos tangibles asociados a la implementación de las propuestas. Cabe resaltar que dichos costos fueron consultados en el mercado local.

Tabla 119. *Costos tangibles de inversión para las 5s*

Descripción	Cantidad	Costo Unit	Costo Total
Franelas	4	S/2.00	S/8.00
Lubricador	4	S/25.00	S/100.00
Aceite	6	S/48.00	S/288.00
Depósitos de basura	5	S/20.00	S/100.00
Rótulos	50	S/3.00	S/150.00

Nota. El costo total es 646.00 soles.

Tabla 120. *Costo de inversión de implementación de mejoras en los hornos*

Descripción	Cantidad	Costo Unit	Costo total
Controlador	2	80	160
Estabilizador	1	150	150

Nota. El costo total es 310.00 soles.

Ahorros estimados:

Tabla 121. Ahorros por optimización de tiempos

Proceso	TE Antes	TE Después	Ahorro	O. Tiempos	CMO	Ahorro
Corte	8.57	6.44	2.13	3951.15	0.08	S/318.97
Perfilado	8.74	5.35	3.39	6288.45	0.08	S/507.66
Armado	7.77	6.36	1.41	2615.55	0.08	S/211.15
Alistar	7.1	6.09	1.01	1873.55	0.08	S/151.25
TOTAL						S/1189.04

Nota. Se estima un ahorro por optimización de tiempos de 1153.78 soles

Tabla 122. Ahorros por optimización del flujo de la producción.

Criterio de ahorro	Cantidad
Desbalance de producción	S/618.00
Mantenimiento preventivo de máquinas	S/82.80
Orden y limpieza	S/42.79
TOTAL	S/743.59

Nota. Se estima un ahorro de 743.59 soles mensual

Luego se realizó el análisis económico financiero con una tasa efectiva mensual del 2.21%; porque es la tasa de capital de trabajo ofrecida por el BCP considerando que toda la inversión será capital de deuda:

Descripción	Inversión	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Costos tangibles	S/956.00													S/956.00
Costos intangibles	S/12,200.00													S/12,200.00
EGRESOS														
O. Tiempos		S/1,189.04	S/14,268.43											
O. Flujo de producción		S/743.59	S/8,923.10											
AHORROS/INGRESOS														
Flujo económico	-S/13,156.00	S/1,932.63	S/23,191.53											

Figura 56. Flujo económico

Según el análisis económico por cada sol de inversión realizado en las propuestas de mejora se obtendrá un beneficio económico de 1.76 soles.

Tabla 123. Análisis financiero

TASA	2.21%
VAN	S/6868.69
TIR	16%

Nota. El proyecto es viable

El VAN es mayor que “0” por lo tanto se espera recuperar el capital y tener un ingreso de 6868.69 soles. Además, la TIR es 16% mayor a la tasa de costo de capital por lo que el proyecto es viable.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

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

- En la tesis “Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS”; se procedió de forma similar a este trabajo de investigación; identificando las actividades por cada proceso y registrándolos en DAP; sin embargo, no se determinó el impacto económico de la obtención de recursos según el balance de línea propuesto. Además; el autor considera que los tiempos críticos o ineficientes sólo se encuentran en la ejecución de las actividades más no en otros factores como paradas no planificadas o deficiente flujo de información, materiales o personas; lo que diferencia a este trabajo de investigación; dado que se desarrolló propuestas para eliminar dichos desperdicios que no agregan valor agregado para el cumplimiento de los objetivos.
- En la tesis “Estudio de tiempos y métodos para la mejora de la productividad en la línea de producción de colchones en la empresa MONLOP S.A. LIMA, 2017”; proponen el análisis de la productividad bajo los parámetros de eficiencia y eficacia; sin embargo no especifican si la cantidad planificada es representativa en función de una demanda esperada o contratación previa de los clientes; lo que difiere con este trabajo de investigación es el análisis de distancias improductivas; debido a que la empresa Calzados Celeste utiliza en su máxima capacidad el área disponible conforme a los recursos existentes y por consiguiente no se puede realizar dicho análisis; además la empresa está evaluando la opción de expandir su área al comprar terrenos vecinos y/o colindantes. Por otro lado; este trabajo de investigación realiza un análisis económico - financiero considerando una tasa de capital de descuento de 2.21%; por lo tanto, se evalúa la viabilidad de las propuestas; sin embargo, en la tesis de comparación sólo se considera el valor actual del dinero sin mencionar si el capital es patrimonio o deuda.
- En la tesis “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras para aumentar la productividad en la factoría Águila Real”; sólo considera el análisis de las actividades basados en los DAP; sin embargo, no permite describir los

movimientos elementales por lo que no se identifican los movimientos ineficientes o excesivos que no agregan valor al proceso. Además; el estudio de tiempos y movimientos está asociado a una productividad total; lo cual no se puede validar porque no se registra la información financiera completa de la empresa; a comparación de este trabajo de investigación que considera una productividad parcial en función de las horas – hombre trabajadas; además del análisis del comportamiento estadístico de los procesos para estimar la productividad en función de la estandarización del comportamiento variante en la ejecución de las actividades. Por lo tanto; este trabajo de investigación realizó un análisis detallado de los movimientos basados en la tabla estandarizada de Niebel; además para cumplir el ritmo de producción establecido por los clientes se diseñó dos herramientas lean Manufacturing para mejorar el flujo de la información, personas y materiales con el propósito de optimizar los tiempos estándar y compensar los suplementos considerados para la operación. Por último, el análisis económico financiero se realizó bajo el análisis de inversión total de deuda; siendo el VAN mayor a “0” y la TIR mayor al costo de capital; por ende, el proyecto es viable para su implementación.

4.2 Conclusiones

- La productividad inicial es 0.86 unidades/ hora-hombre; lo que significa que por cada hora hombre de avance se produce 0.86 unidades; representando una productividad deficiente en el sector para el cumplimiento de las necesidades de los clientes. Asimismo; en las actividades por cada uno de los procesos existen movimiento ineficientes o excesivos que no agregan valor al proceso; generando elevados tiempos como: en corte 890 segundos; en perfilado 928 segundos; en armado 1126 segundos y en alistado 396 segundos. Además; históricamente se registra paradas no planificadas de las máquinas que obstruyen el flujo continuo de la producción.
- Se obtuvo una reducción de tiempos de: 192 s en corte; 240 s en perfilado; 160 s en armado y 17 s en alistado; asimismo se optimizó un tiempo adicional de 2.7 minutos por la reducción de tiempos innecesarios con respecto a la identificación o abastecimiento oportuno de materiales o herramientas. Además; se diseñó la propuesta Kanban y 5S con la finalidad de establecer una cultura de orden y limpieza para mejorar el flujo de información, personas y materiales; de esta forma se logró establecer un tiempo estándar bajo control de ritmo de producción establecido por los clientes de 6.21 minutos; excepto el proceso de corte y armado. Cabe resaltar que los tiempos son referenciales según las mediciones iniciales. Por lo tanto; la mejora implementada podría variar en tolerancias aceptables.
- Se estima un incremento de la productividad de 0.86 a 1.113 con las propuestas de mejora; representando un incremento de 29%; lo cual significa el cumplimiento del ritmo de producción impuesto por los clientes con una demanda de 1855 pares aproximadamente.
- Por último; el valor actual neto es de 6868.69 soles; lo que significa que se obtendrá un beneficio mayor a “0”; asimismo la tasa interna de retorno 16% es mayor a la tasa de costo de capital de 2.21%. Por lo tanto; la implementación es viable.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar las propuestas de mejora generadas a partir del estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de eliminar los movimientos deficientes del sistema actual para el cumplimiento de las expectativas de los clientes y/ partes interesadas.
- Se debe cumplir el mantenimiento preventivo en las fechas simuladas y mantener actualizados los indicadores que permitan reflejar información oportuna para la toma de decisiones.
- Actualizar según sea requerido el parámetro de Takt time en función de la demanda promedio para determinar las necesidades de optimización que permitan satisfacer a los clientes. Además, implementar las tarjetas Kanban para mejorar el flujo de materiales e información.
- Se recomienda implementar las propuestas generadas por la aplicación de la filosofía 5S con la finalidad de mantener un ambiente ordenado y limpio que permita un flujo continuo del personal.

REFERENCIAS

- Aguilar Preciado, F. M. (2015). *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras para aumentar la productividad en la factoría águila real*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Andina. (16 de Julio de 2015). Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-empresas-del-calzado-trujillo-producen-25-del-total-nacional-565915.aspx>
- Arana Ponce, J. A. (2015). *Aplicación de técnicas de estudio del trabajo para incrementar la productividad del área de conversión en una planta de producción de lijas*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Benjamin W., N., & Andris, F. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: The Mc Graw - Hill Companies.
- Benjamin W., N., & Andris, F. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: The Mc Graw - Hill Companies.
- Camilo Jananía, A. (2008). *Manual de tiempos y movimientos - Ingeniería de métodos*. Mexico: Limusa S.A. de CV Grupo Noriega Editores.
- Criollo, R. G. (1998). *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Mc Graw Hill: Monterrey.
- Criollo, R. G. (1998). *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Monterrey: Mc Graw Hill.
- Cruz Salinas, M. Y. (2018). *INFORME ANUAL 2018*. Trujillo: Calzados Celeste.
- EOI. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI: MADRID.
- ICEX. (2019). *Calzado en Perú*. Madrid: ICEX.
- Kamawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Organización Internacional del trabajo.
- Kamawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Organización Internacional del trabajo.
- La República. (6 de Agosto de 2017). Obtenido de <https://larepublica.pe/economia/1070805-productos-chinos-afectan-la-industria-del-calzado/>
- Muñoz Ramírez, J. A. (2018). *Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

OBS Business School. (27 de Octubre de 2019). Obtenido de [https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/actualidad-del-project-](https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/actualidad-del-project-management/innovacion-y-calidad-claves-para-el-exito-empresarial)

[management/innovacion-y-calidad-claves-para-el-exito-empresarial](https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/actualidad-del-project-management/innovacion-y-calidad-claves-para-el-exito-empresarial)

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.

RD CALZADO. (14 de Agosto de 2019). Obtenido de

<http://revistadelcalzado.com/anuario-sector-mundial-calzado-2018/>

Rupay Claros, E. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de garruchas de bronce, SERMEFIT S.A.C., LOS OLIVOS,2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Tapia Durand, L. K. (2017). *Estudio de tiempos y metodos para la mejora de la productividad en la línea de producción de colchones en la empresa Monlop SA. Lima 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos de los procesos de producción de botines sobre la productividad en la empresa Calzados Celeste?	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar el impacto de la propuesta de mejora de tiempos y movimientos de los procesos de producción de botines sobre la productividad de la empresa Calzados Celeste. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diagnosticar la situación actual de la producción de botines de la empresa Calzados Celeste. Diseñar la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines. Estimar el incremento de la productividad con la propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines. Analizar el impacto económico financiera de la propuesta de mejora. 	La propuesta de mejora de tiempos y movimientos en los procesos de producción de botines incrementa la productividad de la empresa Calzados Celeste.	<p>Variable independiente: Mejora de tiempos y movimientos.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción de tiempo de las actividades. Balace de línea. Costo de mermas de producción. Eficiencia global de máquinas. <p>Variable dependiente: Productividad.</p> <p>Dimensiones: Productividad de mano de obra.</p>	<p>Población: La población en estudio son todos los procesos de producción de los diferentes tipos de calzado para dama como lo son los: botines, sandalias, taco forrado, zapatos de vestir, etc.</p> <p>Muestra: La muestra en estudio es no probabilística por convicción; dado que se considerará los procesos del producto de mayor rentabilidad y producción como lo son los procesos de producción de botines.</p>	Es de tipo diagnóstica y propositiva.	<p>Ficha de análisis documentarias.</p> <p>Guía de observación.</p> <p>Hoja de toma de tiempos.</p> <p>Cuestionario para los trabajadores.</p>

Anexo 2. FORMATO DE FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTARIA

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTARIA		
Nombre de la empresa		
Datos de la aplicación		
Fecha de la aplicación		
Área		
Encargado del Área		
Tipo de documento	Fecha de registro	Dato relevante

Anexo 3. FORMATO DE HOJA DE OBSERVACIÓN

HOJA DE OBSERVACIÓN		
Nombre de la empresa		
Datos de la aplicación		
Fecha de la aplicación		
Área		
Encargado del Área		
Proceso	Fecha de registro	Observación

Anexo 4. FORMATO DE HOJA DE TOMA DE TIEMPOS

Fecha:	Procesos				Nombre del producto		
Estudio N°01							
Hoja N°01	CORTE	PERFILADO	ARMADO	ALISTADO	BOTIN PARA DAMA		
Tiempo: min							
Cantidad:							
Muestras	T	T	T	T	Observaciones		
Totales					Tiempo estándar Total (Horas)		
No Observaciones							
Promedio							
Calificación Promedio							
Tiempo normal							
Suplementos							
Tiempo Estándar							
Nombre del Operador	Confidencial						

Anexo 5. FORMATO DE ENCUESTA A LOS TRABAJADORES PARA LA PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS

ENCUESTA PARA LA PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS					
Área:	Producción	Producto:	Botín para dama	Fecha:	24/10/2019
Problema:	Baja productividad en la empresa Calzado Celeste de la ciudad de Trujillo				
Investigador:					
Marque con una "X" según el impacto que genera cada ítem desde su punto de vista en la productividad de la empresa Calzados Celeste					
Valorización	Puntaje	Leyenda			
Importante	3	La causa raíz tiene un impacto importante en la productividad			
Moderado	2	La causa raíz tiene un impacto moderado en la productividad			
Trivial	1	La causa raíz tiene un trivial importante en la productividad			
CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAIZ	Calificación			
		Importante	Moderado	Trivial	
CR1	Falta de un estudio de movimientos.				
CR2	Falta de un rediseño de inventarios y almacenes.				
CR3	Falta de un estudio de balance de producción.				
CR4	Falta de un mantenimiento total productivo.				
CR5	Falta documentación y estandarización de los procedimientos de trabajo.				
CR6	Falta de orden y limpieza.				

Anexo 6. FOTO DEL REGISTRO DE ESTUDIO DE MOVIMIENTOS EN PRODUCCIÓN



Anexo 7. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL DEL PROCESO DE CORTE

OPERACIÓN:	Corte				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Marcos Rodriguez				Tiempo del ciclo:		890
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Presente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mpo	Tie mpo	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Buscar materiales y moldes de corte	S	75	75	S	Buscar materiales y moldes de corte		
Escoger los materiales y moldes	SE	15	15	SE	Escoger los materiales y moldes		
Sostener materiales y moldes	G	3	3	G	Sostener materiales y moldes		
Trasladar materiales y moldes	M	5	5	M	Trasladar materiales y moldes		
Soltar materiales y moldes	RL	2	2	RL	Soltar materiales y moldes		
Sostener falsa	G	3	3	AD	No realiza trabajo		
Mover falsa a la mano derecha	M	9	9	G	Sostener falsa		
No realiza trabajo	AD	7	7	P	Posicionar falsa		
Buscar molde de la falsa	S	12	12	S	Buscar molde de la falsa		
No realiza trabajo	AD	4	4	G	Sostener molde		
No realiza trabajo	AD	3	3	M	Trasladar molde		
No realiza trabajo	AD	3	3	P	Posicionar molde		
Ejercer presión sobre el molde	U	16	16	S	Buscar lapicero		
Ejercer presión sobre el molde	U	4	4	G	Sostener lapicero		
Ejercer presión sobre el molde	U	5	5	M	Trasladar lapicero		
Ejercer presión sobre el molde	U	10	10	U	Realizar el marcado		
Verificación de las mediciones	I	5	5	I	Verificación de las mediciones		
Buscar chaveta	S	29	29	S	Buscar chaveta		
No realiza trabajo	AD	4	4	G	Sostener chaveta		
Ejercer presión sobre la falsa	U	7	7	M	Mover chaveta		
Ejercer presión sobre la falsa	U	15	15	U	Utiliza chaveta		

Sostener cuero	G	3	3	G	Sostener cuero
Trasladar cuero	M	4	4	M	Trasladar cuero
Soltar cuero	RL	2	2	RL	Soltar cuero
Buscar moldes del modelo	S	10	10	S	Buscar moldes del modelo
No realiza trabajo	AD	4	4	G	Sostener moldes
No realiza trabajo	AD	9	9	M	Trasladar moldes
Abrir bolsa de moldes	U	7	7	U	Abrir bolsa de moldes
Soltar los 6 moldes	RL	3	3	RL	Soltar los 6 moldes
Colocar los moldes de forma ordenada	SE	6	6	SE	Colocar los moldes de forma ordenada
Sujetar molde 1	SE	5	5	AD	No realiza trabajo
Posicionar sobre el cuero	P	7	7	AD	No realiza trabajo
Ejercer presión sobre el cuero	U	15	15	S	Buscar lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Realizar el marcado
Sujetar molde 2	SE	4	4	AD	No realiza trabajo
Posicionar sobre el cuero	P	7	7	AD	No realiza trabajo
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	18	18	U	Realizar el marcado
Seleccionar molde 3	SE	4	4	AD	No realiza trabajo
Posicionar sobre el cuero	P	7	7	AD	No realiza trabajo
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Realizar el marcado
Seleccionar molde 4	SE	4	4	AD	No realiza trabajo
Posicionar sobre el cuero	P	7	7	AD	No realiza trabajo
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	19	19	U	Marcar medición
Seleccionar molde 5	SE	4	4	AD	No realiza trabajo
Posicionar sobre el cuero	P	7	7	AD	No realiza trabajo
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	18	18	U	Realizar el marcado

No realiza trabajo	AD	12	12	S	Buscar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	5	5	G	Sujetar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	22	22	U	Realizar el corte de la pieza 1
Mover pieza cortada	M	4	4	M	Retirar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	28	28	U	Realizar el corte de la pieza 2
Retirar pieza cortada	M	4	4	M	Retirar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	26	26	U	Realizar el corte de la pieza 3
Retirar pieza cortada	M	4	4	M	Retirar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	24	24	U	Realizar el corte de la pieza 4
Retirar pieza cortada	M	4	4	M	Retirar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	23	23	U	Realizar el corte de la pieza 5
Retirar pieza cortada	M	4	4	M	Retirar chaveta
No realiza trabajo	AD	3	3	G	Sostener peluche
No realiza trabajo	AD	4	4	P	Posicionar peluche
Buscar moldes	S	16	16	S	Buscar moldes
Sostener moldes	G	5	5	AD	No realiza trabajo
Posicionar moldes	P	4	4	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el molde	U	5	5	U	Marcar medición
Soltar molde	RL	3	3	G	Sostener chaveta
Presión sobre el peluche	U	2	2	U	Realizar el corte de peluche
Verificación de las mediciones	I	5	5	I	Verificación de las mediciones
No realiza trabajo	AD	2	2	G	Sostener polar
No realiza trabajo	AD	3	3	M	Trasladar polar
No realiza trabajo	AD	2	2	P	Posicionar polar
Buscar moldes	S	11	11	S	Buscar moldes
Sostener moldes	G	2	2	AD	No realiza trabajo
Posicionar moldes	P	5	5	G	Sostener lapicero
Presión sobre el molde	U	14	14	U	Realizar marcado
Soltar molde	RL	5	5	G	Sostener chaveta
Ejercer presión sobre el polar	U	49	49	U	Realizar el corte del polar
Verificación de las mediciones	I	5	5	I	Verificación de las mediciones
Buscar plantillas	S	12	12	S	Buscar plantillas

No realiza trabajo	AD	3	3	G	Sostener plantillas
No realiza trabajo	AD	7	7	M	Trasladar plantillas
No realiza trabajo	AD	6	6	P	Posicionar plantillas
Buscar moldes	S	8	8	S	Buscar moldes
Sostener moldes	G	4	4	AD	No realiza trabajo
Posicionar moldes	P	5	5	G	Sostener lapicero
Ejercer presión sobre el molde	U	10	10	U	Realizar marcado
Buscar chaveta	S	23	23	S	Buscar chaveta
Soltar molde	RL	7	7	G	Sostener chaveta
Ejercer presión sobre las plantillas	U	16	16	U	Realizar corte de plantillas
Verificación de las mediciones	I	10	10	I	Verificación de las mediciones

Anexo 8. DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO DEL PROCESO DE CORTE

OPERACIÓN:	Corte				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Marcos Rodriguez				Tiempo del ciclo:		698
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Presente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mpo	Tie mpo	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Tomar los materiales y moldes	RE	22	22	RE	Tomar los materiales y moldes		
Sostener materia prima y moldes	G	3	3	G	Sostener materia prima y moldes		
Trasladar los materiales y moldes	M	5	5	M	Trasladar los materiales y moldes		
Soltar materia prima y moldes	RL	2	2	RL	Soltar materia prima y moldes		
Coger falsa	G	3	3	G	Coger molde de falsa		
Posicionar falsa	PP	19	19	PP	Posicionar molde		
Soltar sujeción	RL	3	3	RL	Soltar sujeción		
Ejercer presión en el molde	U	10	10	RE	Tomar lapicero		
Ejercer presión en el molde	U	4	4	G	Coger lapicero		
Ejercer presión en el molde	U	5	5	M	Trasladar lapicero		
Ejercer presión en el molde	U	10	10	U	Realizar el marcado		
Ejercer presión en el molde	U	18	18	RE	Tomar chaveta		
Ejercer presión en el molde	U	4	4	G	Coger chaveta		
Ejercer presión sobre la falsa	U	7	7	M	Trasladar chaveta		
Ejercer presión sobre la falsa	U	15	15	U	Realizar el marcado		
Coger cuero	G	3	3	G	Coger cuero		
Trasladar cuero	M	4	4	M	Trasladar cuero		
Soltar cuero	RL	2	2	RL	Soltar cuero		
Parar	AD	4	4	G	Coger moldes		
Abrir bolsa de moldes	U	7	7	U	Abrir bolsa de moldes		
Ubicar los moldes de forma ordenada	RL	3	3	RL	Ubicar los moldes de forma ordenada		
Coger molde 1	RE	5	5	RE	Tomar el lapicero		
Posicionar sobre el cuero	PP	7	7	G	Coger lapicero		
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar		

Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Realizar el marcado
Coger molde 2	RE	5	5	RE	Coger lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	7	G	Coger lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar
Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Realizar el marcado
Alcanzar molde 3	RE	5	5	RE	Tomar lapicero
Posicionar sobre el cuero	PP	7	7	G	Coger lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar
Ejercer 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
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar
Ejercer 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
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar
Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Marcar medición
Ejercer presión sobre el cuero	U	6	6	H	Parar
Ejercer presión sobre el cuero	U	17	17	U	Marcar medición
Ejercer presión sobre el cuero	U	5	5	RE	Alcanzar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	5	5	G	Sujetar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	22	22	U	Cortar pieza 1
Mover pieza cortada	M	4	4	M	Levantar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	28	28	U	Cortar pieza 2
Mover pieza cortada	M	4	4	M	Levantar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	26	26	U	Cortar pieza 3

Mover pieza cortada	M	4	4	M	Levantar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	24	24	U	Cortar pieza 4
Mover pieza cortada	M	4	4	M	Levantar chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	23	23	U	Cortar pieza 5
Mover pieza cortada	M	4	4	M	Levantar chaveta
Coger moldes	G	5	5	G	Coger peluche
Posicionar moldes	PP	4	4	PP	Posicionar peluche
Ejercer presión sobre el cuero	U	4	4	G	Sujetar lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	5	5	U	Marcar medición
Soltar molde	RL	3	3	G	Coger chaveta
Ejercer presión sobre el cuero	U	2	2	U	Cortar peluche
Coger moldes	G	2	2	G	Coger polar
Posicionar moldes	PP	2	2	PP	Posicionar polar
Ejercer presión sobre el cuero	U	11	11	RE	Tomar moldes
Ejercer presión sobre el cuero	U	5	5	G	Coger lapicero
Ejercer presión sobre el cuero	U	14	14	U	Realizar el marcado
Liberar molde	RL	5	5	G	Coger chaveta
Presión sobre el polar	U	49	49	U	Realizar el corte en el polar
Tomar moldes	RE	12	12	RE	Tomar plantillas
Coger moldes	G	3	3	G	Coger plantillas
Posicionar moldes	PP	7	7	PP	Posicionar plantillas
Posicionar moldes	PP	5	5	G	Coger lapicero
Ejercer presión sobre el molde	U	10	10	U	Realizar marcado
Coger chaveta	RE	23	23	RE	Alcanzar chaveta
Soltar molde	RL	7	7	G	Coger chaveta
Ejercer presión sobre las plantillas	U	16	16	U	Realizar corte de plantillas

Anexo 9. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL DEL PROCESO DE PERFILADO

OPERACIÓN:	Perfilado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Jorge Rodriguez				Tiempo del ciclo:		928
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Presente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mpo	Tie mpo	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Buscar piezas cortadas	S	38	38	S	Buscar piezas cortadas		
Sostener piezas	G	4	4	G	Sostener piezas		
Soltar piezas en orden	RL	3	3	RL	Soltar piezas en orden		
Escoger pieza delantera	SE	6	6	H	No realiza trabajo		
Sostener pieza delantera	G	35	35	S	Buscar jebe		
No realiza trabajo	H	4	4	G	Coger jebe		
No realiza trabajo	H	13	13	U	Colocar jebe en el borde derecho de la pieza delantera		
No realiza trabajo	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		
No realiza trabajo	H	8	8	H	No realiza trabajo		
Mover unión hacia perfiladora	M	4	4	M	Mover unión hacia perfiladora		
Presión sobre las piezas	U	16	16	U	Cocer unión		
Inspección	I	10	10	I	Inspección		
Escoger pieza delantera	SE	5	5	H	No realiza trabajo		
Coger pieza delantera	G	36	36	S	Buscar jebe		
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener jebe		
No realiza trabajo	H	12	12	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza delantera		
No realiza trabajo	H	17	17	S	Buscar pieza lateral izquierdo		
Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera	U	17	17	U	Unir pieza lateral izquierdo con pieza delantera		
No realiza trabajo	H	6	6	H	No realiza trabajo		
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	No realiza trabajo		

Sostener pieza trasera	G	15	15	S	Buscar jebe
No realiza trabajo	H	3	3	G	Sostener jebe
No realiza trabajo	H	8	8	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza trasera
No realiza trabajo	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
No realiza trabajo	H	5	5	H	No realiza trabajo
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	18	18	S	Buscar pegamento
Escoger pegamento	SE	8	8	SE	Escoger pegamento
No realiza trabajo	H	5	5	I	Inspeccionar pegamento
No realiza trabajo	H	7	7	P	Posicionar sobre la mesa
Buscar cierres	S	39	39	S	Buscar cierres
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sujetar cierres
Sostener cierre	G	5	5	M	Pasar cierre a la mano izquierda
No realiza trabajo	H	14	14	U	Poner pegamento en el cierre
No realiza trabajo	H	37	37	U	Colocar cierre
Buscar jebe	S	26	26	S	Buscar jebe
Buscar lona delgada	S	4	4	G	Sostener jebe
Sostener lona delgada	G	8	8	P	Posicionar jebe sobre la mesa
No realiza trabajo	H	6	6	U	Colocar jebe sobre la lona
No realiza trabajo	H	19	19	U	Unir lona con lateral izquierdo
Sostener lona delgada 2	G	7	7	U	Colocar jebe sobre la lona
No realiza trabajo	H	14	14	U	Unir lona con lateral derecho
No realiza trabajo	H	6	6	H	No realiza trabajo
Inspección	I	5	5	I	Inspección
Buscar polar	S	25	25	S	Buscar polar
Sostener polar	G	5	5	H	No realiza trabajo
No realiza trabajo	H	9	9	U	Colocar pegamento en el polar
No realiza trabajo	H	21	21	U	Unir polar con los laterales interiores
Buscar pieza extra	S	16	16	S	Buscar pieza extra
No realiza trabajo	H	17	17	S	Buscar pegamento
Sostener pieza extra	G	6	6	U	Sacar pegamento
No realiza trabajo	H	23	23	U	Poner pegamento en pieza extra

No realiza trabajo	H	19	19	U	Unir pieza extra con lateral izquierdo
Mover unión hacia perfiladora	M	4	4	M	Mover unión hacia perfiladora
No realiza trabajo	H	13	13	U	Realizar punteadas en la unión
Buscar hojalillos	S	15	15	S	Buscar hojalillos
No realiza trabajo	H	5	5	G	Sostener hojalillos
No realiza trabajo	H	49	49	U	Colocar hojalillos
No realiza trabajo	H	13	13	S	Buscar hebilla
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener hebilla
Colocar hebilla	U	8	8	U	Colocar hebilla
Buscar peluche	S	13	13	S	Buscar pegamento
Sostener peluche	G	4	4	P	Posicionar sobre la mesa
No realiza trabajo	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

Anexo 10. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL DEL PROCESO DE PERFILADO

OPERACIÓN:	Perfilado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Jorge Rodriguez				Tiempo del ciclo:		688
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Pres ente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mp o	Tie mp o	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Alcanzar piezas cortadas	RE	12	12	RE	Alcanzar piezas cortadas		
Sostener piezas	G	4	4	G	Sostener piezas		
Soltar piezas en orden	RL	3	3	RL	Soltar piezas en orden		
Tomar pieza delantera	RE	6	6	RE	Alcanzar jebe		
Sostener pieza delantera	G	5	5	G	Sostener jebe		
Ejercer una presión ligera sobre la pieza	U	13	13	U	Colocar jebe en el borde derecho de la pieza delantera		
Ejercer una 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		
Ejercer presión sobre las piezas	U	16	16	U	Cocer unión		
Alcanzar pieza delantera	RE	5	5	RE	Alcanzar Jebe		
Sostener pieza delantera	G	5	5	G	Sostener jebe		
Ejercer una presión ligera sobre la pieza	U	12	12	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza delantera		
Ejercer una 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		
Ejercer una presión sobre las piezas	U	16	16	U	Cocer unión		
Verificar unión de piezas	I	5	5	I	Verificar unión de piezas		

Alcanzar pieza trasera	RE	4	4	RE	Alcanzar jebe
Sostener pieza trasera	G	6	6	G	Sostener jebe
Ejercer una presión ligera sobre la pieza	U	8	8	U	Colocar jebe en el borde izquierdo de la pieza trasera
Ejercer una 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
Ejercer presión sobre las piezas	U	17	17	U	Cocer unión
Verificar unión de piezas	I	6	6	I	Verificar unión de piezas
Alcanzar cierres	RE	12	12	RE	Alcanzar pegamento
Sostener cierre	G	8	8	G	Sujetar pegamento
Tomar 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
Sostener lona delgada	G	4	4	G	Sostener jebe
Coger 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
Sostener 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
Verificar unión de piezas	I	5	5	I	Verificar unión de piezas
Alcanzar polar	RE	18	18	RE	Alcanzar pegamento
Sostener polar	G	5	5	G	Sostener 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
Sostener pieza extra	G	8	8	G	Sostener pegamento
Sostener 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	Sostener hojalillos
Ejercer presión	U	49	49	U	Colocar hojalillos
No realizar trabajo	H	13	13	RE	Alcanzar hebilla
Ejercer presión	U	4	4	G	Sostener hebilla
Colocar hebilla	U	8	8	U	Colocar hebilla
Alcanzar peluche	RE	5	5	RE	Alcanzar pegamento
Sostener peluche	G	4	4	PP	Posicionar sobre la mesa
No realizar trabajo	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

Anexo 11. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL DEL PROCESO DE ARMADO

OPERACIÓN:	Armado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Manuel Zabaleta				Tiempo del ciclo:	1286	
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Pres ente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mp o	Tie mp o	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Buscar pegamento	S	15	15	S	Buscar pegamento		
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener pegamento		
No realiza trabajo	H	6	6	M	Mover pegamento		
No realiza trabajo	H	5	5	P	Posicionar pegamento sobre la mesa		
Buscar falsa	S	39	39	H	No realiza trabajo		
Sostener falsa	G	4	4	H	No realiza trabajo		
Mover falsa	M	3	3	H	No realiza trabajo		
No realiza trabajo	H	16	16	S	Buscar horma		
No realiza trabajo	H	5	5	G	Sostener horma		
No realiza trabajo	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		
No realiza trabajo	H	5	5	M	Mover unión sobre la mesa de trabajo		
Buscar lona gruesa	S	12	12	S	Buscar punti		
Sostener lona gruesa	G	4	4	G	Sostener punti		
No realiza trabajo	H	5	5	P	Posicionar punti		
No realiza trabajo	H	9	9	U	Colocar punti en la lona gruesa		
Buscar modelo perfilado	S	34	34	H	No realiza trabajo		
Sostener modelo perfilado	G	60	60	U	Unir lona gruesa con la pieza delantera		
No realiza trabajo	H	9	9	U	Colocar punti en la lona delgada		
No realiza trabajo	H	50	50	U	Unir lona delgada con la pieza delantera		
No realiza trabajo	H	6	6	U	Colocar para el secado		
No realiza trabajo	H	10	10	S	Buscar pegamento		
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener pegamento		

No realiza trabajo	H	6	6	P	Posicionar pegamento sobre la mesa
No realiza trabajo	H	7	7	U	Colocar pegamento sobre lona delgada y bordes del polar
Buscar polar	S	4	4	G	Sostener modelo
Sostener polar	G	5	5	H	No realiza trabajo
Unir polar interior con el modelo	U	34	34	U	Unir polar interior con el modelo
No realiza trabajo	H	21	21	S	Buscar tijera
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener tijera
No realiza trabajo	H	5	5	I	No realiza trabajo
No realiza trabajo	H	118	118	U	Recortar imperfecciones
No realiza trabajo	H	3	3	RL	Soltar 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
No realiza trabajo	H	40	40	I	Verificar unión
Buscar planta PVC	S	13	13	H	No realiza trabajo
Sostener planta	G	9	9	S	Buscar trapo de limpieza de plantas
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener trapo
No realiza trabajo	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	No realiza trabajo
No realiza trabajo	H	10	10	M	Sacar planta del horno
Sostener modelo perfilado	G	4	4	G	Sostener planta PVC
Unir planta PCV con modelo perfilado	U	85	85	U	Unir planta PCV con modelo perfilado
No realiza trabajo	H	13	13	S	Buscar chaveta
No realiza trabajo	H	4	4	G	Sostener chaveta
No realiza trabajo	H	126	126	U	Recortar imperfecciones
No realiza trabajo	H	3	3	RL	Soltar chaveta
Buscar delcazador	S	17	17	S	Buscar delcazador
Sostener modelo	G	4	4	G	Sujetar descalzador
No realiza trabajo	H	48	48	U	Realizar descalzado

Anexo 12. DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO DEL PROCESO DE ARMADO

OPERACIÓN:	Armado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Manuel Zabaleta				Tiempo del ciclo:	1123	
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Pres ente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mp o	Tie mp o	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Alcanzar falsa	RE	15	15	RE	Alcanzar pegamento		
Sostener falsa	G	4	4	G	Sostener pegamento		
Mover falsa	M	6	6	M	Mover pegamento		
Sostener falsa	G	5	5	PP	Posicionar pegamento sobre la mesa		
Sostener falsa	G	4	4	RE	Alcanzar horma		
Sostener falsa	G	5	5	G	Sostener 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		
Sostener lona gruesa	G	4	4	G	Sostener punti		
Ejercer presión sobre la lona	U	5	5	PP	Posicionar punti		
Ejercer presión sobre la lona	U	9	9	U	Colocar punti en la lona gruesa		
Sostener 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	RE	Alcanzar pegamento		
Ejercer presión sobre el modelo	U	4	4	G	Sostener pegamento		

Ejercer presión sobre el modelo	U	6	6	PP	Posicionar pegamento sobre la mesa
Ejercer presión sobre el modelo	U	7	7	U	Colocar pegamento sobre lona delgada y bordes del polar
Sostener 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	Sostener 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	Soltar 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
Inspección	I	40	40	I	Inspección
Sostener planta PVC	G	9	9	G	Sostener 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
Sostener modelo perfilado	G	10	10	M	Sacar planta del horno
Sostener modelo perfilado	G	4	4	G	Sostener 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	Sostener chaveta
Ejercer presión en el modelo	U	126	126	U	Recortar imperfecciones
Ejercer presión en el modelo	U	3	3	RL	Soltar chaveta
Alcanzar delcazador	RE	17	17	RE	Alcanzar delcazador
Sostener modelo	G	4	4	G	Sostener descalzador
Ejercer presión en el modelo	U	48	48	U	Realizar descalzado

Anexo 13. DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL DEL PROCESO DE ALISTADO

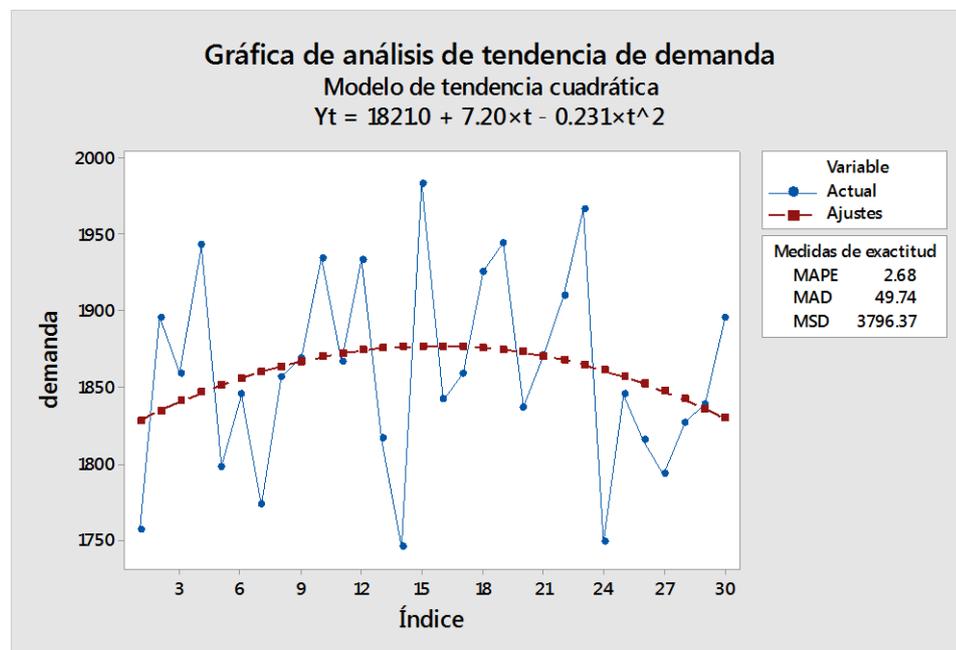
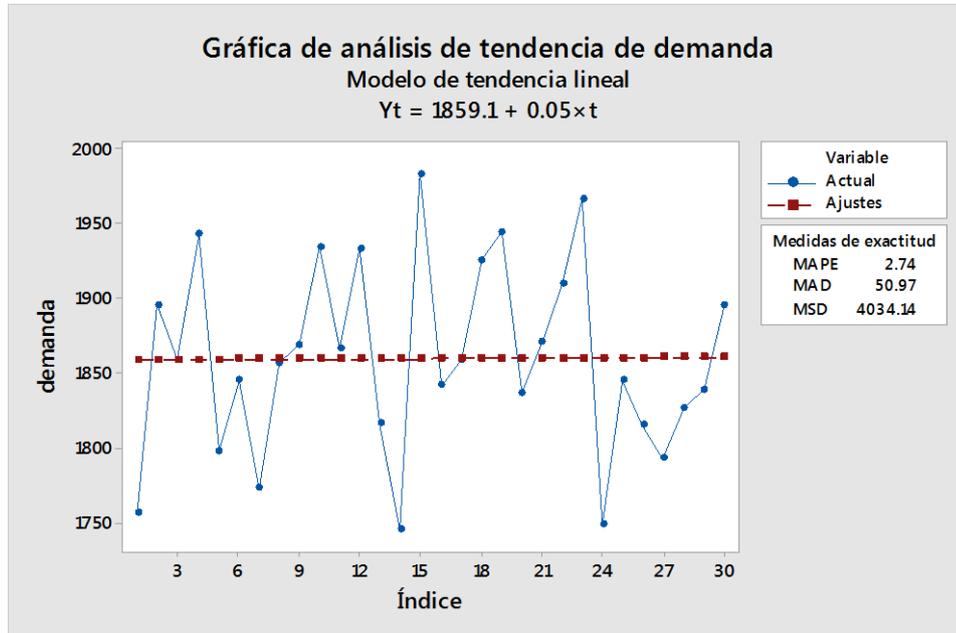
OPERACIÓN:	Alistado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Pamela González				Tiempo del ciclo:	396	
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Pres ente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mpo	Tie mpo	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Sostener plantillas de cajas	G	5	5	G	Sostener 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		
No realizar trabajo	H	4	4	G	Sostener plumón		
No realizar trabajo	H	8	8	M	Mover plumón		
Buscar modelo terminado	S	4	4	H	No realizar trabajo		
Sostener modelo terminado	G	43	43	U	Repasar plumón		
No realizar trabajo	H	13	13	S	Buscar cepillo		
No realizar trabajo	H	4	4	G	Sujetar cepillo		
No realizar trabajo	H	52	52	U	Cepillar		
Inspección visual	I	4	4	I	Inspección visual		
Buscar bencina	S	14	14	S	Buscar trapo		
Sostener bencina	G	5	5	G	Sostener trapo		
Mover bencina	M	4	4	M	Mover trapo		
Posicionar bencina	P	13	13	U	Sumergir trapo en bencina		
Sostener modelo terminado	G	75	75	U	Limpiar pegamento con bencina		
No realizar trabajo	H	3	3	RL	Liberar trapo		
Buscar plumón indeleble	S	12	12	S	Buscar plumón indeleble		
No realizar trabajo	H	4	4	G	Sostener plumón		
No realizar trabajo	H	3	3	M	Mover plumón		
No realizar trabajo	H	18	18	U	Codificar producto		
Colocar zapato izquierdo dentro de caja	U	3	3	RL	Soltar plumón		
No realizar trabajo	H	10	10	U	Colocar zapato derecho dentro de caja		
Sostener caja	G	4	4	G	Sostener caja		
Mover caja	M	13	13	M	Mover caja		

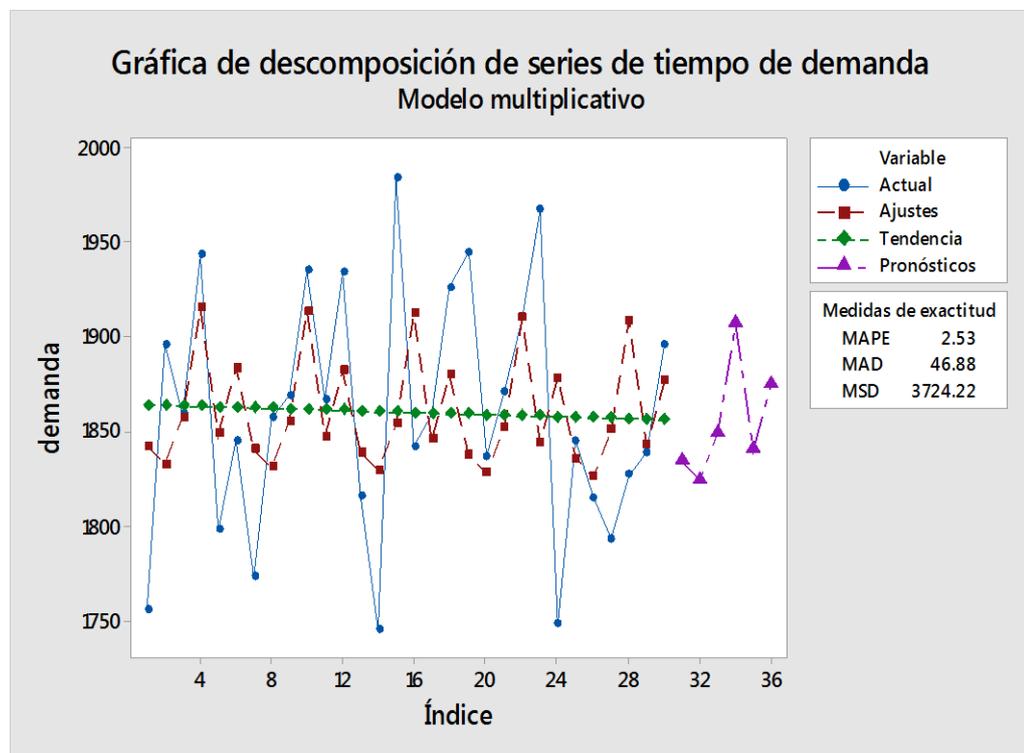
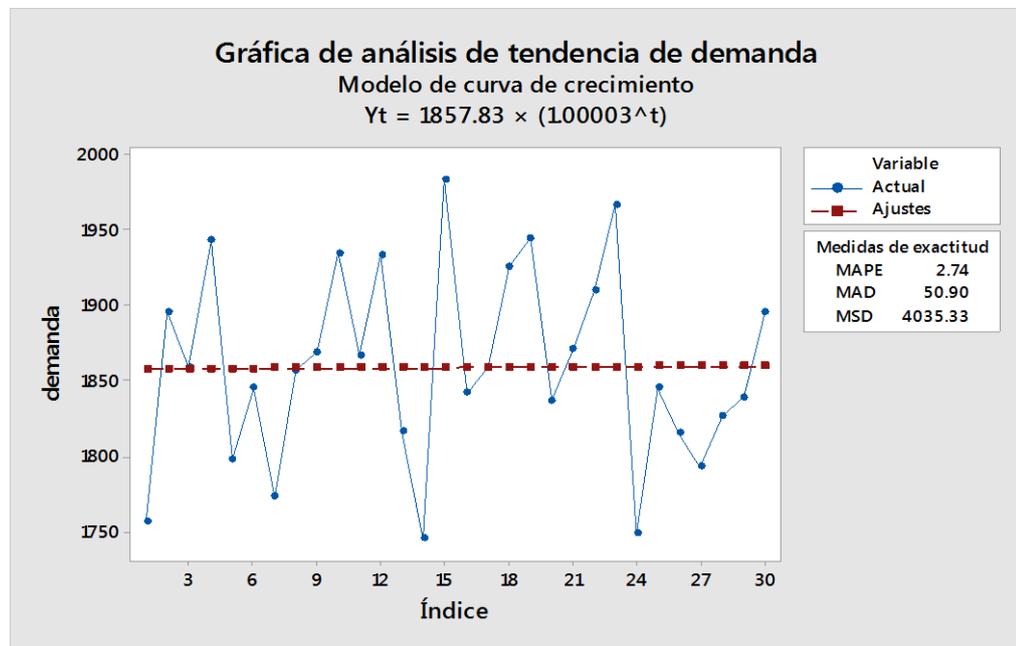
Anexo 14. DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO DEL PROCESO DE ALISTADO

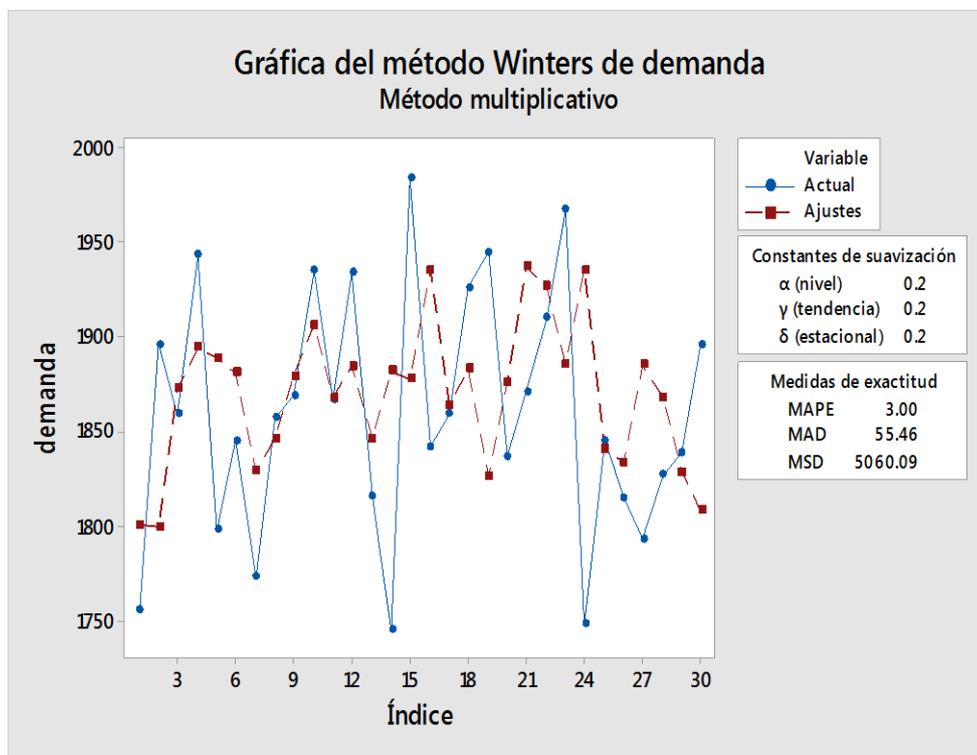
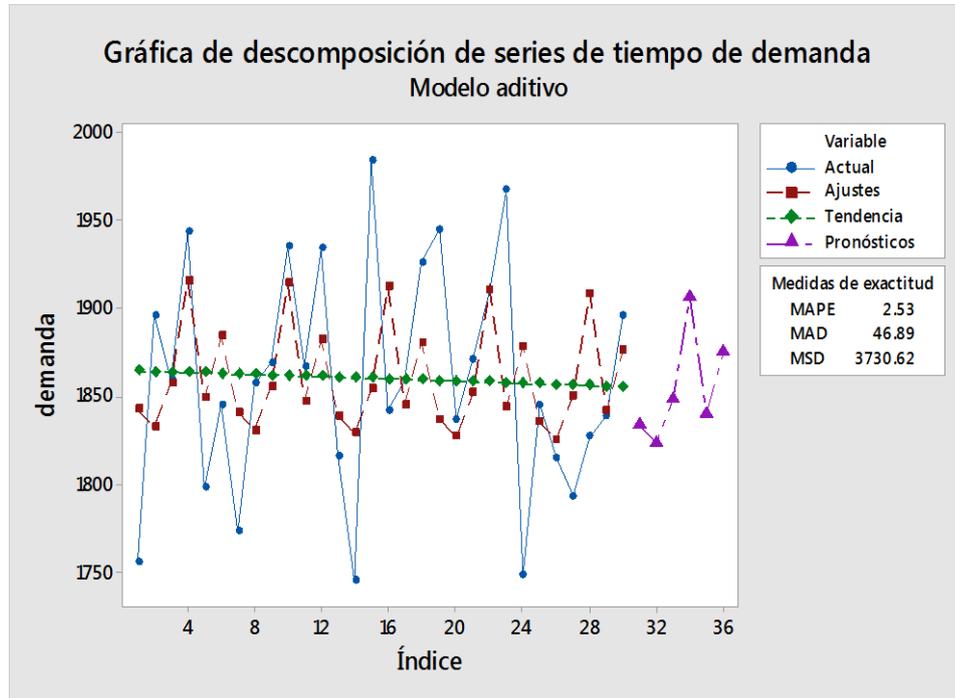
OPERACIÓN:	Alistado				RESU MEN	Mano Izquie.	Mano Derecha
NOMBRE DEL OPERARIO:	Pamela González				Tiempo del ciclo:		379
ANALISTA:	Billy Polo Bermúdez						
METODO:	Pres ente	Propuesto					
DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Sím bolo	Tie mpo	Tie mpo	Sím bolo	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		
Sujetar plantillas 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		

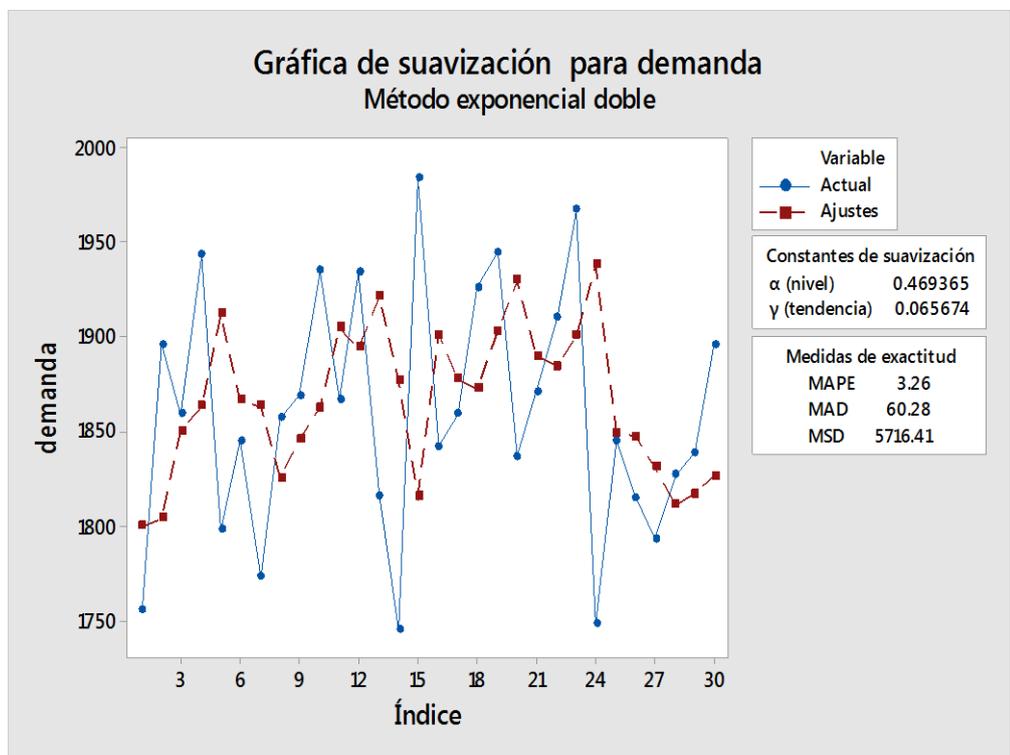
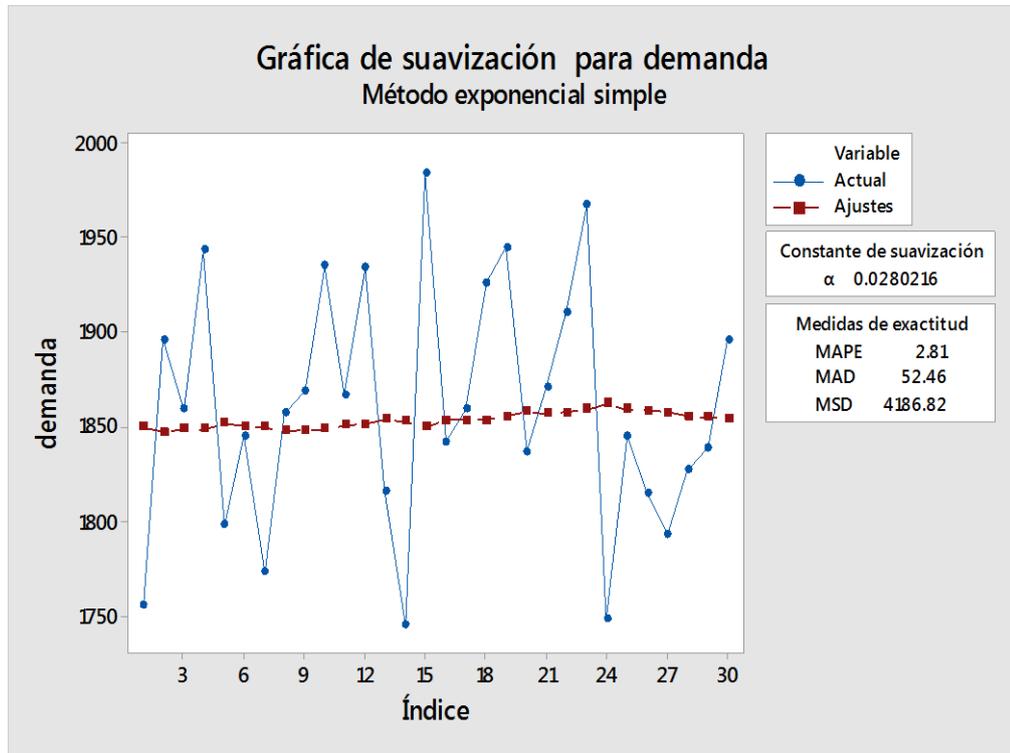
Ejercer presión en el modelo terminado	U	4	4	G	Sujetar plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	3	3	M	Mover plumón
Ejercer presión en el modelo terminado	U	18	18	U	Codificar producto
Colocar zapato izquierdo dentro de caja	U	3	3	RL	Liberar plumón
Parar	H	10	10	U	Colocar zapato derecho dentro de caja
Sujetar caja	G	4	4	G	Sujetar caja
Mover caja	M	13	13	M	Mover caja

Anexo 15. ANÁLISIS DE PRONÓSTICOS EN EL SOFTWARE MINITAB









Anexo 16. CHECK LIST AUDITORÍA 5S

"CALZADOS CELESTE SAC"	CHECK LIST	Fecha	29/02/2020		
		Responsable	Billy Polo Bermúdez		
		Área	Producción		
CRITERIOS	BAJO (5%)	MEDIO (30%)	ALTO (100%)	PUNTAJE	
SEIRI	0.025	0.3	0	32.50%	
¿Existe un criterio de clasificación para las herramientas?		1			
¿Existe un criterio de clasificación para los materiales?		1			
¿Existe un criterio para la clasificación de los equipos?	1				
¿Existe la documentación de un procedimiento o instructivo para la clasificación de los materiales, herramientas y equipos?	1				
ORGANIZAR	0.038	0.1	0	11.30%	
¿Los materiales tienen un lugar fijo para su reposición luego de finalizar y en horario de jornada?		1			
¿Las herramientas tienen un lugar fijo para su reposición luego de finalizar y en horario de jornada?	1				
¿Los equipos tienen un lugar fijo para su reposición luego de finalizar y en horario de jornada?	1				
¿Existen un instructivo para el ordenamiento estándar de los materiales, herramientas y equipos?	1				

LIMPIEZA	0.038	0.1	0	11.30%
¿Los materiales se conservan limpios?		1		
¿Los operarios realizan limpieza a las herramientas de trabajo de forma periódica o continua?	1			
¿Se realiza limpieza a los equipos de forma periódica o continua?	1			
¿Existe procedimientos de limpieza para el área de producción?	1			
ESTANDARIZAR	0.033	0.1	0	13.30%
¿Existe una referencia estándar del área de producción?	1			
¿Existen capacitaciones continuas o periódicas de orden y limpieza?	1			
¿Existe un mecanismo de comunicación interna para la mejora continua?		1		
DISCIPLINA	0.1	0	0	5%
¿Existe un cronograma para las auditorias de 5S?	1			
¿Existe un buen ambiente laboral?	1			
¿Existe un compromiso por mantener el estándar 5S?	1			

Anexo 17. FORMATO DE TARJETA ROJA.

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

Anexo 18. REGISTRO DE TARJETAS ROJAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Recogedor		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Varilla de fierro		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Herramientas de cambio y plantillas		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Retazos		
Razón		Acción	
Defectuoso:	<input type="checkbox"/>	Desechar:	<input checked="" type="checkbox"/>
Obsoleto:	<input type="checkbox"/>	Reubicar:	<input type="checkbox"/>
Está de más:	<input type="checkbox"/>	Reciclar:	<input type="checkbox"/>
No se necesita:	<input checked="" type="checkbox"/>	Reparar:	<input type="checkbox"/>

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Esmeril 1		
Razón		Acción	
Defectuoso:	<input checked="" type="checkbox"/>	Desechar:	<input type="checkbox"/>
Obsoleto:	<input type="checkbox"/>	Reubicar:	<input type="checkbox"/>
Está de más:	<input type="checkbox"/>	Reciclar:	<input type="checkbox"/>
No se necesita:	<input type="checkbox"/>	Reparar:	<input checked="" type="checkbox"/>

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Soporte del esmeril 2		
Razón		Acción	
Defectuoso:	<input checked="" type="checkbox"/>	Desechar:	<input type="checkbox"/>
Obsoleto:	<input type="checkbox"/>	Reubicar:	<input type="checkbox"/>
Está de más:	<input type="checkbox"/>	Reciclar:	<input type="checkbox"/>
No se necesita:	<input type="checkbox"/>	Reparar:	<input checked="" type="checkbox"/>

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Tarro de chinches y clavos		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Baldes de pintura vacío		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:	X	Reciclar:	X
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Combo		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Plancha de falsa		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:	X	Reciclar:	X
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Plantillas		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Moldes cortados		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Depósito de tinner vacío		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	X
No se necesita:	X	Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Botella con gaseosa		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	X
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Pieza de mantenimiento		
Razón		Acción	
Defectuoso:	X	Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	X

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Hormas de zapato		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Tarros de pegamento		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:	X	Reciclar:	
No se necesita:		Reparar:	

TARJETA ROJA			
Fecha	07/03/2020		
Objeto	Bolsa de plantas para el zapato		
Razón		Acción	
Defectuoso:		Desechar:	
Obsoleto:		Reubicar:	X
Está de más:		Reciclar:	
No se necesita:	X	Reparar:	

Anexo 23. MANUAL DE 5S

CALZADOS CELESTE SAC

MANUAL DE LAS 5S

Trujillo, Perú 2020

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

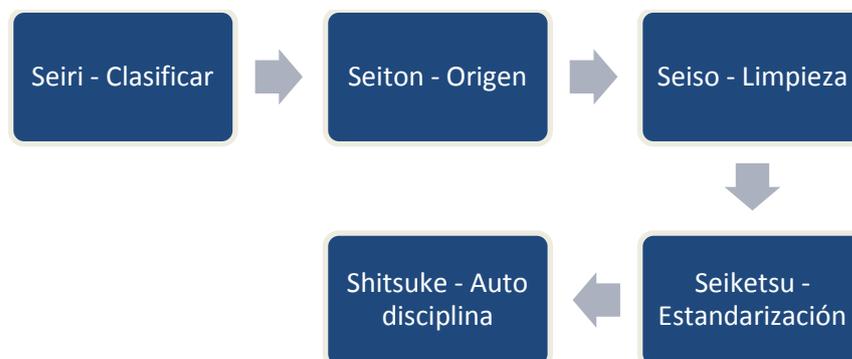
- Contribuir con la mejora de las condiciones de la empresa con respecto al orden y limpieza del área de producción; estandarizando los procedimientos necesarios con la finalidad de generar una cultura de orden y limpieza en el ambiente laboral para contribuir con la productividad laboral.

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



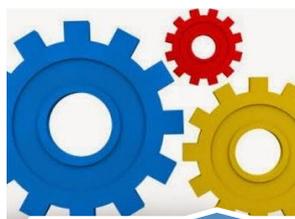
Ambiente agradable



Satisfacción del
personal



Productividad



Eficacia



Eficiencia

Procedimientos para aplicar las 5S:

SEIRI – Clasificar

1. Realizar un inventario de las cosas en el área de trabajo para identificar los objetos útiles e inútiles.
2. 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:	

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

4. 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.

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.

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.

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

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
- Para verificar el cumplimiento de la metodología se utilizará la lista de verificación (Ver Anexo 16).

Anexo 24. MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

**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 8 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	OK	REQUIERE	LUBRICACIÓN	REQUIERE AJUSTE	REQUIERE	REEMPLAZO	REQUIEREIMPIEZA	EXCESIVA VIBRACIÓN	EXCESIVA CALOR	SUJETO	VER COMENTARIOS	ADICIONALES
<p>Marcar los casilleros de la derecha que describan la condición de los componentes mostrados en la columna de la izquierda</p>												
1. Motor Eléctrico												
A. Rodamientos												
B. Base de fijación												
C. Temperatura												
D. Vibración												
E. Ruido												
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:

Máquina		MES																													
			SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							
ITEM	TAREA	Frecuencia	Duración	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
		Días	Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

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

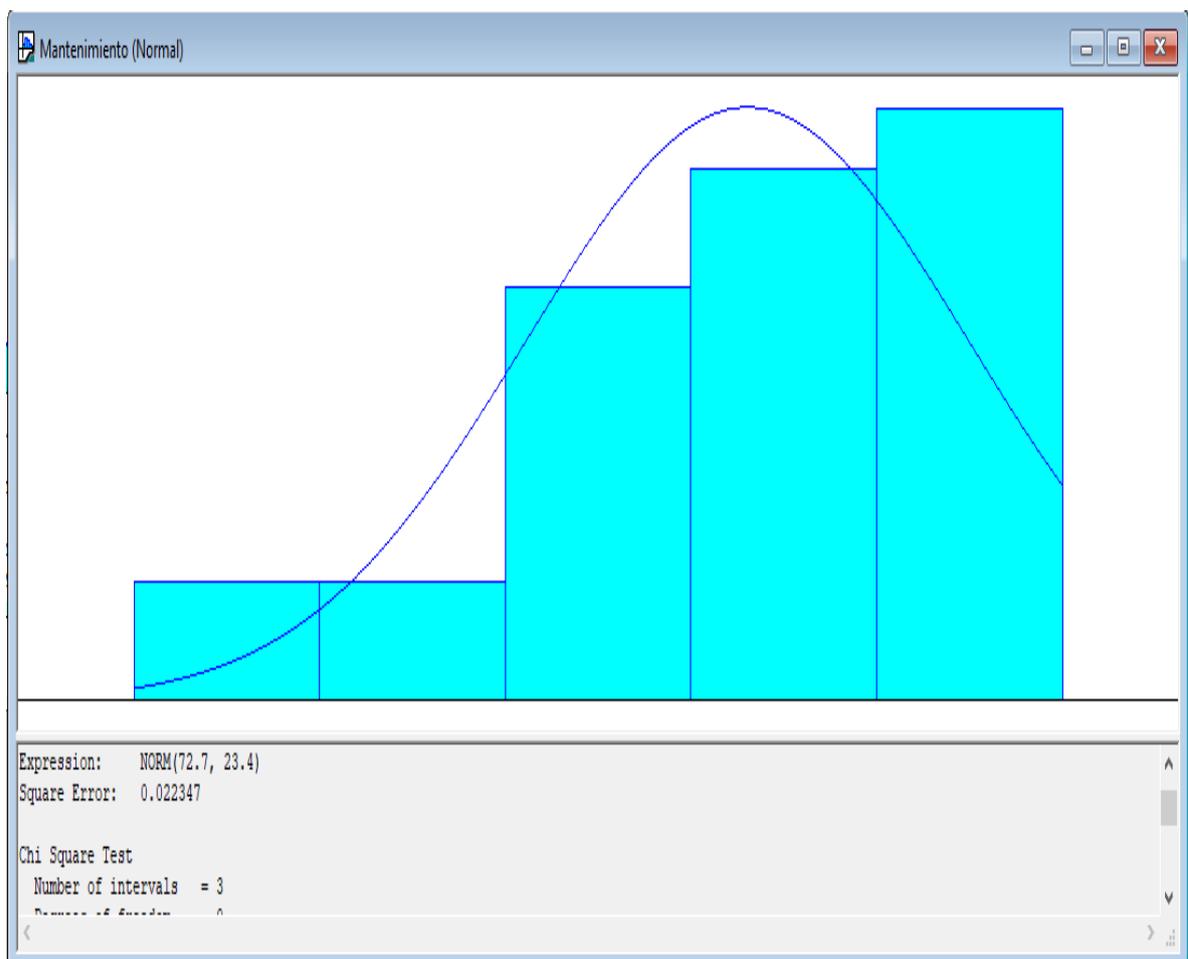
2. Capacidad de equipos

¿Qué piensa que podría hacer su equipo?

Comentarios:

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

Anexo 25. RESULTADOS ARENA - TIPO DE DISTRIBUCIÓN FALLAS DEL HORNO



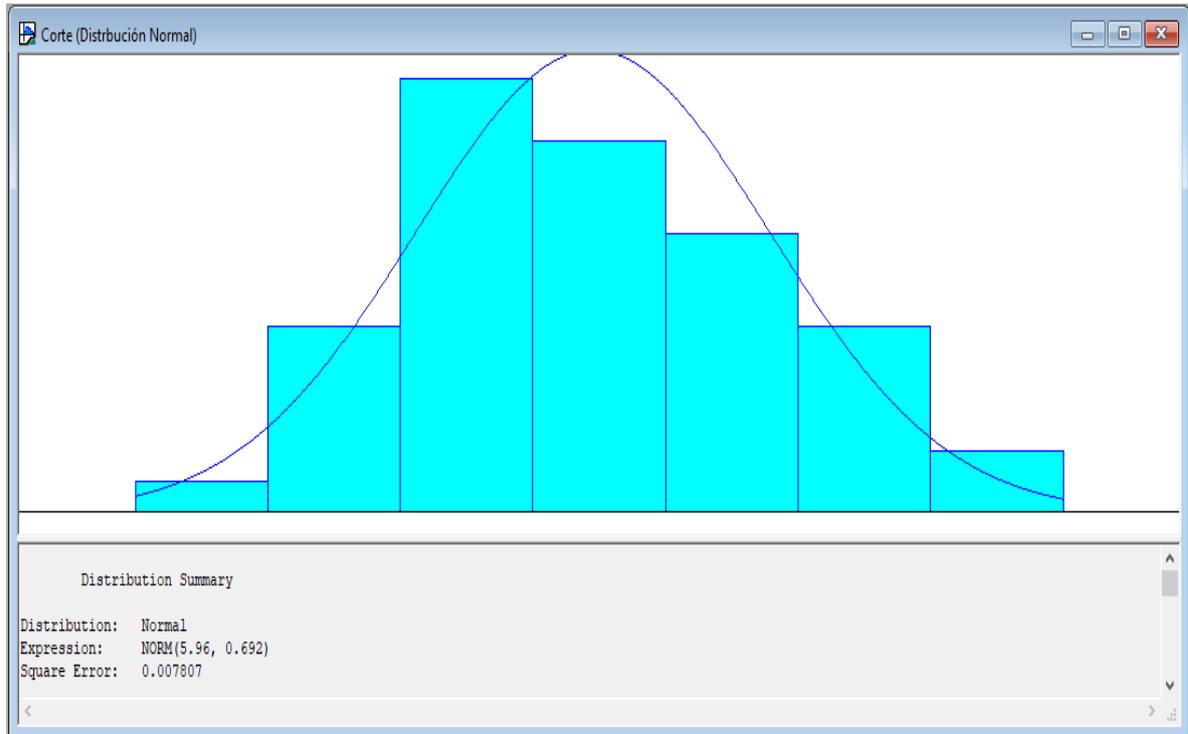
Anexo 26. SIMULACIÓN ANALÍTICA DE FALLOS

$$N_i = \left[\sum_{i=1}^{12} r_i - 6 \right] \sigma + \mu$$

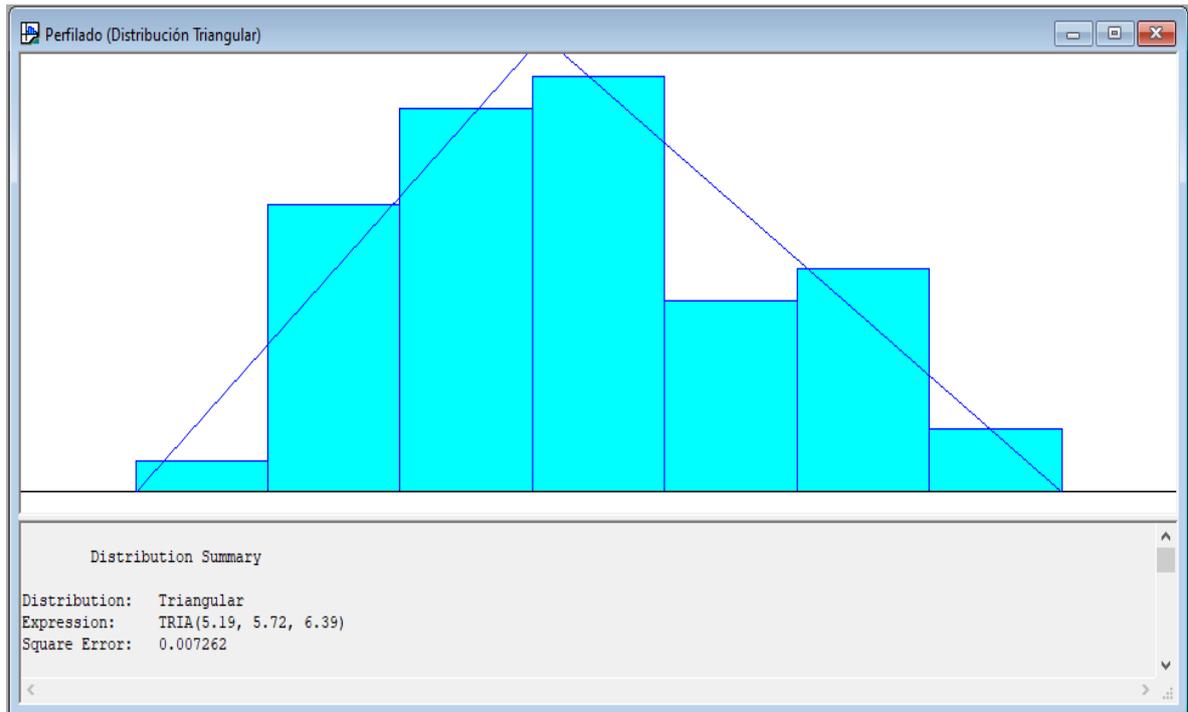
Variables Normales			
Desviación	20.4832	Media	74.90969
n	ri	Xi	Fallos en horas trabajadas
1	0.8484		87.37
2	0.1409		77.05
3	0.4542		62.88
4	0.8779		106.34
5	0.7048		64.01
6	0.3685	87.3746	58.80
7	0.6310		70.25
8	0.0193		57.36
9	0.5143		40.64
10	0.4867		102.02
11	0.8860		36.63
12	0.6767		90.34
13	0.5270		58.24
14	0.7455		104.26
15	0.4689		84.97
16	0.0994		61.84
17	0.9929		75.85
18	0.3949	77.0502	86.01
19	0.6300		92.34
20	0.5380		94.82
21	0.1617		52.48
22	0.6850		47.28
23	0.6193		79.21
24	0.2420		86.81
25	0.2838		70.09
26	0.8657		70.01
27	0.6867		107.06
28	0.4618	62.8848	78.81
29	0.6090		87.69
30	0.1868		72.25
31	0.0821		52.96

32	0.4471		91.30
33	0.3873		84.81
34	0.8989		54.00
35	0.0557		121.79
36	0.4481		103.78
37	0.8689		81.93
38	0.2513		97.22
39	0.8576		47.20
40	0.7148		95.78
41	0.3033		79.05
42	0.4945	106.3422	58.48
43	0.7375		54.56
44	0.4970		46.80
45	0.9412		96.66
46	0.8784		60.72
47	0.9455		82.41
48	0.0447		79.77
49	0.0318	64.0052	73.29
50	0.6528		62.96

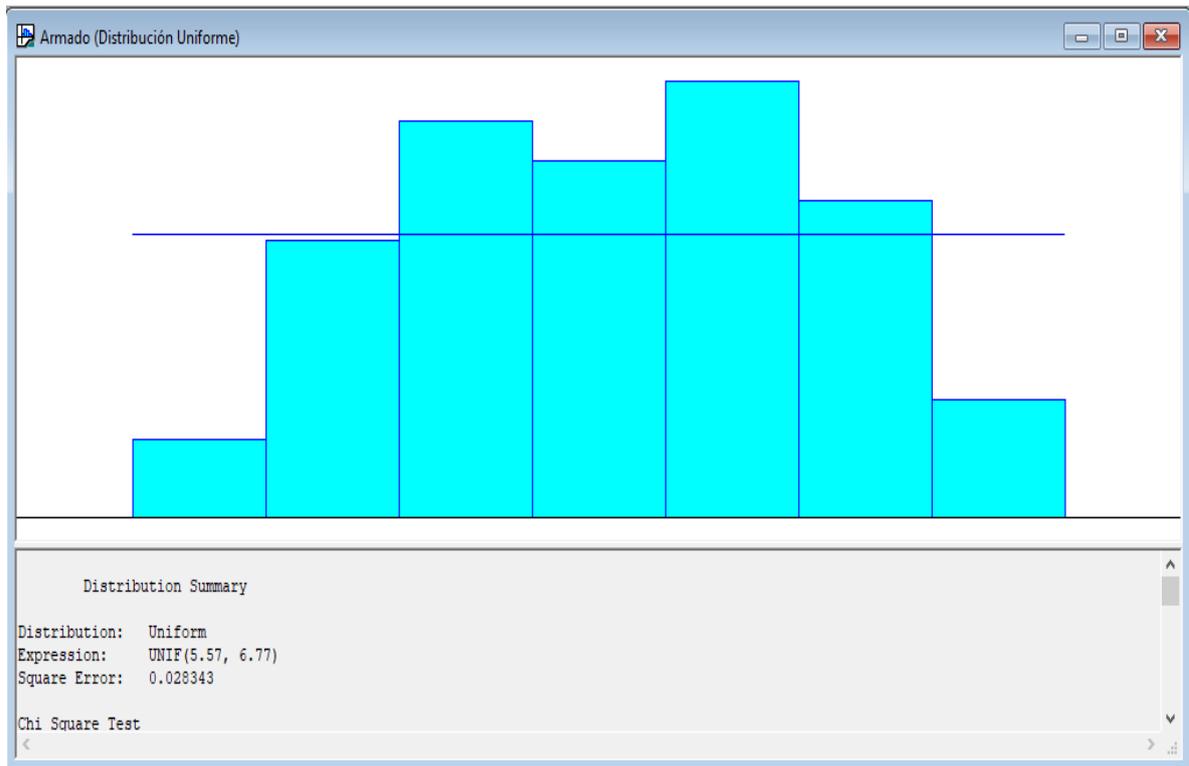
Anexo 27. TIPO DE DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE CORTE - RESULTADOS DEL SOFTWARE ARENA



Anexo 28. TIPO DE DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE PERFILADO - RESULTADOS DEL SOFTWARE ARENA



Anexo 29. TIPO DE DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE ARMADO - RESULTADOS DEL SOFTWARE ARENA



Anexo 30. TIPO DE DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO DE ALISTADO - RESULTADOS DEL SOFTWARE ARENA

