

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA “CALZADO GAMO'S” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA.

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

ÁREA: Producción y Operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales, producción, identidad, sostenibilidad y tecnologías aplicadas

AUTOR: Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

TUTOR: Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA “CALZADO GAMO'S” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Alison Lizbeth Iglesias Sánchez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2025.

Firmado electrónicamente por:
ISRAEL ERNESTO
NARANJO CHIRIBOGA

Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA "CALZADO GAMO'S" MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025.



Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

C.C. 1805286448

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2025.



Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

C.C. 1805286448

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por la señorita Alison Lizbeth Iglesias Sánchez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA “CALZADO GAMO'S” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2025.

Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN OSWALDO MAYORGA MAYORGA

Ing. Franklin Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
JESSICA PAOLA LOPEZ ARBOLEDA

Ing. Jéssica López Arboleda, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Firmado electrónicamente por:
DAYSI MARGARITA ORTIZ GUERRERO

Ing. Daysi Ortiz Guerrero, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

*A **Dios** por acompañarme en todo este proceso, brindándome la fuerza, salud y sabiduría necesaria para seguir a delante cada día.*

*A mi padre **Líder Iglesias** quien a pesar de las adversidades siempre estuvo presente con su apoyo incondicional brindando siempre una mano para no sentirme sin rumbo. Eres mi fuente de inspiración. La persona que me demostró el significado de la palabra trabajador.*

*A mi madre **Amparo Sánchez** quien siempre estuvo pendiente de mí y me apoyo en cada paso de mi camino. Gracias por educarme como lo has hecho, por medio de valores "Humildad, perseverancia y solidaridad". Me he convertido en la mujer que soy por la madre que tengo.*

*A mi hermana **Emily Iglesias**, quien me ha acompañado desde el día uno en esta travesía. Mi motivación de superarme día a día y compartir todos mis logros a su lado.*

*A mi **familia y amigos** siempre dispuestos a brindarme su apoyo cuando lo necesitaba, a escucharme y aconsejarme en todo este camino.*

Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

AGRADECIMIENTO

*Le doy gracias a **Dios** por todo lo que representa en mi vida, por las personas maravillosas que pone en mi camino, haciéndose notar su amor infinito en cada lugar. A pesar de los obstáculos que me presenta, siempre me dio la fuerza para superarlos.*

*Al **Ing. Israel Naranjo, Mg**., por haberme brindado la guía y el apoyo necesario para culminar este proyecto. Gracias por compartir sus conocimientos, que serán de gran ayuda en mi campo laboral. Agradezco también su calidad como docente, su dedicación hacia sus estudiantes y su compromiso con la formación de buenos profesionales.*

*Al **Sr. Miguel Ángel Gutiérrez** por darme la apertura desde el inicio en su empresa, además de poner a disposición sus conocimientos sobre el calzado. Extiendo mi gratitud también a todos los colaboradores de la empresa CALZADO GAMO'S que siempre estuvieron dispuestos a colaborar con la presente investigación.*

Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **i**

APROBACIÓN DEL TUTOR ..... **ii**

AUTORÍA ..... **iii**

DERECHOS DE AUTOR ..... **iv**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **v**

DEDICATORIA ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS ..... **viii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xi**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xv**

ÍNDICE DE ANEXOS ..... **xviii**

RESUMEN EJECUTIVO ..... **xix**

ABSTRACT ..... **xx**

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO **1**

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes investigativos 3

1.3 Fundamentación teórica 5

1.3.1 Proceso productivo 5

1.3.2 Mapa de procesos 7

1.3.3 Estudio de tiempos 7

1.3.4 Matriz de criticidad 10

1.3.5 Cartas de control 11

1.3.6 Diagrama de Pareto 12

1.3.7 Manufactura ajustada 13

1.3.8 Desperdicios de la manufactura ajustada 14

1.3.9 Herramientas de manufactura ajustada 16

1.3.10 Implementación manufactura ajustada 19

1.4 Objetivos 21

1.4.1 Objetivo general 21

1.4.2 Objetivos específicos 21

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 22

2.1 Materiales 22

2.2 Métodos 23

3.1 Análisis y discusión de resultados 26

2.2.1 Modalidad de la investigación 23

2.2.2 Población y muestra 24

2.2.3 Recolección de información 24

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos 25

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26

3.1.1 Situación actual de la empresa 26

3.1.2 Estructura organizacional 28

3.1.3 Mapa de procesos 28

3.1.4 Productos de la empresa CALZADO GAMO'S 30

3.1.5 Proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S 30

3.1.6 Flujograma del producto estrella 32

3.1.7 Entrevista 34

3.1.8 Encuesta 36

3.1.9 Estudio de tiempos 37

3.1.10 Análisis de desperdicios de lean manufacturing identificados en el proceso productivo 48

3.1.11 Desarrollo del VSM actual para la identificación de desperdicio 49

3.1.12 Cuantificación de desperdicios 54

3.1.13 Selección de las herramientas de manufactura ajustada 87

3.1.14 VSM con la influencia de los desperdicios. 89

3.1.15 Propuesta del manual de manufactura ajustada 91

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 147

4.1 Conclusiones 147

4.2 Recomendaciones 148

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 149

ANEXOS 153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de la General Electric 8

Tabla 2. Sistema de suplementos por descansos 9

Tabla 3. Desperdicios de manufactura ajustada 14

Tabla 4. Materiales empleados en el proyecto de investigación 22

Tabla 5. Técnicas y herramientas para utilizar 24

Tabla 6. Información principal de la empresa obtenida por medio del SRI 26

Tabla 7. Productos de la empresa de CALZADO GAMO'S 30

Tabla 8. Proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S 31

Tabla 9. Entrevista 34

Tabla 10. Resumen de la respuestas de las encuestas aplicadas 36

Tabla 11. Tiempos preliminares en la sección de aparado en el área de producción de la empresa CALZADO GAMO'S 39

Tabla 12. Ciclos por cronometrar en cada área de producción en base a los tiempos preliminares 40

Tabla 13. Valoración del ritmo de trabajo en la actividad organizar piezas en el área de aparado 41

Tabla 14. Suplementos de acuerdo con la OIT realizado en la actividad organizar piezas del área de aparado 42

Tabla 15. Estudio de tiempos en el área de aparado 44

Tabla 16. Resumen del tiempo estándar de las áreas del proceso productivo de la empresa 47

Tabla 17. Resumen del tiempo estándar, capacidad y operarios en todas las áreas productivas 47

Tabla 18. Desperdicios identificados de manufactura ajustada en la empresa CALZADO GAMO'S 48

Tabla 19. Tiempo estándar vs Takt time 52

Tabla 20. Resumen del proceso de aparado 53

Tabla 21. Resumen de la capacidad en cada proceso 54

Tabla 22. Matriz de criticidad para seleccionar los desperdicios que más afectan en la empresa CALZADO GAMO'S realizado por el investigador 55

Tabla 23. Cuantificación de defectos detectados en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S 56

Tabla 24. Origen de los defectos detectados 62

Tabla 25. Carta de control U 63

Tabla 26. Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S 65

Tabla 27. Resumen de la frecuencia de los defectos con su respectivos porcentaje y porcentaje acumulado 74

Tabla 28. Resumen de la frecuencia del uso de máquinas en reprocesos 75

Tabla 29. Costo de mano de obra por colaborador al mes 76

Tabla 30. Costo por hora, minuto y suplementario 76

Tabla 31. Tiempo en jornada nominal y extraordinaria empleada para el reprocesamiento 76

Tabla 32. Costo por reproceso de acuerdo con los minutos empleados 77

Tabla 33. Costo energético de la maquinaria empleada en el reprocesamiento 77

Tabla 34. Costo de materiales empleados en el reproceso 78

Tabla 35. Resumen general de los costos empleados en el reprocesamiento 78

Tabla 36. Cuantificación de los movimientos innecesarios en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S 79

Tabla 37. Resumen de la frecuencia de movimientos innecesarios con su respectivos porcentajes y porcentajes acumulados 83

Tabla 38. Resumen de los tiempos de movimientos innecesarios con su respectivos porcentajes y porcentajes acumulados 84

Tabla 39. Resumen general de los desperdicios 86

Tabla 40. Selección de herramientas de manufactura ajustada 87

Tabla 41. Sustento científico de la selección de las herramientas de manufactura ajustada 88

Tabla 42. Resumen de las herramientas de manufactura ajustada 89

Tabla 43. Resumen de la maquinaria que ocasiona defectos 97

Tabla 44. Tiempo en producción del tiempo analizado 98

Tabla 45.Tiempo de paradas no programadas en el tiempo de análisis 99

Tabla 46. Cálculo del índice de rendimiento 100

Tabla 47. Cálculo del índice de calidad 101

Tabla 48.OEE ideal 102

Tabla 49. Mantenimiento Autónomo Remachadora 105

Tabla 50. Mantenimiento Autónomo Cardadora 106

Tabla 51. Mantenimiento Autónomo Prensadora 107

Tabla 52. Mantenimiento Autónomo destalladora 108

Tabla 53. Mantenimiento Autónomo máquina de coser 109

Tabla 54. Mantenimiento preventivo remachadora 110

Tabla 55. Propuesta de reducción de defectos originados por la maquinaria 111

Tabla 56. Tiempo de paradas no planificadas previstas después del TPM 112

Tabla 57. Índice de rendimiento futuro 112

Tabla 58. Índice de calidad futuro con TPM 113

Tabla 59. Valoración de la OEE futuro 113

Tabla 60. Análisis de costos 114

Tabla 61. Ficha de indicador de desempeño OEE 115

Tabla 62. Cálculo de la tasa de defectos 120

Tabla 63. Índice de calidad con POKA YOKE 120

Tabla 64. Análisis de costos para las herramientas de Poka Yoke 129

Tabla 65. Resumen de los costos futuros de reprocesamiento 129

Tabla 66. Tasa de defectos futuro 130

Tabla 67. Índice de calidad futuro con POKA YOKE 130

Tabla 68. Ficha de indicadores de desempeño defectos reducidos POKA YOKE .. 132

Tabla 69. Movimientos innecesario-seleccionados del estudio realizado 137

Tabla 70. Hoja de registro de entrega de insumos -Área aparado 140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de un proceso 5

Figura 2. Factores de desempeño en base al método Westinghouse..... 10

Figura 3. Matriz de criticidad..... 10

Figura 4. Diagrama de Pareto..... 13

Figura 5. Desperdicios de manufactura ajustada..... 15

Figura 6. Adaptación actualizada casa Toyota..... 16

Figura 7. Proceso de indicadores 19

Figura 8. Fases de implementación de manufactura ajustada 21

Figura 9. Organigrama de la empresa CALZADO GAMO'S 28

Figura 10. Mapa de procesos de la empresa CALZADO GAMO'S 29

Figura 11. Modelo Bota CAT (BCAT)..... 32

Figura 12. Flujograma del producto estrella 33

Figura 13. Porcentaje de respuesta..... 37

Figura 14. Testeo del cronómetro para su uso en el estudio de tiempos..... 38

Figura 15 . VSM Actual..... 50

Figura 16. Tiempo de ciclo vs Takt time 53

Figura 17. Capacidad total en cada proceso..... 54

Figura 18. Gráfica que representa el origen de los defectos detectados 62

Figura 19. Gráfica de la carta de control u..... 64

Figura 20. Diagrama de Pareto de defectos 74

Figura 21. Diagrama de Pareto de máquina empleadas en el reproceso 75

Figura 22. Diagrama de Pareto de movimientos innecesarios (metros)..... 83

Figura 23. Diagrama de Pareto de movimientos innecesarios (tiempo en minuto) .. 85

Figura 24. VSM con la influencia de los desperdicios..... 90

Figura 25. Diagrama de relación entre las herramientas y los desperdicios 91

Figura 26. Porcentaje de la falla de maquinaria..... 97

Figura 27. Organigrama del comité de promoción del TPM en la empresa 103

Figura 28. Falla de filos 121

Figura 29. Sugerencia de contador y luces led..... 122

Figura 30. Lugar de ubicación de la herramienta Poka Yoke 123

Figura 31. Falla de suela 123

Figura 32. Dispensador de pegamento con cepillo 124

Figura 33. Diseño de plantilla para falla de suela 125

Figura 34. Dañado de ojalillo..... 125

Figura 35. Lugar de ubicación de la plantilla en la prensadora 126

Figura 36. Diseño de la plantilla para dañado de ojalillo..... 126

Figura 37. Zapato con pega..... 127

Figura 38. Liquido aditivo y luz UV 127

Figura 39. Tablero con sistema de luces indicadores..... 128

Figura 40. Recorrido del operario 138

Figura 41. Almacenamiento para evitar la búsqueda de materiales..... 139

Figura 42. Cajón organizador de almacenamiento 141

Figura 43. Estante de acrílico para hojas 142

Figura 44. Estante en el área de destallado 142

Figura 45. Señalética 143

Figura 46. Partes del cuero 144

Figura 47. Reducción de movimientos innecesarios 145

Figura 48. Recorrido futuro 146

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta 153

Anexo B. Estudio preliminar en cada área de producción 156

Anexo C. Estudio de tiempo 160

Anexo D. Valoración de suplementos según la OIT 164

Anexo E. Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse 196

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Calzado GAMO´S presenta desperdicios significativos en su proceso productivo, ocasionando pérdidas económicas y de recursos que afectan su eficiencia operativa. El objetivo del presente proyecto de investigación fue analizar los desperdicios en el proceso de producción y proponer planes operativos en base a las herramientas de manufactura ajustada para su reducción. La metodología empleada incluyó un diagnóstico integral de la empresa mediante entrevistas al jefe de producción, encuestas a trabajadores del proceso productivo y un estudio de tiempos aplicada al producto propuesto por la empresa, la bota CAT. Con la información recolectada ayudó con el trazo del VSM actual donde se determinó un takt time de 1.20 minutos por par. Se identificó el área de aparado como el cuello de botella. Además de detectar los desperdicios propios de la manufactura ajustada. A través de una matriz de criticidad, se seleccionaron tres desperdicios principales: defectos, reprocesos y movimientos innecesarios, cuantificando 1,479 defectos que generaron 3,556.31 minutos en reprocesos y 14,435.93 metros de recorridos innecesarios. Como resultado, se desarrollaron tres planes operativos con pautas de implementación e indicadores de desempeño para atacar los desperdicios. El primer manual aborda TPM, buscando incrementar la eficiencia del equipo de 76.56% a 95%. El segundo se enfoca en Poka Yoke para reducir defectos en un 60%, mientras que el tercero busca minimizar movimientos innecesarios en un 30.03% mediante almacenamiento en punto de uso y fábrica visual.

Palabras clave: Manufactura ajustada, VSM, defectos, reprocesos, movimientos innecesarios.

ABSTRACT

The company Calzado GAMO'S has significant waste in its production process, causing economic and resource losses that affect its operational efficiency. The objective of this research project was to analyze waste in the production process and propose operational plans based on lean manufacturing tools for its reduction. The methodology used included a comprehensive diagnosis of the company through interviews with the production manager, surveys of workers in the production process, and a time study applied to the product proposed by the company, the CAT boot. This helped with developing the current VSM, where a takt time was determined to be 1.20 minutes per pair. The shaving area was identified as the bottleneck, in addition to detecting wastes inherent to lean manufacturing. Through a criticality matrix, three main wastes were selected: defects, reprocesses, and unnecessary movements, quantifying 1,479 defects that generated 3,556.31 minutes in reprocesses and 14,435.93 meters of unnecessary movements. As a result, three operational plans were developed with implementation guidelines and performance indicators to address waste. The first manual addresses TPM, seeking to increase equipment efficiency from 76.56% to 95%. The second focuses on Poka Yoke to reduce defects by 60%, while the third seeks to minimize unnecessary movements by 30.03% through point-of-use storage and visual factory.

Keywords: Lean manufacturing, VSM, defects, reprocess, unnecessary movements.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA “CALZADO GAMO'S” MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel global, la industria del calzado desempeña un papel fundamental en la sociedad, siendo esencial para la generación de empleo y el crecimiento económico de cada país. En 2018, la producción de calzado alcanzó la impresionante cifra de 45.000 millones de pares estimados, con Asia como líder en la fabricación, responsable del 86% de la producción mundial [1]. Actualmente, los países europeos experimentan una disminución en su participación en la producción mundial de calzado no alcanzando al top diez de los mayores productores del mundo, lo cual puede ser debido a diversos factores, uno de ellos el impacto negativo que tuvo la pandemia. Sin embargo, los países asiáticos han incrementado su participación en la industria en 0.2 puntos porcentuales, esto puede ser debido a que se centran en ofrecer productos de calidad a bajo costo [2]. Por lo tanto, para lograr estos resultados, se enfocaron en la implementación de herramientas que mejoren los procesos de producción y minimizaron los niveles de desperdicios [3].

En América del Sur, se posiciona como el segundo productor más grande a nivel mundial después de Asia, con una producción que supera los 1500 millones de pares en el año 2022 [3]. En Ecuador, la industria del calzado desempeña un papel crucial en el desarrollo productivo del país, gracias a su diversificación y oferta de productos para el mercado nacional. Según informes de SRI, en el año 2019, la industria del calzado registro un total de $138.4 millones en ventas, lo cual es un gran aporte para la economía del país [4]. La adopción de tecnología, innovación y mejora de la calidad son fundamentales para potenciar la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector. Sin embargo, solo el 30% de estas empresas en Ecuador

aprovechan plenamente estas estrategias, una proporción notablemente inferior al promedio del 50% en otros países latinoamericanos [5].

En la provincia de Tungurahua, destaca una notable concentración de productores de calzado, representando aproximadamente el 54.4% de la producción nacional en este sector, según el CALTU (Cámara de Calzado de Tungurahua) [4]. El sector del calzado en la provincia ha experimentado un significativo crecimiento, según lo informado por el Ministerio de Industrias y Productividad. Moreno et al. [4]señalan que en Ecuador se fabrican alrededor de 30 millones de pares de zapatos cada año, y la provincia de Tungurahua contribuye con el 60% de esa producción total, en el año 2020. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas (pymes) enfrentan desafíos para lograr niveles altos de competencia.

En el cantón de Ambato se localiza la Empresa " CALZADO GAMO'S ", fundada en 1990 por Miguel Ángel Gutiérrez, una organización dedicada a la fabricación de calzado industrial. La empresa ofrece una amplia variedad de líneas de productos, que incluyen calzado de seguridad industrial, deportivo, Treking, botas militares, entre otros. A pesar de su reconocimiento en el cantón, " CALZADO GAMO'S " enfrenta desafíos relacionados con su proceso de producción como la presencia de desperdicios relacionados a la manufactura ajustada. Estos contratiempos afectan tanto la situación económica de la empresa como la planificación de la producción. Entre estas causas se tiene el flujo inadecuado del proceso de producción como también se tiene la carencia de estandarización del proceso, entre otras circunstancias que provocan irregularidades como reprocesos y transportes innecesarios. Es crucial que la organización aborde estas dificultades de manera efectiva para mantener su competitividad y su posición en el mercado local.

En el análisis de los procesos de producción de la empresa, se han identificado varios tipos de desperdicios que impactan negativamente la eficiencia operativa. Uno de los principales desperdicios detectados son los tiempos de espera entre las operaciones, originados principalmente por el cuello de botella presente en la sección de corte. Adicionalmente, se observa una alta rotación de personal, lo cual contribuye a los tiempos de espera al disminuir la disponibilidad de mano de obra capacitada. Otra inconformidad encontrada son los transportes innecesarios que no agregan valor al

proceso productivo, esto ocurre cuando los operarios deben desplazarse hacia el almacén para recoger insumos, generando movimientos y tiempos improductivos. En cuanto al manejo de inventarios, se evidencia un abundante stock debido a una falta de control y planificación adecuada, esto ha llevado a situaciones de obsolescencia y desecho de materiales por desgaste, así como a la sobreproducción para evitar el desperdicio de materia prima.

Si esta situación persiste, seguirá presentándose deficiencia en el proceso de producción, lo que ocasionará pérdidas tanto económicas como de insumos en la Empresa Gamos. Ante la problemática planteada, la empresa enfrenta un exceso de stock de seguridad y almacenes sin el espacio necesario para la producción. Además, se observa deterioro de los insumos, lo que resulta en desperdicios de materias primas, y se evidencian cuellos de botella debido a la carencia de estandarización de procesos y a la rotación del personal.

1.2 Antecedentes investigativos

La manufactura ajustada, también denominada Lean Manufacturing, ha surgido como un enfoque efectivo dirigido a mejorar la eficiencia operativa y reducir desperdicios en diversos sectores industriales [6]. En el contexto de la industria de calzado, se ha experimentado un notable crecimiento en el mercado global, lo que ha generado un incremento en el nivel de competencia para destacar en este sector. Como resultado, las empresas enfrentan desafíos más exigentes para mejorar sus procesos de distribución y producción [7]. Por eso muchas de ellas han optado por implementar herramientas de manufactura ajustada para reducir las ineficiencias en la cadena de producción.

La implementación de la manufactura ajustada ha generado beneficios para las empresas que han adoptado sus herramientas en diferentes sectores. La literatura académica actual ha investigado diversos aspectos relacionados con la aplicación de la manufactura ajustada en distintas áreas, uno de ellos siendo el calzado, se ha examinado cómo diversas empresas han enfrentado y superado dificultades mediante estas metodologías. Una de las herramientas más aplicadas es las 5S, debido a que ayuda a mejorar la eficiencia, productividad y seguridad del lugar de trabajo, como se

ha evidenciado su aplicación en empresas como Luana S.A.C, Calzado Vaness y Liwi Médica, esto se debe a que es un instrumento esencial la cual permite organizar y reducir el tiempo de búsqueda de materiales en un 43% [8] ,además de crear hábitos de limpieza y promoviendo un buen ambiente laboral [9], [10].

Existen diversas herramientas utilizadas en las empresas además de esta. Una de ellas es el Poka-Yoke, que se emplea para prevenir errores o defectos en los procesos mediante la introducción de dispositivos o mecanismos que disminuyen la probabilidad de fallos. En su investigación, Martínez [8], destaca cómo la implementación de esta técnica contribuyó a reducir en un 44% la cantidad de productos defectuosos en la empresa Luana S.A.C.

Por otra parte, existen técnicas que permiten conocer el estado de la empresa e identificar las operaciones que generan valor como aquellas que no lo hacen, esta herramienta es el VSM, encargada de visualizar y analizar el flujo de materiales e información en todo el proceso productivo[11]. En la investigación de Jácome realizada en la empresa "Calzado Vaness", revela que solo el 33.63% de las operaciones contribuían al valor del producto final, mientras que el 66.37% restante no agregaba valor [9], este resultado fue dado gracias a la implementación del VSM [9]. La misma herramienta, dio resultados favorables en la empresa FSHOES S.A.C, aumentando las actividades que añaden valor en un 48%, teniendo antes un 37%, esto se debe a la herramienta e ir juntamente con la aplicación de las demás herramientas de la manufactura ajustada [12].

En la manufactura ajustada, se persigue la eficiencia en los procesos, motivo por el cual se emplean herramientas como SMED para contrarrestar la baja productividad de los operarios[13]. Este enfoque implica en analizar minuciosamente el cambio de herramientas o configuraciones, con el propósito de simplificar los pasos necesarios, eliminar ajustes innecesarios y estandarizar los procedimientos. Como se evidenció en el estudio realizado por Degregori, se observó que esta herramienta contribuyó significativamente al aumento de la eficacia en una empresa de calzado, pasando de producir 0.13 a 0.229 unidades, además de reducir el tiempo total empleado por los operarios de 0.75 a 0.858, permitiendo mejorar el sistema productivo [14]. De igual manera en la empresa Liwi, según la investigación realizada por Idrobo, comenta como

la técnica SMED logró reducir el tiempo de ciclo en un 30.28%, lo que permitió alcanzar una producción de 45 pares por día, representando una mejora del 22.86%. Además, la productividad aumentó a 1.30, un incremento del 2.36% respecto a la situación previa de la empresa [10].

Cada herramienta de la manufactura ajustada debe ser empleada de acuerdo con las necesidades específicas de cada empresa. Es crucial mantener constancia y seguimiento de cada uno de estos instrumentos para obtener los mejores resultados [15]. Se puede afirmar que esta metodología no solo permite que la organización alcance un nivel superior, sino que también mejora la eficacia y eficiencia del sistema productivo, al mismo tiempo que contribuye a crear un ambiente laboral más favorable.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Proceso productivo

Proceso

El concepto de proceso abarca un conjunto interrelacionado de actividades donde las entradas se transforman en salidas. Describe el proceso mediante el que se realiza el trabajo necesario para lograr un resultado deseado [16]. Este enfoque considera la secuencia de pasos que deben seguirse, así como las interacciones y dependencias entre ellos. Esencialmente, aborda la dinámica de cómo se mueven y se transforman los elementos a lo largo del proceso hasta alcanzar el objetivo final [17]. Como se encuentra esquematizado un proceso se puede observar en la figura 1.

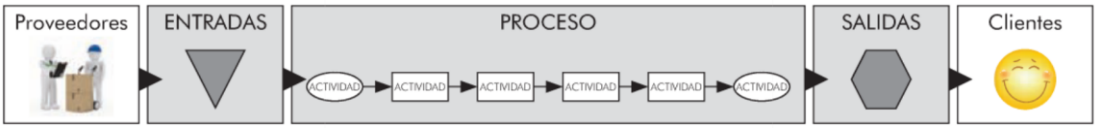


Figura 1. Representación de un proceso

Elementos de los procesos

- **Entradas:** Es el inicio del proceso, provenientes de los proveedores ya sean externos o internos centrados en responder a criterios o especificaciones previamente definidos.

- **Medios y Recursos:** Se refiere a todos los elementos necesarios para realizar las actividades del proceso, pero estos elementos no experimentan cambios durante el proceso en sí mismo.

- **Salidas:** es el producto final generado por todas las actividades realizadas en el proceso y que se ofrece a un cliente externo o interno.

- **Sistema de control:** Medido mediante indicadores y métricas de desempeño del proceso para evaluar la satisfacción de los clientes.

- **Alcance o límites:** se trata de la delimitación que se establece tanto en el comienzo como al final del proceso para cumplir con las necesidades y expectativas del cliente [18].

Es importante tener en cuenta que el término "proceso" y "procedimiento" no son sinónimos, ya que cada uno tiene un significado distinto. Mientras que el proceso se enfoca en establecer las actividades que se llevarán a cabo, los procedimientos detallan cómo ejecutar cada una de esas actividades mediante documentos específicos para cada una [16].

El proceso de producción se refiere a la serie de actividades y operaciones coordinadas para transformar diversos insumos, como materias primas, mano de obra, energía y capital, en productos o servicios finales que satisfagan las necesidades de los clientes [19].

La naturaleza de este proceso puede variar considerablemente según el sector industrial en el que opere la empresa y el tipo específico de producto o servicio que se esté generando. Es relevante señalar que el proceso productivo puede ser continuo y repetitivo, con una constante retroalimentación para mejorar la eficiencia, calidad y

satisfacción del cliente [20]. Actualmente, los avances tecnológicos y las prácticas de gestión permiten mejorar continuamente el proceso para adaptarse a las exigencias del mercado y potenciar la competitividad empresarial [21].

1.3.2 Mapa de procesos

El mapa de procesos es una metodología que permite representar gráficamente los principales elementos de un proceso, de manera secuencial. A través de este mapeo, se identifican las diferentes etapas, pasos y actividades que conforman el proceso, diferenciando aquellas que son esenciales de las que no son indispensables [22]. Al realizar esta metodología se espera optimizar los procesos, conseguir el ciclo de madurez organizacional y sistematizar los procesos y resultados.

Tipos de procesos

- Procesos Operativos: Se encargan de transformar los recursos o insumos para obtener un producto o servicio con un valor añadido[22]. En esta sección solo se incluyen las actividades que cumplen con estas condiciones.

- Procesos de apoyo: Son los que se encargan de proveer los insumos y el personal elemental para los demás procesos, como es: procesos de gestión de recursos humanos, proceso de aprovisionamiento, gestión de proveedores y supervisión del sistema de gestión de la calidad[22].

- Proceso de gestión: En esta sección se encargan del correcto funcionamiento del resto de procesos, por medio de actividades de control, seguimiento, medición y evaluación [22].

1.3.3 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos y movimientos se trata de una herramienta que sirve para determinar el tiempo estándar de cada actividad que conforma el proceso para obtener un producto [23]. Y los movimientos realizados por cada operario para llevar a cabo el proceso.

Esta herramienta surge a finales del siglo XIX, por Frederick Taylor, quien asoció el estudio de tiempos con las actividades laborales. Posteriormente, motivados por el trabajo de Taylor, la pareja Gilbreth se dedicó al estudio de los movimientos, lo que ayudó a complementar la investigación realizada por Taylor[23].

Al realizar el estudio de tiempos, existen dos formas de tomar las mediciones. La primera consiste en utilizar el cronómetro en modo continuo, es decir, sin realizar paradas durante todo el estudio. La segunda opción es emplear el cronómetro de vuelta a cero. En este caso, el cronómetro se hace correr hasta finalizar una actividad, luego se vuelve a cero para iniciar el registro de la siguiente actividad [24], [25].

- ***Número de ciclos a cronometrar***

El número de ciclos a cronometrar es la cantidad de veces que el analista puede observar y registrar en un proceso para así obtener un tiempo confiable representando la durabilidad real del ciclo [24]. Para determinar el número de ciclos que se deben realizar varios analistas proceden a guiarse en el criterio de la General Electric, mostrado en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de la General Electric

GENERAL ELECTRIC	
Tiempo de ciclo (minutos)	**Número recomendado de ciclos**
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

La General Electric busca optimizar los procesos mediante metodologías como Six Sigma. Esta se centra en reducir la variabilidad y los tiempos improductivos en los procesos. En la tabla 1 se presenta una guía para optimizar las operaciones en función

del tiempo necesario para completar un ciclo y el número de veces que este se debería ejecutar para mantener la eficiencia.

- ***Suplementos y factor de desempeño***

En la práctica laboral, el operario no siempre puede emplear todo el tiempo de la jornada laboral, esto se debe a las interrupciones por factores externos, como son las necesidades personales, fatiga o retrasos involuntarios [24]. Para compensar estos factores se sugiere la tabla 2, de suplementos porcentuales para así calcular el tiempo suplementario necesario.

Tabla 2. Sistema de suplementos por descansos

Despachar los materiales		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	-
básico por fatiga	-	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	-
Postura normal	-	-
Fuerza o energía muscular	-	-
iluminación	-	-
Condiciones atmosféricas	-	-
tensión visual	-	-
Ruido	-	-
tensión mental	-	-
Monotonía mental	-	-
Monotonía física	-	-
TOTAL	-	-
	-	-

El factor de desempeño se trata de un análisis sistemática de los criterios utilizados para evaluar la productividad y eficiencia de un trabajador durante la realización de una tarea [23]. El método de Westinghouse se presenta como una herramienta fundamental para este propósito, permitiendo clasificar y cuantificar el rendimiento a través de cuatro factores: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones de trabajo y Consistencia, un ejemplo se encuentra en la figura 2.

Habilidad			Esfuerzo		
Superior	A_1	0.15	Excesivo	A_1	0.13
Superior	A_2	0.13	Excesivo	A_2	0.12
Excelente	B_1	0.11	Excelente	B_1	0.10
Excelente	B_2	0.08	Excelente	B_2	0.08
Bueno	C_1	0.06	Bueno	C_1	0.05
Bueno	C_2	0.03	Bueno	C_2	0.02
Promedio	D	0.00	Promedio	D	0.00
Regular	E_1	-0.05	Regular	E_1	-0.04
Regular	E_2	-0.10	Regular	E_2	-0.08
Malo	F_1	-0.16	Malo	F_1	-0.12
Malo	F_2	-0.22	Malo	F_2	-0.17
Condiciones de trabajo			**Consistencia**		
Ideal	A	0.06	Ideal	A	0.04
Excelente	B	0.04	Excelente	B	0.03
Buena	C	0.02	Buena	C	0.01
Promedio	D	0.00	Promedio	D	0.00
Regular	E	-0.03	Regular	E	-0.02
Malo	F	-0.07	Malo	F	-0.04

Figura 2. Factores de desempeño en base al método Westinghouse

1.3.4 Matriz de criticidad

La matriz de criticidad es una herramienta analítica que sirve para priorizar y gestionar riesgos, fallos o problemas dentro de un proceso [26]. Se consideran dos aspectos al momento de ejecutar la matriz: el impacto y la probabilidad de ocurrencia, observar la figura 3 y la ecuación 1 para obtener la criticidad.

El impacto representa la gravedad de las consecuencias del fallo y se clasifica en niveles como: bajo, medio y alto. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia es la frecuencia o posibilidad de que suceda el fallo, que también se clasifica por niveles[26].

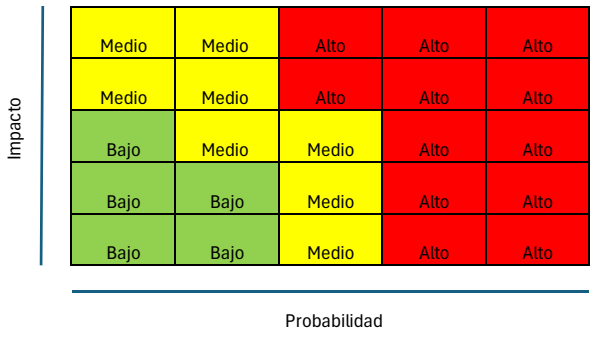


Figura 3. Matriz de criticidad

$$Criticidad = Impacto \times Probabilidad \quad (1)$$

1.3.5 Cartas de control

Las cartas de control son herramientas gráficas que permiten diagnosticar y monitorear el desempeño del proceso analizado a lo largo del tiempo, garantizando la calidad y estabilidad del proceso. Existen diferentes cartas de control: para datos continuos se tienen las cartas $\bar{X} - R$ y $\bar{X} - S$ para datos discretos se tienen las cartas p, np, c y u. El análisis de cada una de estas cartas permite detectar variaciones anormales o patrones fuera de control [27]. La aplicación de estas cartas previene defectos y mejora la estabilidad de los procesos.

- ***Carta de control u***

La carta de control u es una herramienta estadística para controlar y monitoreo procesos con datos de atributos, esto consiste en el número de defectos por unidad en productos. Esta cara suele ser seleccionada para casos donde el tamaño del lote varia, permitiendo así trabajar con muestras de tamaño variable [27].

Para realizar la carta de control u, se toma en cuenta que cada subgrupo lo forman varias unidades. Por medio de la ecuación 2:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \tag{2}$$

Donde:

c_i = Cantidad de defectos en el subgrupo

n_i= Tamaño del subgrupo

Para determinar los límites, es fundamental estimar la media y la desviación estándar del estadístico u_i, que, bajo el supuesto de que c_i sigue una distribución de Poisson, se calculan con la ecuación 3 y 4:

$$\mu_{u_i} = \bar{u} = \frac{Total\ de\ defectos}{Total\ de\ artículos\ inspeccionados} \tag{3}$$

$$\sigma_{u_i} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{4}$$

Donde n es el tamaño de subgrupo

Los límites de control en la carta u están dados por:

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{5}$$

$$Línea\ central = \bar{u} \tag{6}$$

$$LCI = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \tag{7}$$

- ***Índice de inestabilidad St***

El índice de ineficiencia es una métrica utilizada en el análisis de procesos para medir la variabilidad o estabilidad de un proceso de producción. Este índice permite identificar los problemas relacionados con el desempeño y la predictibilidad de las operaciones. En su interpretación, si el índice St es bajo y menor al 10%, se puede decir que el proceso es estable con poca variabilidad en comparación con el tiempo promedio [27]. Por el contrario, si el índice es alto y supera este porcentaje, se considera un proceso con inestabilidad significativa. El índice se calcula con la ecuación 8.

$$St = \frac{Número\ de\ puntos\ especiales}{Número\ total\ de\ puntos} \times 100 \tag{8}$$

1.3.6 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica basada en el principio 80/20, como se observa en la figura 4, lo que permite identificar y priorizar las causas más significativas en un proceso. Está compuesta de un gráfico de barras, donde las categorías son ordenadas de mayor a menor impacto y una línea acumulativa que representa el porcentaje total acumulado [28].

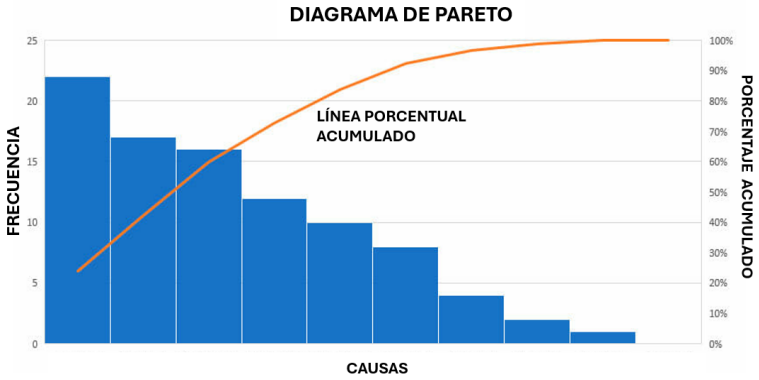


Figura 4. Diagrama de Pareto

1.3.7 Manufactura ajustada

La manufactura ajustada tuvo su origen entre 1950 y 1963 en la industria automotriz, específicamente en Toyota. Surgió debido a la necesidad de desarrollar un sistema distinto al Taylorismo, que predominaba en todas las industrias en aquellos años [29]. Tras investigaciones y análisis de otras metodologías, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno llegaron a la conclusión de que la producción en masa no era viable en Japón, dadas las circunstancias de la época [29]. Por esta razón, dieron forma al "Sistema de Producción Toyota", conocido hoy en día como manufactura ajustada.

La denominación "manufactura ajustada" describe un método de producción que ha sido perfeccionado para reducir al mínimo el desperdicio de recursos y aumentar la eficacia en todas las fases del proceso. El término "ajustada" se deriva de la idea de mejorar o afinar el proceso de producción con el fin de lograr un funcionamiento óptimo y eficiente [20].

La manufactura ágil, también conocida como Lean Manufacturing, es un enfoque de gestión que busca eliminar todas las actividades que no agregan valor a los productos o servicios. Se basa en la eliminación de los desperdicios, la mejora continua, la flexibilidad en la producción y el trabajo en equipo [30]. El resultado de implementar la manufactura ajustada es una organización más eficiente, capaz de responder rápidamente a las demandas del mercado y entregar productos de calidad a un menor costo [21]. El objetivo principal de lean manufacturing es optimizar los procesos

productivos eliminando todo tipo de desperdicios y maximizando el valor que se ofrece al cliente.

1.3.8 Desperdicios de la manufactura ajustada

La metodología de manufactura ajustada busca eliminar los desperdicios identificados en la organización para de esa manera optimizar los recursos y aumentar la eficiencia en los procesos de fabricación. Al hablar de desperdicios dentro de manufactura ajustada se puede mencionar la acumulación de stock, sobreproducción, movimientos innecesarios, procesos innecesarios, productos defectuosos, transporte de materiales y herramientas [17]. En la tabla 3, se puede apreciar la causa de cada desperdicio mencionado.

Tabla 3. Desperdicios de manufactura ajustada

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	CAUSAS
Acumulación de stock	Se trata de cualquier material o producto terminado que exceda a lo necesario	Se encuentran grandes volúmenes de productos a la espera de ser procesados, lo que resulta en una baja rotación de inventarios.	Exceso de programación de horas adicionales. En la empresa se debe en gran medida a pronósticos erróneos sobre la demanda, lo cual refleja problemas de decisiones administrativas.
Sobreproducción	Manufacturar productos más de los necesario	Acumulación de inventarios. Exceso de mano de obra.	Producción just in case. Automatización de tareas que no se necesitan e inconsistencia en la planificación de la producción.
Movimientos innecesarios	Traslado de las personas de un ponto a otro sin ser necesario o aporte valor al producto	Demasiado tiempo empleado en localizar materiales. Movimientos innecesarios al agacharse o caminar.	Distribución inadecuada de la planta. Incorrecta organización del área de trabajo. Escaso control de la producción.
Productos defectuosos	La pérdida de recursos utilizados en la producción de un artículo.	Flujo dificultoso del producto. Producto de calidad cuestionable.	Procesos ineficientes. Herramientas y equipos inadecuados. Ausencia de la cultura de calidad.
Procesos Innecesarios	Procesos no estandarizados que no generan valor al producto	Existencia de cuellos de botella. Exceso de inspecciones	Inadecuada comprensión de los procesos. Políticas y procedimientos erróneos. Inexistencia del flujo del proceso.
Transporte de materiales y herramientas	Son todos los traslados de materiales que no aportan directamente al sistema de producción.	Demasiados equipos de transporte. Distancias largar en la instalación. Aprovechamiento y diseño inadecuado de la instalación.	Ausencia de programas de producción. Fabricación de lotes muy grandes. Distribución inadecuada de la planta de producción.

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS	CAUSAS
Esperas	La muda se refiere a la pérdida de tiempo cuando un operario espera por una máquina, materiales, herramientas, ajustes o instrucciones, sin agregar valor.	El operario se mantiene en espera hasta que la máquina termine su ciclo de procesamiento. Paros repentinos de los equipos o maquinarias. Es el tiempo requerido para cambiar un producto.	Programación inadecuada de la producción. Ausencia de planificación para los cambios de producto. Falta de capacitación de los operarios.

En la figura 5 se presentan los diferentes tipos de desperdicios identificados en el sistema de producción de manufactura ajustada, los cuales son fundamentales para entender y mejorar los procesos productivos [17].

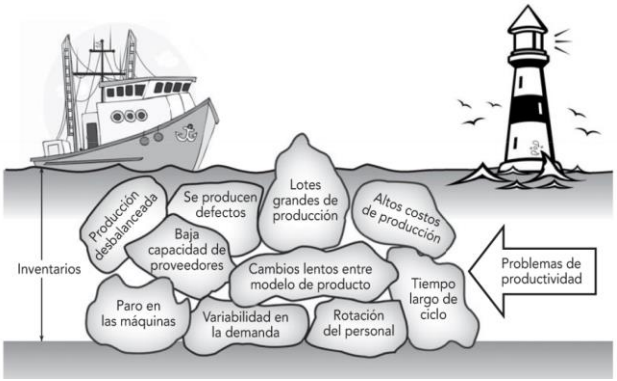


Figura 5. Desperdicios de manufactura ajustada

- ***Defectos***

Los defectos son desviaciones de los productos respecto a las especificaciones y estándares establecidos. Son una falla que reduce la calidad esperada y pueden presentarse en distintas etapas del ciclo de vida de un producto. El impacto de este desperdicio puede traer pérdidas económicas, ya que se incrementan los costos debido a reprocesos [28]. También puede causar impactos operativos donde se generan interrupciones en la producción y se generan entregas retrasadas.

- ***Reprocesos***

El desperdicio del reproceso es la actividad específica de corregir los defectos o fallas en los productos que no cumplen con los estándares de calidad, ocasionando pérdidas económicas en tiempo, recursos y mano de obra. Esto afecta así la eficiencia operativa y retrasa los pedidos para entregar a los clientes. Estos reprocesos pueden ser

ocasionados por falla humana, diseños deficientes, defectos en los materiales y deficiencias en los controles de calidad [17].

- ***Movimientos innecesarios***

Los movimientos innecesarios son actividades físicas que no aportan valor al producto final, ocasionados por los trabajadores, máquinas o herramientas, y representan un desperdicio ineficiente de tiempo y recursos. Estos movimientos pueden ser ocasionados por la búsqueda de herramientas, alcanzar materiales lejanos o caminar entre estaciones por reprocesos [31]. Provocan flujos de trabajo deficientes, aumento de fatiga y costos operativos.

1.3.9 Herramientas de manufactura ajustada

Hay diversas herramientas que componen la manufactura ajustada, cada una centrada en reducir los desperdicios o mudas presentes en el sistema de producción. La figura 6 proporciona una representación más concisa de estas herramientas dentro de esta metodología [32].

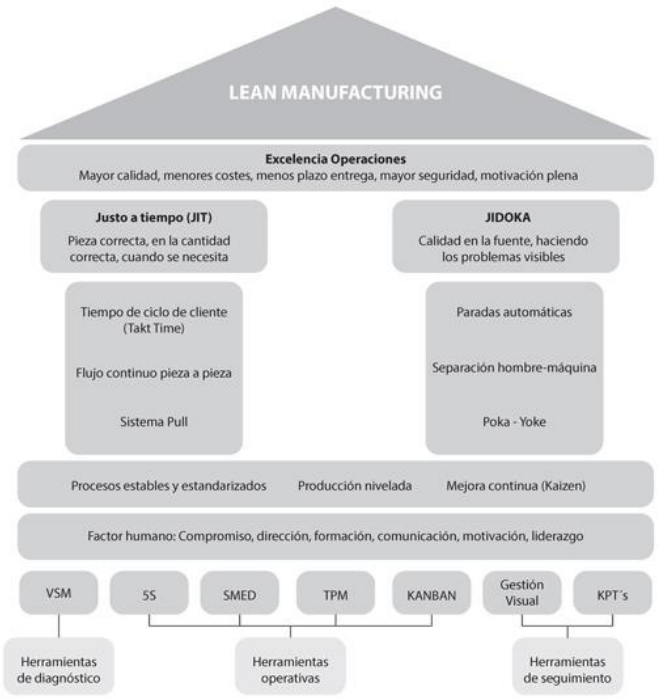


Figura 6. Adaptación actualizada casa Toyota

Se tiene las herramientas básicas y para control de materiales, las cuales se tratan de [17], [33]:

- **Kaizen:** se enfoca en la mejora continua de los procesos, involucrando a todos los niveles de la organización en la identificación y eliminación de desperdicios, así como en la implementación gradual de mejoras en el flujo laboral.

- **Las 5S para orden y limpieza:** es la disciplina que mejora la productividad en el área de trabajo de las personas estandarizando, aplicando hábitos de orden y limpieza.

- **Justo a Tiempo:** es un enfoque que busca minimizar el inventario y producir solo lo necesario en el momento preciso. Esto ayuda a reducir el desperdicio de inventario y los costos asociados con el almacenamiento.

- **Fábrica visual:** es una metodología de gestión que utiliza ayudas visuales estratégicamente ubicadas en las áreas de trabajo para mejorar la organización y eficiencia. Consiste en crear un sistema de señalización, marcación y etiquetado que permite identificar el lugar de cada herramienta o equipo, establece estándares de orden y limpieza además que ayuda a comunicar de manera rápida y efectiva la información sobre los procesos [34].

Otra herramienta para el mejoramiento en cuanto a la efectividad de los equipos se emplea:

- **Mantenimiento productivo tota**l: el TPM (*total productive maintenance*) es una metodología que permite la continuidad del proceso, enfocándose en los equipos y plantas por medio de la prevención, cero accidentes, cero defectos y la participación total de las personas [35].

Uno de los desperdicios dentro de la manufactura ajustada es el tiempo es por lo que se emplean las herramientas para mejorar el tiempo de entrega y la capacidad [17], [21]:

- **Manufactura celular:** la distribución de las instalaciones se mejora significativamente para así fluir la producción sin interrupción entre cada operación, obteniendo una disminución del tiempo de respuesta y maximizando las habilidades del personal.

- **Cambios rápidos de productos:** también conocido como SMED *(Single minute Exchange of die)* se trata de reducir el tiempo necesario para cambiar entre distintos procesos de producción o configuraciones de máquinas, lo que facilita una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta a las necesidades del cliente.

- **Mapeo de la cadena de valor (VSM):** Se trata de una técnica utilizada para optimizar el flujo de materiales e información mediante un análisis detallado, que es esencial para entregar productos y servicios a los clientes de manera eficiente [36].

- **Almacenamiento en el punto de Uso (POUS):** Consiste en el almacenamiento de materias primas o insumos dentro de los centros de trabajo donde se requiera su utilización. Identificando y eliminando los pasos intermedios que se encuentran en el proceso actual [37].

Por último, para mejorar la calidad dentro de la organización se emplea las siguientes herramientas [17]:

- **AMEF:** se trata de una herramienta que permite identificar errores dentro del proceso de producción y así evaluar sus efectos, causas además de los elementos de detección y así lograr evitar su concurrencia, se trata de un método documentado de prevención.

- **Poka-Yoke:** es una técnica utilizada para diseñar sistemas a prueba de errores que evitan defectos. Los dispositivos poka-yoke se implementan para prevenir errores humanos y asegurar la calidad del producto.

- **Solución de problemas con las 8D:** metodología para resolver problemas de forma sistemática y documentada mediante el registro de las acciones a realizar en 8 pasas empleados por un equipo multidisciplinario.

- **Six Sigma:** consiste en una metodología de mejora la cual sirve para reducir de manera drástica la variación además de conseguir el liderazgo en los negocios y alcanzar el máximo desempeño de la organización.

- **Calidad en la fuente:** Es un principio de la gestión de la calidad que se enfoca en prevenir defectos y errores durante el proceso productivo, haciendo bien las cosas desde el principio, en lugar de detectarlos y corregirlos después. Esto se espera lograr por medio de la implementación de controles, procedimientos y sistemas que aseguren que en cada etapa del proceso cumplan con los estándares de calidad [38].

1.3.10 Implementación manufactura ajustada

Para la implementación de manufactura ajustada es importante comenzar con definir los indicadores para así poder ir interpretando lo que sucede dentro de la empresa. Al establecer medidas específicas en las pautas y estrategias, se estará definiendo los indicadores fundamentales que permitirán evaluar el desempeño de las acciones, proyectos, decisiones, entre otros aspectos [17].

Por lo tanto, la adecuada elaboración de un conjunto de indicadores clave marcará el inicio de un proceso de aprendizaje continuo y de toma de decisiones, este proceso se lo puede visualizar en la figura 7.



Figura 7. Proceso de indicadores

Antes de comenzar con las fases para la implementación de la metodología es primordial realizar un diagnóstico para conocer las condiciones actuales en las que se encuentra la organización, por ello se realiza mediante un enfoque integral que abarca diferentes etapas, incluyendo la estrategia de la compañía, la estructura organizativa, el diseño de productos y procesos, la logística, las operaciones, y las áreas de contabilidad y finanzas [17], [28]. Este diagnóstico requiere la participación de directivos y personal clave con un profundo conocimiento de la realidad de cada área, así como la consulta entre varias personas para resolver dudas y corroborar información si es necesario [20].

Para llevar a cabo la implementación, es crucial comprender la situación actual de la organización mediante un diagnóstico previamente realizado, contar con un plan estratégico preparado y asegurar el compromiso tanto del personal directivo como de los operarios [28]. La fase inicial comienza con la etapa piloto, en la cual se establece un flujo continuo en áreas seleccionadas para comprender los desafíos y oportunidades que implica la implementación, así como para obtener un primer aprendizaje sobre la reacción de la organización ante este proceso.

En la segunda fase, se adopta la administración por cadenas de valor, convirtiendo la estructura organizativa en el fundamento de la implementación al establecer un método de trabajo basado en procesos en lugar de divisiones departamentales funcionales. Se aplica el conocimiento adquirido en todos los ámbitos de la organización, se ejecutan las actividades logísticas y contables, y la manufactura ajustada respalda el proceso proporcionando indicadores y criterios para una toma de decisiones informada basada en resultados y datos relevantes [17].

En la última etapa, se destaca la importancia de obtener el compromiso de todos los implicados, valorar el conocimiento como un recurso fundamental y establecer un sistema de gestión del conocimiento que permita a la organización mantener un control documental sobre problemas, mejoras, medidas preventivas y otros aspectos relevantes para su correcto funcionamiento [17]. Se describe de manera más esquematiza las fases de implementación de manufactura ajustada en la figura 8.

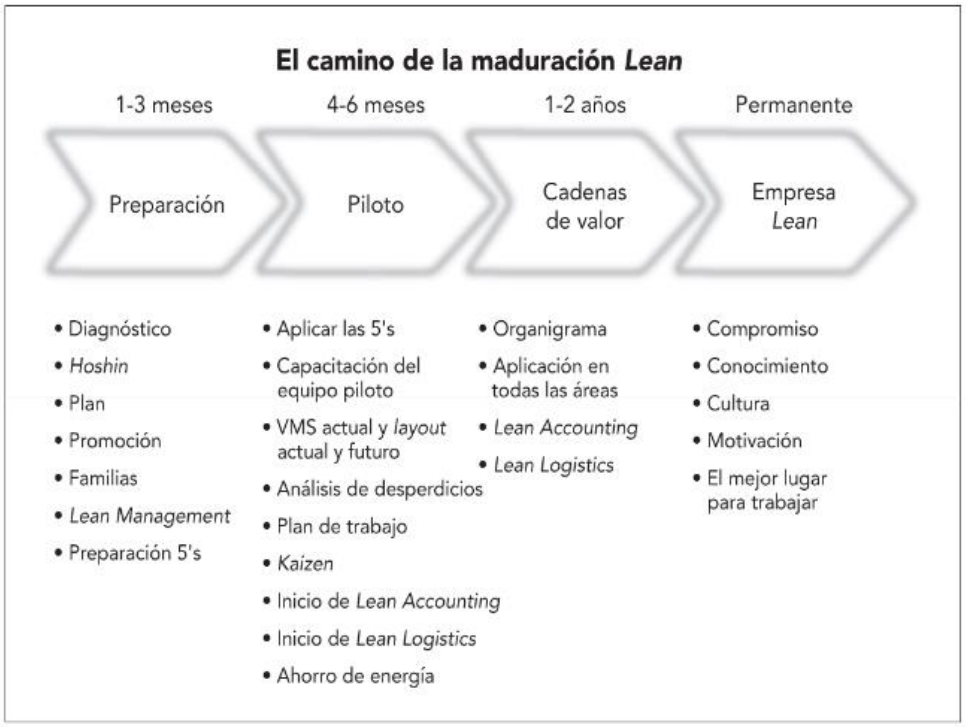


Figura 8. Fases de implementación de manufactura ajustada

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta para la reducción de desperdicios en la empresa "CALZADO GAMO'S" mediante herramientas de manufactura ajustada.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la empresa, identificando los desperdicios existentes en el proceso de producción de calzado.
- Seleccionar las herramientas de manufactura ajustada que permitan dar solución a los problemas identificados en el proceso de producción.
- Elaborar planes operativos para la futura implementación de las herramientas de manufactura ajustada en la empresa "CALZADO GAMO'S".

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En el desarrollo de este estudio, se utilizaron los siguientes recursos mostrados en la tabla 4:

Tabla 4. Materiales empleados en el proyecto de investigación

Recursos		
Material	**Descripción**	**Ilustración**
Laptop	Es una computadora portátil la cual combina funcionalidad y portabilidad, su versatilidad es ideal para realizar diversas tareas, con distintas aplicaciones.	
Teléfono móvil	Es un dispositivo de comunicación portátil, que ofrece llamadas, mensajería, entre otras funciones avanzadas como cámara, cronómetros y GPS	
Formatos para toma de tiempos	Es una hoja de papel donde tiene contenido una tabla específica para la toma de tiempos.	
Microsoft Word	Es un software desarrollado por Microsoft, que permite la edición y la redacción de cualquier texto.	
Microsoft Excel	Es una hoja de cálculo donde se pueden realizar diversas funciones como cálculos matemáticos, crear gráficos y realizar análisis de datos.	
Visio	Es un software diseñado para crear diagramas y esquemas de flujos, puede ser utilizado para procesos, planos, organigramas, entre otros,	
Minitab	Se trata de un software estadístico para el análisis de datos, donde se puede utilizar varias herramientas para el análisis descriptivo, pruebas estadísticas, control de calidad, gráficos, etc.	
e-Libro	Es una biblioteca virtual que ofrece una amplia variedad de libros, revistas y otros materiales, de manera virtual.	

Recursos		
Material	**Descripción**	**Ilustración**
Repositorio Universitario	Es una plataforma digital propio de las universidades donde colocan todos los trabajos académicos y de investigación de los estudiantes y docentes.	
Google Académico	Es una herramienta de búsqueda que pertenece a Google y se puede encontrar artículos, investigaciones, libros, revistas, entre otras publicaciones.	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

2.2.1.1 Investigación bibliográfica documental

El proyecto investigativo propuesto se llevó a cabo mediante una investigación bibliográfica documentada. Este enfoque permitió ampliar los conocimientos sobre la manufactura ajustada, incluyendo las herramientas de esta metodología, así como identificar las causas y consecuencias de los desperdicios asociados a la manufactura ajustada mediante fuentes bibliográficas. Se utilizaron diversas fuentes, como artículos científicos, revistas, libros académicos, informes técnicos, tesis previas y opiniones de varios autores que respaldaron el tema.

2.2.1.2 Investigación de campo

Para la investigación, se utilizó la investigación de campo dado que el proyecto se desarrolló en el proceso de producción de la empresa "CALZADO GAMO'S". En este proceso, se recopiló y registró la información relevante visitando a la organización seleccionada para comprender el origen del problema planteado. Se hizo mediante observaciones detalladas y la recolección sistemática de datos. Posteriormente, se generaron propuestas de mejora basadas en los principios y herramientas de la manufactura ajustada.

2.2.2 Población y muestra

La investigación se desarrolló dentro del proceso de producción de la empresa "CALZADO GAMO'S", específicamente en las cuatro áreas del proceso productivo: corte, aparado, montaje y terminado. La población de estudio comprende 59 personas del área de producción, incluyendo 57 trabajadores operativos, el jefe de producción y la coordinadora de producción. El estudio abarcó un total de 27 puestos de trabajo.

2.2.3 Recolección de información

Para la recopilación de información que requirió la investigación se utilizaron las siguientes herramientas e instrumentos, descritos en la tabla 5.

Tabla 5. Técnicas y herramientas para utilizar

Objetivos de la investigación	Actividades de la investigación	Técnica	Herramienta/ instrumento
Analizar la situación actual de la empresa, identificando los desperdicios existentes en el proceso de producción de calzado.	Se realizó una visita a la empresa.	Observación directa. Encuesta.	Cuestionario
	Se identificaron los procesos productivos de la empresa.	Análisis de documentación. Entrevistas	Mapa de procesos Cuestionario.
	Se desarrolló el VSM actual del proceso productivo.	Análisis de la cadena de valor	VSM
	Se identificaron los desperdicios de cada proceso.	Observación directa. Análisis de documentación	Resultados de encuestas y VSM.
Seleccionar las herramientas de manufactura ajustada que permitan dar solución a los problemas identificados en el proceso de producción.	Se llevó a cabo un análisis de datos de los desperdicios encontrados.	Análisis documental de los resultados del VSM	Gráficos estadísticos Resultados de VSM.
	Se realizó una consulta bibliográfica de las herramientas de manufactura ajustada.	Análisis de información bibliográfica	Libros, artículos, revistas.
	Se seleccionaron las herramientas de manufactura ajustada adecuadas	Análisis de causa y efecto	Diagrama de Ishikawa.
Elaborar planes operativos para la futura implementación de las herramientas de manufactura ajustada en la empresa “CALZADO GAMO'S”.	Se definió la estructura de los planes operativos.	Análisis de información bibliográfica	Formato del plan operativo.
	Se estableció la metodología para el cumplimiento de las herramientas seleccionadas.	Análisis de la información recolectada	Matrices, diagramas, flujogramas.
	Se plantearon indicadores para medir el cumplimiento de los planes operativos.	Análisis de desempeño	KPIs, reportes de desempeño, dashboards, matrices de Indicadores.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para llevar a cabo la mejora de procesos en la empresa “CALZADO GAMO'S”, primero se realizó una visita donde se identificaron y documentaron los procesos productivos existentes. A partir de esta información, se desarrolló el diseño del VSM para visualizar el flujo de materiales e información a través de la cadena de valor. Con el VSM en mano, se procedió a reconocer los desperdicios presentes en cada proceso, como tiempos de espera, movimientos innecesarios o sobreproducción. Posteriormente, se realizó un análisis de datos detallado de los desperdicios encontrados para cuantificar su impacto en el proceso de producción.

Además, se llevó a cabo una consulta bibliográfica exhaustiva sobre las herramientas de manufactura ajustada para determinar cuáles eran las más adecuadas para abordar los desperdicios identificados. Con esta selección, se definió la estructura del plan operativo, para así establecer la metodología donde se incluyeron las herramientas seleccionadas de manufactura ajustada, y, por último, se plantearon los indicadores para medir el rendimiento y el cumplimiento de los planes operativos para lograr una optimización de los procesos y reducir los desperdicios, mejorando así la productividad y calidad en la empresa.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Situación actual de la empresa

CALZADO GAMO'S es una empresa ecuatoriana, destacada por su larga trayectoria en la industria del calzado. Fue fundada en 1985, por su propietario Miguel Ángel Gutiérrez Pérez, en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. La empresa ha sido reconocida por su producción de calzado en seguridad industrial. Sin embargo, también cuenta con otras tres líneas de productos: botas militares, zapatos casuales y zapatos deportivos, fabricados con tecnología avanzada y materiales duraderos.

Durante más de tres décadas, la compañía GAMO'S ha demostrado su compromiso con la innovación constante y la excelencia en sus productos, adaptándose a las demandas cambiantes del mercado. Esto le ha permitido alcanzar su expansión tanto a nivel nacional como internacional. Actualmente, la empresa no solo es reconocida por la calidad de sus productos, sino también por su aporte al crecimiento económico y social de la región.

Información general de la empresa

En la tabla 6 presenta la información general de la empresa, con los datos más relevantes de la misma, como es el nombre comercial, la razón social, actividad económica y el CIIU, lo que facilita un mejor entendimiento de la organización CALZADO GAMO'S.

Tabla 6. Información principal de la empresa obtenida por medio del SRI

Información de la empresa		
Nombre comercial:	CALZADO GAMO'S	**LOGO**
Razón Social:	Gutiérrez Pérez Miguel Ángel	
RUC:	1801242700001	

Información principal	
Código CIIU	C15200101
Actividad económica	Fabricación de calzado de cuero y mediante cualquier proceso, incluido el moldeado (aparado de calzado).
Sector	Industria manufacturera
Contacto	Teléfono: (03) 241-2588 – (03) 284-5355
Ubicación	
Calzado GAMOS ubicada en la ciudad de Ambato, en la Av. Atahualpa y pasaje Francisco Campos S/N.	Vista satelital 
Coordenadas GMS	1°15'42"S 78°37'47"W

Latitud y longitud

La planta de producción de la empresa CALZADO GAMO'S, se encuentra localizada en las coordenadas geográficas: latitud -1.2618837 y longitud -78.6297378. Estas coordenadas sitúan a la organización en el continente de América del Sur, específicamente en Ecuador.

Misión:

“Innovamos, diseñamos, producimos y comercializamos calzado fabricado con tecnología de punta y la mejor materia prima del mundo, garantizando la satisfacción total de nuestros clientes.”

Visión:

“Ser la empresa líder de producción de calzado en el mercado nacional y latinoamericano, llevando siempre un compromiso de calidad e innovación en nuestros productos, logrando que la fidelidad del cliente permanezca siempre junto a nuestra marca.”

3.1.2 Estructura organizacional

La empresa de CALZADO GAMO'S, cuenta con una estructura organizativa que se ve detallada en la figura 9, encabezada por un gerente general apoyado por un asesor externo. Bajo su dirección se encuentran tres áreas optimizando los procesos internos y garantizar la eficiencia entre los departamentos. El sector sujeta al estudio se encuentra resaltada con color marrón, lo que indica un enfoque especial en el análisis del área productiva de la empresa.

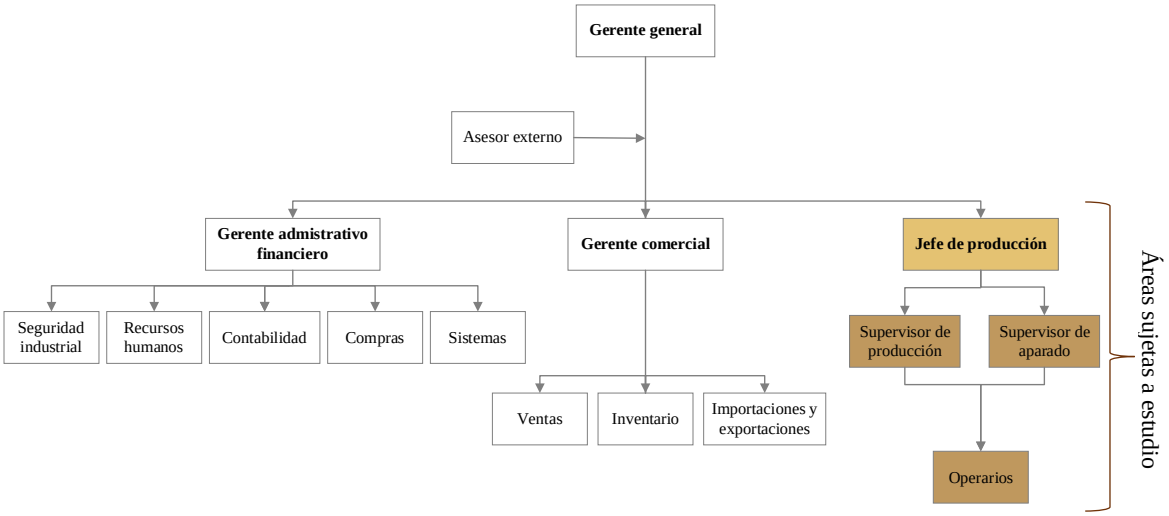


Figura 9. Organigrama de la empresa CALZADO GAMO'S

3.1.3 Mapa de procesos

La empresa CALZADO GAMO'S cuenta con una estructura integral compuesta por tres niveles fundamentales, como se muestra en la figura 10. En el nivel superior se encuentra los procesos estratégicos, que guían la dirección general de la empresa y establecen las metas a largo plazo. En el núcleo del mapa se ubican los procesos operativos, donde se detalla cada etapa de la producción del calzado. Finalmente, en el último nivel, se observa los procesos de apoyo, los cuales proporcionan el soporte necesario para asegurar el funcionamiento óptimo de la compañía.

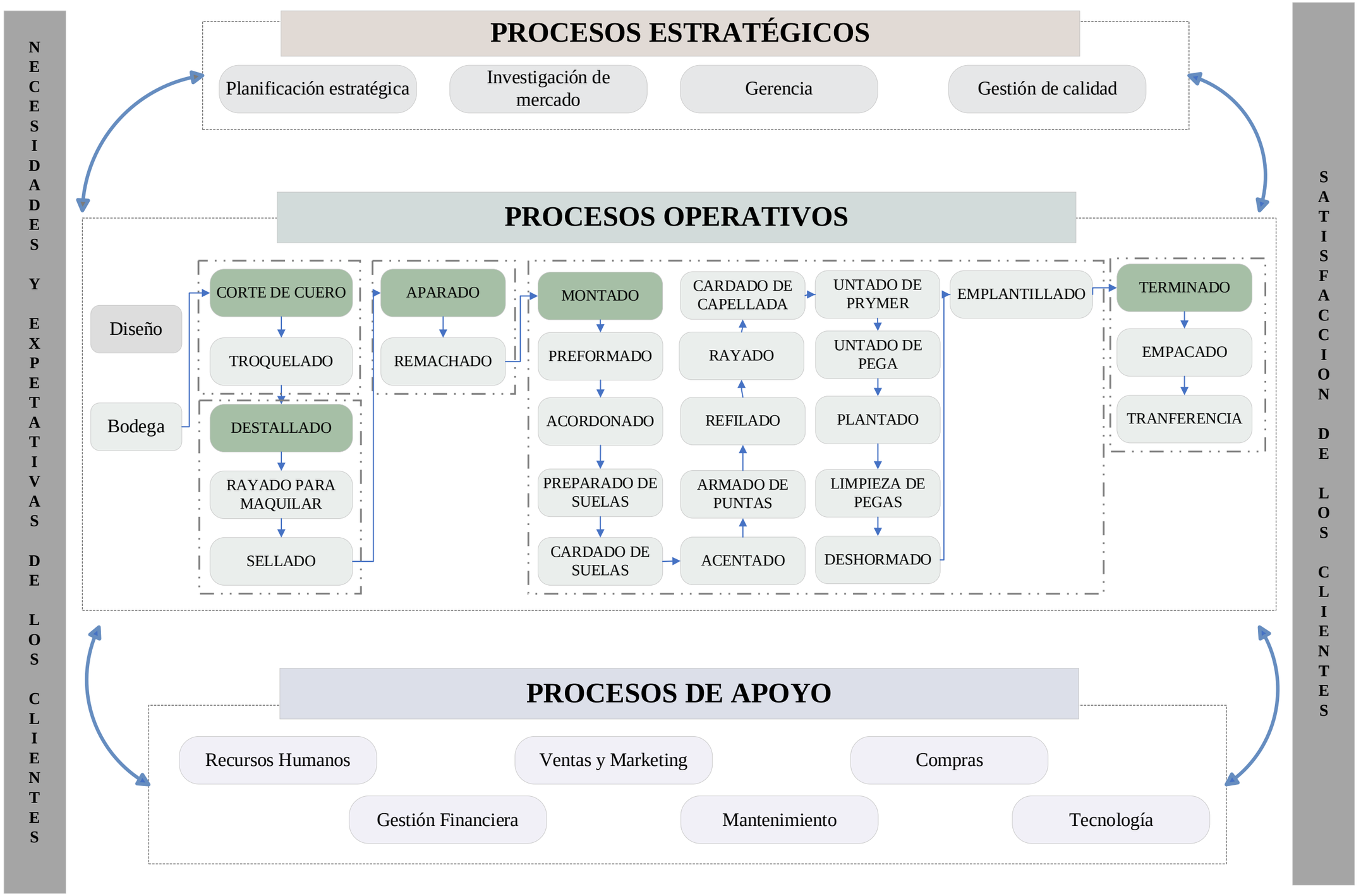


Figura 10. Mapa de procesos de la empresa CALZADO GAMO'S

3.1.4 Productos de la empresa CALZADO GAMO'S

En la planta de producción se manejan con seis líneas de productos, estas se muestran en la tabla 7, se tiene una gran variedad de artículos para satisfacer las diferentes demandas de los clientes.

Tabla 7. Productos de la empresa de CALZADO GAMO'S

PRODUCTOS DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS			
N°	**Línea de calzado**	**Modelo**	**Ilustración**
1	Treking	Caña alta, caña baja, botín, con cordón	
2	Seguridad Industrias	Caña alta, botines con punta de acero, con cordón	
3	Casual	Cuadrados, puntones, con cordón	
4	Deportes	Caña baja, caña alta, con cordón	
5	Fuerza del orden- Militar	Caña alta, con cordones	
6	Infantil	Caña alta, caña baja, con cordones, con velcro, deportivos y casual	

3.1.1 Proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S

A continuación, en la tabla 8, se detallan los procesos que se lleva a cabo en la empresa CALZADO GAMO'S, donde se muestra el proceso con su respectiva descripción y una ilustración del área analizada. Esta información ayudará a obtener una visión clara de las operaciones, facilitando la identificación oportuna de posibles desperdicios de la organización.

Tabla 8. Proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S

PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S			
N°	**Proceso**	**Descripción**	**Ilustración**
1	Selección y recepción de materia prima	El jefe de bodega es responsable de seleccionar los insumos y materiales necesarios para la producción de calzado. Este proceso implica revisar los pedidos y calcular las cantidades estimadas de diversos componentes, entre los que se incluyen cueros, esponjas gamuza, napa, pegamento, hilos, entre otros. Adicionalmente, la bodega se encarga de recibir y almacenar los materiales suministrados por los proveedores, tales como punteras de acero, cordones, plantillas, etc.	
2	Corte	El proceso de corte inicia con la recepción de la materia prima, que incluye cuero, gamuza y napa. Una vez recibidos los materiales, se seleccionan los moldes correspondientes al modelo de calzado que se va a fabricar. Luego, se extiende el material sobre la mesa de corte y se comienza con el proceso. Durante esta etapa, los operarios revisan periódicamente las características del cuero y cambian la cuchilla cada diez pares para mantener la presión de corte. Ya completado todos los cortes, el operario se traslada al área de troquelado, donde se procesan algunos moldes específicos necesarios para el calzado. Finalmente, el colaborador retorna al área de corte, donde se marcan las tallas correspondientes antes de ser enviado a la siguiente etapa de producción.	
3	Destallado	Una vez que las piezas llegan al área de destallado, se procede a clasificar los moldes para iniciar el proceso. El destallado se realiza en cada pieza de cuero utilizando la máquina destalladora. Además, se efectúa el corte de las ebas y el rayado. Finalmente, se reagrupan todas las piezas y se trasladan a la siguiente área de producción	
4	Aparado	En esta fase, se reciben todos los componentes de las áreas anteriores y comienza el ensamble del calzado. Primero, se procede al pegado de las piezas para dar forma a la bota. Luego, se realiza la costura de esta, se adhieren los reflectores dando forman, cosen el talón y la punta. Adicionalmente, se rellena y arma la lengüeta. Una vez que el zapato ha adquirido su forma definida, se perfora la parte superior para la colocación de los ojales para las agujetas y se transportan al área de montaje.	

PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE CALZADO GAMO'S			
N°	**Proceso**	**Descripción**	**Ilustración**
5	Montaje	Una vez recibido el zapato, se inicia el proceso de fabricación con el conformado del talón. Luego, se colocan cordones temporales para facilitar los pasos siguientes. A continuación, se instalan y recortan los forros, para después armar la punta, los costados y los talones. Posteriormente, se procede al pegado de las suelas y se extraen las hormas del zapato. Finalmente, se colocan las plantillas y se realizan los últimos retoques para obtener el producto terminado.	
6	Terminado	El proceso comienza con la recepción del calzado en su última fase. Primero, se aplica una capa superficial de pintura y se encera el zapato para darle un acabado uniforme y brillante. Posteriormente, el calzado se transporta para que se coloquen los cordones. A continuación, se lleva a cabo un riguroso control de calidad de cada par de zapatos. Una vez aprobados, se procede al empaquetado y se preparan para su envío al destino correspondiente.	

3.1.2 Flujograma del producto estrella

El producto estrella fue seleccionado por recomendación del equipo directivo de la empresa, basándose por su destacada rotación en el inventario. Cabe mencionar que, debido a políticas estrictas de confidencialidad corporativa, no se tuvo acceso a los registros históricos de ventas. Esta limitación, si bien presenta un desafío, no impidió el desarrollo del proyecto. El producto en cuestión es la bota CAT, para ello se puede observar la figura 11, perteneciente a la línea de seguridad industrial. Esta bota se caracteriza por su robustez, durabilidad y cumplimiento con las normas de seguridad.



Figura 11. Modelo Bota CAT (BCAT)

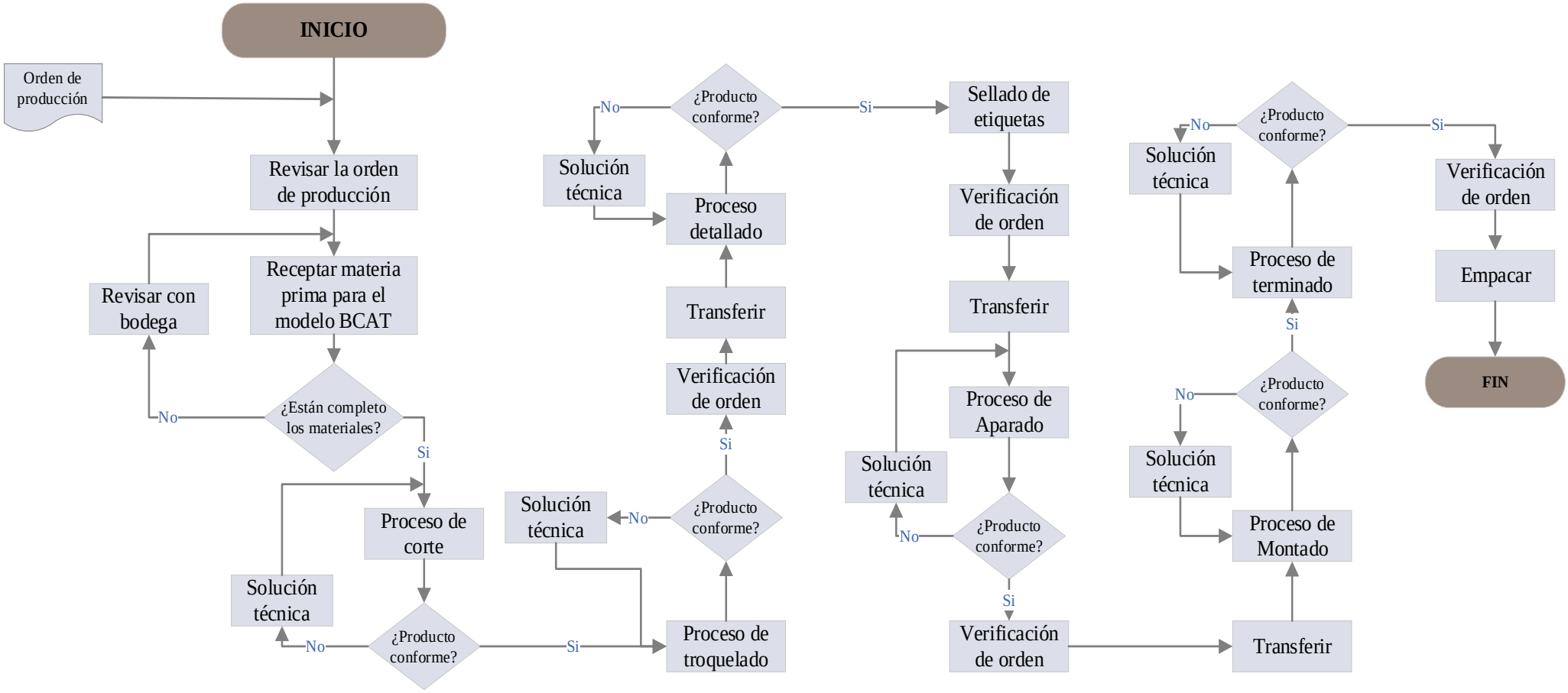


Figura 12. Flujograma del producto estrella

El flujograma desarrollado para la BCAT tiene como objetivo principal mapear y analizar cada etapa del proceso, desde la fabricación hasta la distribución final, tal como se muestra en la figura 12. Para lograr este objetivo, se analizaron a detalle las actividades que los operarios realizan en cada área por donde pasa el producto a lo largo de todo el proceso productivo. Esto permite identificar oportunidades de mejora y optimizar el desempeño en cada una de las etapas del proceso.

3.1.3 Entrevista

Se realizó una entrevista al jefe de producción de la empresa de CALZADO GAMO'S, con el fin de comprender en detalle la situación inicial de la organización. A través de esta interacción, se logró recabar información relevante sobre el conocimiento que se tiene con respecto a la metodología de manufactura ajustada y los problemas que enfrenta la compañía actualmente. La entrevista que se realizó se encuentra en la tabla 9.

Tabla 9. Entrevista

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334/ Telefax: 0328451894-2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec

ENTREVISTA	
Entrevistador	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez
Persona entrevistada	Cristian Aguilar
Revisado por	Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.
Fecha de la entrevista	03/09/2024
Objetivo: Analizar el estado actual de la planta de producción de la empresa Calzado GAMOS, determinando las oportunidades de mejora y desafíos presentados en las distintas áreas de la organización, con el fin de llevar a cabo una propuesta para la implementación de herramientas de manufactura ajustada, orientado a optimizar la eficiencia y productividad de los procesos.	
¿Cuáles son los procesos de producción de calzado en Gamos?	
Son cuatro procesos, los cuales son corte, aparado, montado y terminado.	
¿Cuál es la capacidad de producción actual de la empresa GAMOS?	
En el área de corte son 400 pares, en el aparado interno son 100 y en el externo 300 promedio, en montaje y terminado son 400 pares diarios.	
¿Qué indicadores de rendimiento (KPIs) emplean para medir la eficiencia en la fabricación?	
Trabajamos indicadores por áreas las cuales son diarias y mensuales, se miden los reprocesos, objetivos, productividad, déficit de pares, defectos y el teórico de recursos humanos.	
¿Qué métodos utiliza para la planificación de la producción?	
Lo realiza la coordinadora de producción.	

¿Cuál es el sistema de producción que implementa la empresa?
El sistema de producción que nosotros manejamos es por tareas lote.
¿Qué modelo de distribución de instalaciones es predominante en su proceso productivo?
En el área de aparado se manejan por celdas y en el área de montaje en línea.
¿Cuáles son las fortalezas principales del área de producción?
La principal es la mano de obra, capacitando al personal 2 veces al año.
¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el área de producción?
El principal desafío es la variedad de modelos que maneja la empresa, a su vez es una fortaleza, porque el personal está capacitado para cambiar de modelo de un rato a otro. Pero se demora el cambio de modelo dependiendo el área.
¿Ha identificado cuellos de botella en el proceso de producción? Si es así, ¿Dónde ocurren principalmente?
Si, en el proceso de producción el cuello de botella de toda empresa de calzado es en el área de costura o aparado.
¿Qué óptimo es el flujo de materiales en la planta de producción?
No trabajamos con el justo a tiempo, porque la mayoría de materia prima con la que se trabaja es importada entonces por ende vamos a tener retrasos con la llegada de materia prima y a veces si afecta a la producción.
¿Cómo calificaría el nivel de mantenimiento que reciben los equipos utilizados en la producción?
A la maquinaria se le da un mantenimiento preventivo a inicio de año, y durante el año el mantenimiento es correctivo, la frecuencia que se dañan las máquinas es una vez al mes.
¿Qué recursos o apoyo adicional cree que necesitaría para mejorar la eficiencia y productividad del área?
Para mejorar la productividad a nivel general se necesitaría más maquilas en el área de costura. De ahí en el área de corte se necesitaría un turno más, en el área de montaje si se tiene mayor abastecimiento, con dos horas más extras se alcanzaría el ritmo del resto de la planta.
¿Cuál es el promedio de tiempo que tarda en completarse un pedido desde la solicitud hasta la entrega?
Esta entre 10 a 15 días laborales para un solo pedido.
¿Cómo se maneja el control de inventarios dentro de la empresa?
Se entrega y se consume para las tareas dadas, de ahí el inventario de la empresa lo maneja el área de logística.
¿Tiene alguna sugerencia o idea para mejorar los procesos de producción que aún no se haya implementado?
La línea de producción es ideal para los distintos cambios de modelos, pero sugeriría un nuevo método de producción que sería strobel.
¿Conoce la metodología lean manufacturing? Y me podría dar una breve descripción si es así.
No.
¿Han utilizado alguna herramienta de manufactura ajustada?
No.
¿Cómo miden y controlan la calidad a lo largo del proceso de producción?
Lo realizamos uno en el aparado, tanto externo como interno, y otro en el área de terminado, se revisa par a par el producto terminado.
¿Cómo la empresa cuantifica los desperdicios identificados en la producción?
Con los indicadores de rendimiento.
De los desperdicios enlistados a continuación, ¿Cuáles considera que se encuentra presentes en sus procesos productivos? **Sobreproducción** **Acumulación de stock** **Movimientos innecesarios** **Productos defectuosos** **Procesos innecesarios** **Transporte de materiales y herramientas** **Esperas** **Desaprovechamiento del talento humano**
Se encuentran todos los desperdicios mencionados excepto el último.

Basándose en la entrevista realizada al jefe de producción, Cristian Aguilar, de la empresa CALZADO GAMO'S se puede afirmar que, la empresa opera con cuatro procesos principales: corte, aparado, montado y terminado, con una capacidad de producción que varía entre 100 y 400 pares diarios dependiendo del área. Utilizan un sistema de producción por tareas lote, con KPIs diarios y mensuales para medir el rendimiento.

La distribución de la planta combina celdas en aparado y línea en montaje. Su principal fortaleza es la mano de obra calificada, mientras que el mayor desafío es la gestión de la variedad de modelos. El cuello de botella se identifica en el área de aparado, y el tiempo promedio de producción por pedido es de 10 a 15 días laborales. Aunque la empresa no implementa metodologías como Lean Manufacturing, reconocen la presencia de siete tipos de desperdicios en su producción.

El mantenimiento de equipos es principalmente correctivo, y se sugiere la implementación del método "strobel" como mejora, la cual consiste en medir la productividad y evaluar la eficiencia de los tiempos en procesos productivos. Esta síntesis revela oportunidades significativas para optimizar procesos y mejorar la eficiencia general mediante la adopción de técnicas de manufactura ajustada.

3.1.4 Encuesta

La encuesta se empleó a todos los operarios que conforman el proceso productivo, con la finalidad de conocer cómo el trabajador percibe la situación de la empresa y poder identificar sus aportes para la mejora. El formato y las preguntas de la encuesta, que se encuentra en la Anexo A, fueron validadas por tres expertos en el tema. La encuesta en total se aplicó a 57 personas entre hombres y mujeres.

Tabla 10. Resumen de la respuestas de las encuestas aplicadas

Análisis de las respuestas de las encuestas			
N°	**Pregunta**	**SI**	**NO**
1	¿Conoce usted el concepto de manufactura ajustada (Lean Manufacturing)?	12	45
2	¿Se ha implementado alguna vez una o varias de las herramientas de manufactura ajustada en los procesos productivos de la empresa?	12	45
3	¿Considera que hay sobreproducción en algún proceso de fabricación?	32	25
4	¿Existen tiempos de espera significativos en las diferentes etapas de producción?	37	20

Análisis de las respuestas de las encuestas			
N°	**Pregunta**	**SI**	**NO**
5	¿Se realizan transportes innecesarios de materiales o productos dentro de la planta?	39	18
6	¿Existen movimientos innecesarios de los trabajadores durante el proceso de producción?	44	13
7	¿Se producen defectos o errores en los productos que requieran retrabajos frecuentes?	54	3
8	¿Se utilizan indicadores o métricas para medir el desempeño en la organización?	28	29
9	¿Considera que la comunicación entre departamentos es eficiente?	8	49
10	¿Considera que el inventario de materias primas o productos terminados es excesivo?	30	27
11	¿Los equipos de producción reciben mantenimiento preventivo regularmente?	26	31
12	¿Se fomenta la participación de los empleados en la identificación de problemas y propuestas de mejora?	21	36

Los resultados observados en la tabla 10 indican que existe un bajo conocimiento por parte de los operarios acerca de la metodología de manufactura ajustada y sus herramientas. Además, se pudieron identificar diversos desperdicios, tales como movimientos innecesarios, tiempos de espera, reprocesos y defectos. Asimismo, se detectaron deficiencias en la comunicación entre departamentos y en las actividades de mantenimiento. La relación entre pregunta y respuesta se puede observar en la figura 13.

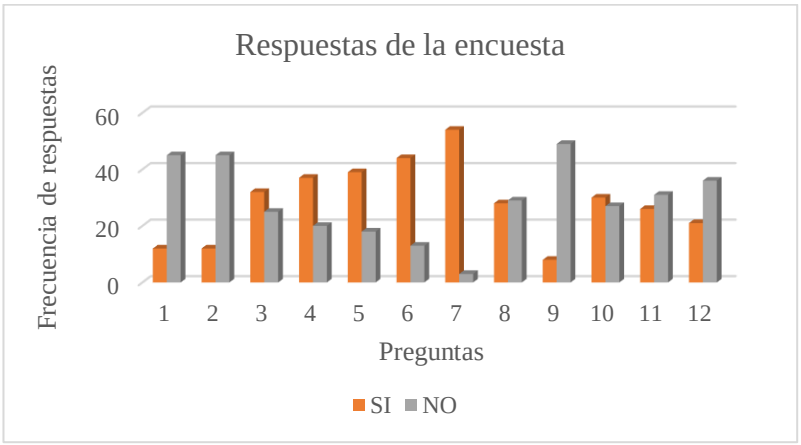


Figura 13. Porcentaje de respuesta

3.1.5 Estudio de tiempos

El proceso se inició identificando las actividades que conforman cada sección, con el objetivo de analizar la secuencia necesaria para obtener el producto final. Se decidió separar el destallado del área de aparado debido a que son diferentes procesos y no se

encuentran en la misma sección. Cabe recalcar que todo este estudio se realizó en torno a la bota Cat, dado que es el producto de mayor rotación dentro de la empresa.

Adicional, es importante mencionar que se realizó una prueba de calibración del cronómetro el cual se utilizaría en el estudio. Para ello, se comparó con un cronómetro previamente calibrado, haciendo funcionar ambos dispositivos simultáneamente durante un minuto. El resultado arrojó una diferencia de apenas 3 milisegundos, como se puede observar en la figura 14, la cual puede atribuirse al ligero desfase en el momento de activar ambos cronómetros. Dada esta mínima discrepancia, se consideró aceptable el uso del cronómetro digital para llevar a cabo el estudio de tiempos.



Figura 14. Testeo del cronómetro para su uso en el estudio de tiempos

Posteriormente, se procedió a la toma de tiempos preliminares. Para ello, se efectuaron 4 mediciones, basándose en la complejidad y variabilidad del proceso, con el fin de determinar el tiempo observado promedio en cada área de producción. De esta manera, se pudo establecer el número adecuado de ciclos a cronometrar, tomando como referencia el criterio de General Electric presentado en la tabla 1.

Como ejemplo de lo realizado, en la tabla 11 se muestran los datos correspondientes al área de aparado. Para ello, se tomaron los tiempos observados de 4 ciclos, obteniendo un total de 1054.73 segundos, lo que equivale a 17 minutos y 57 segundos para realizar la costura de la bota. Al comparar este tiempo observado con la información de la tabla 1, se puede determinar que entra dentro del rango de 10.00 a 20.00 minutos. Por lo tanto, se deben realizar 8 ciclos en el área de aparado.

La toma de tiempos preliminares en el esto de áreas se encuentra en el Anexo B.

Tabla 11. Tiempos preliminares en la sección de aparado en el área de producción de la empresa CALZADO GAMO'S

CALZADO GAMO'S			ESTUDIO DE TIEMPOS		
Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Retazos	**Fecha:**	16/9/2024
Departamento	Producción	**Salida:**	Conformado de la bota	**Estudio N°**	1
Área	Aparado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	8:00 a. m.
Máquinas	Máquina de coser, máquina de perforado	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	12:00 p. m.
Herramientas	Pega, hilos, tijera	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios:**	5

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES								
N° de Actividades	**Descripción de actividades**	**Muestras (segundos por par)**				**TO (seg/par)**	**TO (min/par)**
		1	**2**	**3**	**4**		
1	Organizar las piezas	31.43	35.48	30.92	37.91	33.94	0.57
2	Aplicar pega a las piezas	25.09	38.64	36.52	31.67	32.98	0.55
3	Armado cuello	36.12	33.93	38.79	36.16	36.25	0.60
4	Pegado de eva	27.60	30.99	28.86	29.27	29.18	0.49
5	Forrar cuello	43.72	41.40	40.94	41.94	42.00	0.70
6	Pegado de las aletas en la lengüeta	25.11	32.26	28.59	24.20	27.54	0.46
7	Costuras punteras	27.00	23.75	25.79	25.99	25.63	0.43
8	Doblado de cuello	50.77	47.30	51.06	43.36	48.12	0.80
9	Costura parte delantera de la punta	13.41	15.12	16.26	16.74	15.38	0.26
10	Forro de lengüeta	32.83	37.03	31.46	32.21	33.38	0.56
11	Pegar reflectivos en las punteras	84.00	121.20	95.40	92.40	98.25	1.64
12	Costura adorno del cuello	44.43	46.70	41.97	50.84	45.99	0.77
13	Cocido de lengüetas	47.56	41.79	45.00	42.93	44.32	0.74
14	Recortar excedentes	27.23	29.45	33.50	38.80	32.25	0.54
15	Armado de lengüetas con talón	28.00	28.76	27.14	27.99	27.97	0.47
16	Costura del talón con la lengüeta	64.00	64.80	66.00	63.60	64.60	1.08
17	Pega para capellados	33.03	32.56	35.54	34.00	33.78	0.56
18	Armar capellados	64.40	64.80	65.00	61.80	64.00	1.07
19	Costura capellados y postura	79.80	82.80	82.20	81.00	81.45	1.36
20	Pegar retazo del talón	87.00	93.00	93.60	87.60	90.30	1.51
21	Costura talón	39.46	43.19	42.86	38.06	40.89	0.68
22	Empastado del forro	41.53	40.79	47.00	44.00	43.33	0.72
23	Perforado para lo ojales	32.78	35.00	34.00	34.00	33.95	0.57
24	Colocar ojales	24.82	31.43	32.00	28.76	29.25	0.49
TIEMPO DE CICLO						1054.73	17.579
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE GENERAL ELECTRIC						8	
TO: TIEMPO OBSERVADO							

Para determinar los tiempos estándar de cada etapa del proceso, se tomó como referencia el número de ciclos recomendado en la tabla 1. Asimismo, en la tabla 12 se especifican los ciclos que deben llevarse a cabo en el resto de las áreas de producción.

Tabla 12. Ciclos por cronometrar en cada área de producción en base a los tiempos preliminares

Área	Tiempo Observado (minutos/par)	Ciclos por cronometrar
Corte	12.40	8
Destallado	7.5	10
Aparado	17.57	8
Montado	12.16	8
Terminado	3.53	15

Tiempo observado

El cálculo del tiempo observado se basa en el promedio de todas las mediciones efectuadas, tomando en cuenta el número de ciclos sugerido por la General Electric. La ecuación 9 ilustra el procedimiento aplicado a todas las actividades analizadas. A modo de ejemplo, se presenta el cálculo correspondiente a la tarea "organizar piezas" en el área de aparado:

$$TO = \frac{(31.43 + 35.48 + 30.92 + 37.91 + 32.45 + 30.25 + 33.51 + 34.70)seg}{8} \quad (9)$$

$$TO = 33.33\ segundos/par$$

Cálculo de factor de desempeño

Para determinar el factor de desempeño, se aplica el criterio de Westinghouse, el cual evalúa cuatro aspectos fundamentales: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Esta evaluación se realiza mediante observación directa mientras el operario ejecuta su actividad. En el ejemplo mostrado en la tabla 13, se ha considerado al operador 1 durante la tarea de "organizar piezas" en el área de aparado.

Tabla 13. Valoración del ritmo de trabajo en la actividad organizar piezas en el área de aparado

VALORACION SEGÚN EL CRITERIO DE WESTINGHOUSE			
Organizar las piezas - Aparado			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.03	C2	BUENA
ESFUERZO	-0.04	E1	REGULAR
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.02
FD			**1.02**

El detalle de todos los factores de desempeño evaluado en las demás áreas y actividades se encuentra en el Anexo E.

Para obtener el FD de la colaboradora 1 al organizar las piezas en el área de aparado, se procede a realizar el siguiente cálculo de la ecuación 10:

$$FD = v + FH + FE + FC + FCom \tag{10}$$

$$FD = 1 + 0.03 + (-0.04) + 0.02 + 0.01$$

$$FD = 1.02$$

Tiempo normal

Después de haber obtenido el tiempo observado y el factor de desempeño, se continúa con el cálculo del tiempo normal mediante la ecuación 11.

$$TN = TO\ x\ FD \tag{11}$$

$$TN = 33.33\ x\ 1.02$$

$$TN = 34.00\ segundos/par$$

Cálculo de suplementos

Se calcularon los suplementos considerando factores que afectan el rendimiento del trabajador. La tabla 14 muestra el análisis aplicado a la operaria que organiza las piezas en el área de aparado. Los primeros valores corresponden a los suplementos constantes. En los suplementos variables, se asignó:

- Trabajo de pie (4): La operaria permanece de pie toda la jornada.
- Postura normal (1): Ligera incomodidad sin inclinación del cuerpo.
- Fuerza (1): Levanta hasta 2.5 kg, valor mínimo según la OIT para mujeres.
- Iluminación, condiciones atmosféricas y tensión visual (0): No afectan el desempeño.
- Ruido (2): Presencia de sonidos de maquinaria interna y externa.
- Tensión y monotonía mentales (1): Cierta complejidad y repetitividad en la tarea.
- Monotonía física (2): La actividad puede volverse aburrida.

Tabla 14. Suplementos de acuerdo con la OIT realizado en la actividad organizar piezas del área de aparado

Organizar las piezas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	-	0.23
	-	23%

El detalle de todos los suplementos para cada actividad y de todas las áreas se encuentra en el Anexo D.

Tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se aplica la ecuación 12, la cual está compuesta por el tiempo normal y el suplemento.

$$TS = TN\ x\ (1 + S) \tag{12}$$

$$TS = 34\ segundos\ x\ (1 + 0.23)$$

$$TS = 41.82\ segundos/par$$

$$TS = 0.70\ minutos\ en\ la\ acividad\ organizar\ piezas - aparado$$

Análisis del estudio de tiempos

El estudio de tiempos se realizó en cada área del proceso productivo de CALZADO GAMO'S, se seleccionó como ejemplo el área de aparado por su tiempo preliminar significativamente alto. Se analizaron 24 actividades del proceso de producción, involucrando a 5 operarios que trabajaban en el modelo seleccionado, como se observa en la tabla 15. Siguiendo el estándar de General Electric, se completaron 8 ciclos de medición.

El tiempo de ciclo resultante fue de 1045.91 segundos (17 minutos y 43 segundos). Al calcular el tiempo estándar, que considera el factor de desempeño y los suplementos para cada actividad, se obtuvo un total de 1491.24 segundos (24 minutos y 85 segundos). Este análisis detallado abarca la organización de piezas hasta la colocación de ojales, permitió identificar posibles cuellos de botella en actividades como pegar reflectivos en las punteras, costura del talón con la lengüeta y pegar refuerzo del talón.

El estudio proporciona una base sólida para medir el rendimiento real de los operarios y optimizar el proceso de producción, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo y la variabilidad en el desempeño de las tareas.

La tabla 16 presenta un resumen de los tiempos estándar para todas las áreas evaluadas. En este análisis, se evidencia que el área de aparado registra el tiempo estándar más elevado en comparación con las demás.

Tabla 15. Estudio de tiempos en el área de aparado

CALZADO GAMO'S		ESTUDIO DE TIEMPOS			
Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	Entrada:	Retazos	Fecha:	16/9/2024
Departamento	Producción	Salida:	Conformado de la bota	Estudio N°	1
Área	Aparado	Realizado por:	Alison Iglesias	Comienzo:	8:00 a. m.
Máquinas	Máquina de coser, máquina de perforado	Revisado por:	Ing. Israel Naranjo, Mg	Final:	12:00 p. m.
Herramientas	Pega, hilos, tijera	Producto:	Calzado BCAT	N° operarios:	5

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos/par)				TO (seg/par)	TO (min/par)	FD	TN	SPL	TS (seg/par)	TS (min/par)
		1	2	3	4							
		5	6	7	8							
1	Organizar las piezas	31.43	35.48	30.92	37.91	33.33	0.56	1.02	34.00	0.23	41.82	0.70
		32.45	30.25	33.51	34.70							
2	Aplicar pega a las piezas	25.09	38.64	36.52	31.67	34.46	0.574	1.13	38.94	0.23	47.89	0.80
		35.03	36.38	34.43	37.89							
3	Armado cuello	36.12	33.93	38.79	36.16	34.85	0.581	1.16	40.42	0.23	49.72	0.83
		34.10	32.58	32.57	34.52							
4	Pegado de eba	27.60	30.99	28.86	29.27	28.06	0.468	1.19	33.39	0.23	41.07	0.68
		24.31	26.02	30.00	27.40							
5	Forrar cuello	43.72	41.40	40.94	41.94	42.01	0.700	1.24	52.09	0.23	64.07	1.07
		42.79	40.65	41.63	43.00							
6	Pegado de las aletas en la lengüeta	25.11	32.26	28.59	24.20	27.15	0.453	1.24	33.67	0.23	41.41	0.69
		24.92	29.90	26.80	25.45							
7	Costuras punteras	27.00	23.75	25.79	25.99	25.55	0.426	1.26	32.20	0.21	38.96	0.65
		24.20	26.54	26.25	24.90							
8	Doblado de cuello	50.77	47.30	51.06	43.36	47.05	0.784	1.24	58.34	0.23	71.76	1.20
		45.28	43.74	49.32	45.56							
9	Costura parte delantera de la punta	13.41	15.12	16.26	16.74	15.83	0.264	1.26	19.95	0.25	24.94	0.42

CALZADO GAMO'S

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	Entrada:	Retazos	Fecha:	16/9/2024
Departamento	Producción	Salida:	Conformado de la bota	Estudio N°	1
Área	Aparado	Realizado por:	Alison Iglesias	Comienzo:	8:00 a. m.
Máquinas	Máquina de coser, máquina de perforado	Revisado por:	Ing. Israel Naranjo, Mg	Final:	12:00 p. m.
Herramientas	Pega, hilos, tijera	Producto:	Calzado BCAT	N° operarios:	5

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos/par)				TO (seg/par)	TO (min/par)	FD	TN	SPL	TS (seg/par)	TS (min/par)
		1	2	3	4							
		5	6	7	8							
		17.02	14.65	18.00	15.46							
10	Forro de lengüeta	32.83	37.03	31.46	32.21	32.73	0.545	1.22	39.93	0.23	49.11	0.82
		30.46	32.65	33.56	31.63							
11	Pegar reflectivos en las punteras	84.00	121.20	95.40	92.40	95.62	1.594	1.24	118.57	0.25	148.21	2.47
		90.23	102.23	86.26	93.23							
12	Costura adorno del cuello	44.43	46.70	41.97	50.84	43.97	0.733	1.26	55.41	0.25	69.26	1.15
		39.21	43.76	38.88	46.00							
13	Cocido de lengüetas	47.56	41.79	45.00	42.93	45.44	0.76	1.26	57.25	0.21	69.27	1.15
		43.10	45.59	47.52	50.00							
14	Recortar excedentes	27.23	29.45	33.50	38.80	32.07	0.535	1.19	38.16	0.23	46.94	0.78
		34.82	31.56	28.65	32.55							
15	Armado de lengüetas con talón	28.00	28.76	27.14	27.99	28.96	0.483	1.22	35.33	0.23	43.46	0.72
		34.94	27.99	28.88	28.00							
16	Costura del talón con la lengüeta	64.00	64.80	66.00	63.60	64.10	1.068	1.26	80.77	0.25	100.96	1.68
		63.00	63.80	63.60	64.00							
17	Pega para capellados	33.03	32.56	35.54	34.00	34.87	0.581	1.19	41.49	0.23	51.04	0.85
		34.71	37.55	35.09	36.46							
18	Armar capellados	64.40	64.80	65.00	61.80	63.78	1.063	1.24	79.09	0.23	97.28	1.62
		63.80	64.00	61.23	65.20							
19	Costura capellados y postura	79.80	82.80	82.20	81.00	81.60	1.360	1.26	17.14	0.21	20.73	0.35

CALZADO GAMO'S

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	Entrada:	Retazos	Fecha:	16/9/2024
Departamento	Producción	Salida:	Conformado de la bota	Estudio N°	1
Área	Aparado	Realizado por:	Alison Iglesias	Comienzo:	8:00 a. m.
Máquinas	Máquina de coser, máquina de perforado	Revisado por:	Ing. Israel Naranjo, Mg	Final:	12:00 p. m.
Herramientas	Pega, hilos, tijera	Producto:	Calzado BCAT	N° operarios:	5

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos/par)				TO (seg/par)	TO (min/par)	FD	TN	SPL	TS (seg/par)	TS (min/par)
		1	2	3	4							
		5	6	7	8							
		85.20	84.60	78.00	79.20							
20	Pegar retazo del talón	87.00	93.00	93.60	87.60	88.95	1.483	1.24	110.30	0.23	135.67	2.26
		88.20	90.60	84.00	87.60							
21	Costura talón	39.46	43.19	42.86	38.06	41.74	0.696	1.26	52.60	0.25	65.75	1.10
		45.00	41.38	40.00	44.00							
22	Empastado del forro	41.53	40.79	47.00	44.00	42.99	0.716	1.24	53.30	0.23	65.56	1.09
		44.00	41.02	42.05	43.50							
23	Perforado para los ojalillos	32.78	35.00	34.00	34.00	29.79	0.496	1.24	36.94	0.19	43.95	0.73
		24.00	27.76	24.00	26.76							
24	Colocar ojalillos	24.82	31.43	32.00	28.76	31.02	0.517	1.24	38.46	0.22	46.92	0.78
		34.00	31.02	31.00	35.10							
TIEMPO DE CICLO						**1045.91**	**17.43**				**1475.74**	**24.60**

TO: Tiempo observado FD: Factor de desempeño TN: Tiempo Normal SPL: Suplementos TS: Tiempo estándar

Tabla 16. Resumen del tiempo estándar de las áreas del proceso productivo de la empresa

Estudio de tiempos en el área de producción en la empresa Calzado GAMOS			
N°	**Procesos**	**TS (seg/par)**	**TS (min/par)**
1	Corte	1021.55	17.03
2	Destallado	616.90	10.28
3	Aparado	1491.24	24.85
4	Montado	1002.05	16.70
5	Terminado	280.97	4.68

Para obtener información más detallada sobre los estudios realizados en cada área específica, se recomienda consultar el Anexo C.

Resumen de los tiempos y capacidad de todas las áreas de producción

La tabla 17 ofrece un resumen del estudio de tiempos de cada área, donde se presenta el tiempo de ciclo y el tiempo estándar. Además, se calcularon la capacidad de pares por día basándose en una sola persona, pero también se calculó la capacidad por número de personas en cada área, lo que permite concluir que el proceso de aparado tiene la capacidad más baja.

Tabla 17. Resumen del tiempo estándar, capacidad y operarios en todas las áreas productivas

CALZADO GAMOS									
N°	**PROCESO**	**TC (S)**	**TC (min)**	**TS**	**TS (min/par)**	**Cp (pares/día)**	**Operarios**	**Capacidad**	**TS (Nuevo-min/par)**
1	Corte	742.00	12.37	1021.55	17.03	26.78	12.00	321.39	1.42
2	Destallado	453.16	7.553	616.90	10.28	44.35	8.00	354.81	1.29
3	Aparado	1045.91	17.432	1475.74	24.60	18.54	5.00	92.70	4.92
4	Montaje	729.71	12.16	1002.05	16.70	27.30	18.00	491.47	0.93
5	Terminado	204.92	3.415	280.97	4.68	97.38	5.00	486.88	0.94
TIEMPO TOTAL EMPLEADO (UN PAR)		**3175.69**	**52.93**	**4397.21**	**73.29**				**9.49**
Tc= Tiempo de ciclo Ts= Tiempo estandar Cp= Capacidad									

3.1.6 Análisis de desperdicios de lean manufacturing identificados en el proceso productivo

Tras haber realizado el análisis de las operaciones en cada área de producción, se identificaron diversos desperdicios que impactan negativamente el proceso. Estos no solo pueden ocasionar pérdidas económicas para la empresa, sino también retrasos significativos en la planificación de la producción. La tabla 18 presenta un desglose detallado de los desperdicios detectados en las distintas etapas del proceso productivo de CALZADO GAMO'S, ofreciendo una visión clara de las áreas que requieren mayor atención y así proponer las herramientas de ayudas correspondientes.

Tabla 18. Desperdicios identificados de manufactura ajustada en la empresa CALZADO GAMO'S

DESPERDICIOS DE MANUFACTURA AJUSTADA			
N°	**Desperdicio**	**Justificación**	**Ilustración**
1	Defectos	El defecto más frecuente en el proceso de fabricación ocurre en la sección de pegado, y se atribuye tanto a factores humanos como a problemas con la maquinaria. Este tipo de imperfección se manifiesta en la adherencia incorrecta de la suela al zapato.	
2	Reprocesos	La presencia de imperfecciones en la bota requiere la implementación de reprocesos correctivos. Estas actividades adicionales se consideran desperdicio, ya que interrumpen la planificación diaria y consumen tiempo en tareas que no agregan valor al producto final. El reproceso se lo realiza en la sección de pegado.	
3	Esperas	Las esperas son provocadas por el fallo de algunas maquinarias, en específico la máquina perforadora, y la máquina para el armado de costados y talones, esto se ocasiona en dos áreas, que son aparado y montado. Los operarios al tratar de solucionar el problema no continúan con la producción lo cual ocasiona demoras.	

DESPERDICIOS DE MANUFACTURA AJUSTADA			
N°	**Desperdicio**	**Justificación**	**Ilustración**
4	Inventario en materia prima	Se identificó que en el área de bodega se almacenan cueros que ya no rotan y llevan más del tiempo esperado. Estos materiales pueden sufrir daños a largo plazo y ocupan espacio que podría utilizarse para almacenar materia prima de mayor rotación. La bodega está llena de grandes cantidades de cuero, alrededor de 140 paquetes, entre ellas insumos que ya no se utilizan.	
5	Movimientos innecesarios	Existen circunstancias en donde los operarios constantemente se mueven entre áreas por arreglar algunas piezas ocasionando demoras en el proceso productivo.	
6	Sobreproducción	En el proceso productivo se observa un problema de sobreproducción, ya que se fabrica una cantidad superior a la demandada por el mercado. Esta situación ocasiona una acumulación excesiva de inventario.	

3.1.7 Desarrollo del VSM actual para la identificación de desperdicio

El VSM (mapa de flujo de valor) actual de la empresa CALZADO GAMO'S, es una de las herramientas de manufactura ajustada con el que se logra tener un enfoque general de los procesos como se lo muestra en la figura 15. Para llevar a cabo el análisis de cada proceso de producción se centró el estudio en la elaboración del producto con mayor rotación, el cual es la bota CAT, perteneciente a la línea de seguridad, este producto representa al resto de calzado fabricado en la organización.

Realizando el análisis de la gráfica se logró identificar que el cuello de botella se encuentra en el área del aparado debido a que tiene el mayor tiempo de ciclo. Este VSM revela oportunidades significativas para optimizar el flujo de producción, reducir inventarios y minimizar tiempos de espera, sugiriendo la necesidad de implementar principios de manufactura esbelta para mejorar la eficiencia general del proceso.

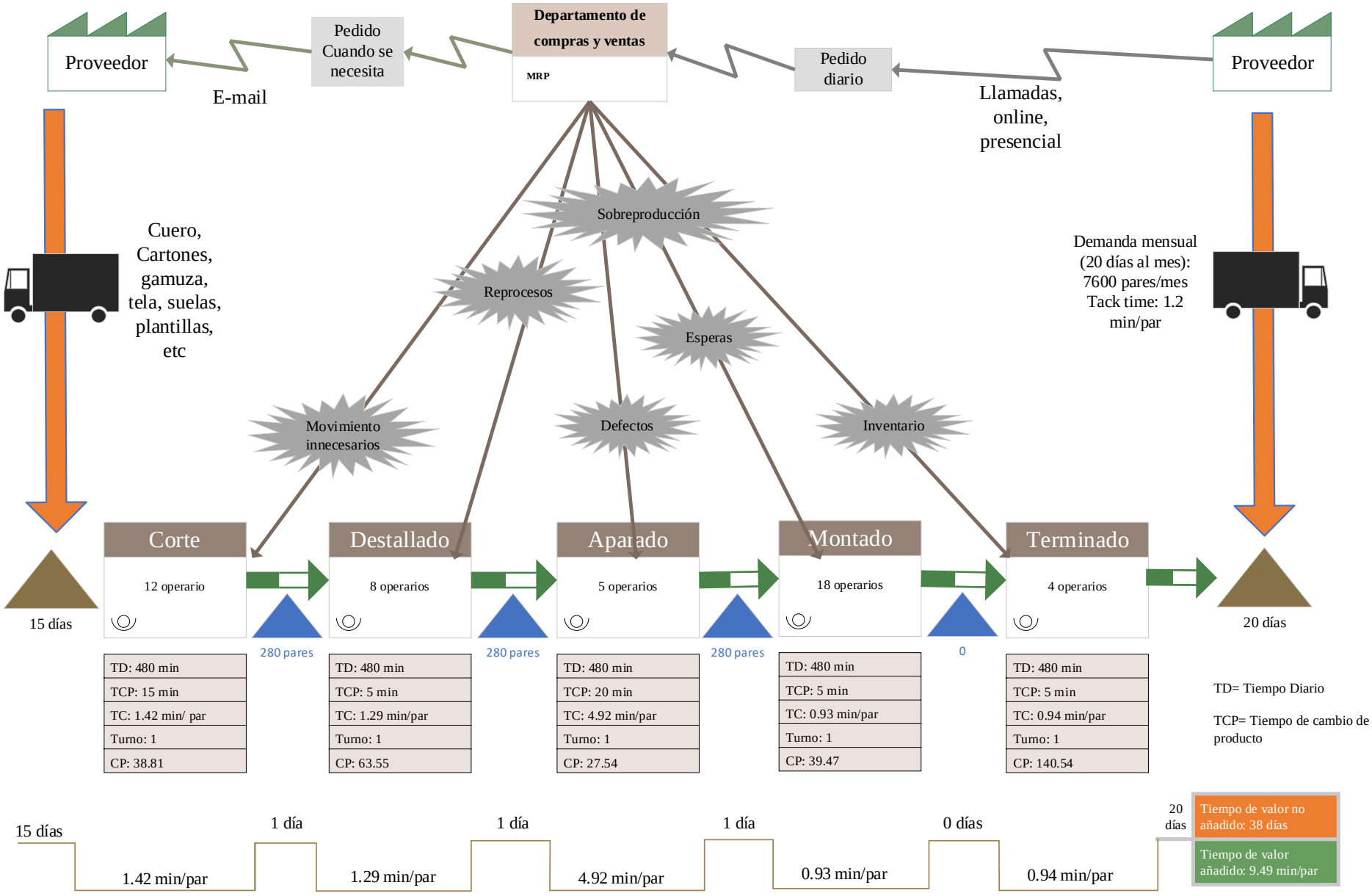


Figura 15. VSM Actual

Análisis del VSM actual

El VSM actual se desarrolló utilizando el software Microsoft Visio, elegido por su facilidad de uso y las herramientas que ofrece. La elaboración del mapa se inició con la información proporcionada por la empresa, incluyendo su sistema de planificación MRP (Material Requirements Planning). Se consultó sobre el tiempo de entrega de insumos y su método de solicitud, que se realiza por medios electrónicos. Una vez recibida, la materia prima se almacena en el inventario de insumos, siendo suficiente para 15 días de producción.

Los clientes realizan sus pedidos a través de correos electrónicos, llamadas telefónicas o visitas directas a la empresa. La entrega se efectúa mediante el transporte propio de la empresa o a través de Servientrega, con un plazo de entrega al cliente de 15 días. Sin embargo, los productos suelen permanecer en la bodega de producto terminado alrededor de 20 días. Logrando un lead time o tiempo de valor no añadido de 38 días, tomando en cuenta los días de inventario generado en el proceso productivo.

Takt time

El cálculo del takt time requiere conocer tanto el tiempo disponible como la demanda diaria. Este análisis es fundamental para evaluar si el proceso productivo tiene la capacidad de satisfacer la demanda del mercado. Para ello se prosigue a calcular la demanda diaria con la ecuación 13, en donde se necesita la demanda mensual y los días laborales:

$$Demanda\ diaria = \frac{Demanda\ mensual}{Días\ trabajados} \tag{13}$$

$$Demanda\ diaria = \frac{7600 pares}{20\ Días}$$

$$Demanda\ diaria = 380 \frac{pares}{día}$$

Una vez obtenida la demanda diaria, se procede al cálculo del takt time. Es importante considerar el tiempo disponible y la demanda diaria. Para calcular el tiempo disponible, se multiplican las 8 horas (480 minutos) diarias por la eficiencia de 0.95. Este valor se justifica por los tiempos de transporte en el proceso productivo que restan

tiempo a la producción. Para este cálculo, se utilizará la ecuación 14. El takt time obtenido se debe aplicar para todas las áreas del proceso de producción de la empresa.

$$TT = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ diaria} \tag{14}$$

$$TT = \frac{480\,\frac{minutos}{día} * 0.95}{380\ pares/día}$$

$$TT = 1.2\,\frac{minutos}{pares}$$

El tiempo de valor añadido, calculado sumando el tiempo estándar de cada proceso, es de 9.49 minutos por par. El takt time obtenido es de 1.2 minutos por par, lo que indica el tiempo máximo que puede tomar el proceso para satisfacer la demanda. En la tabla 19 se puede observar cómo se añade el takt time a cada área del proceso de producción, el cual marca el ritmo al que el mercado demanda el producto.

Tabla 19. Tiempo estándar vs Takt time

Proceso	**TS (min/ par)**	**Takt Time (min/ par)**
Corte	1.42	1.20
Destallado	1.29	1.20
Aparado	4.92	1.20
Montaje	0.93	1.20
Terminado	0.94	1.20

La figura 16 compara los tiempos de ciclo de diversos procesos en la fabricación de calzado con el takt time establecido de 1.20 minutos. Mientras que los procesos de Corte y Montaje se mantienen dentro de este límite, el Aparado lo supera, alcanzando los 4.92 minutos. Este exceso convierte al Aparado en un cuello de botella que requiere optimización para satisfacer la demanda. En contraste, los procesos de montaje y Terminado presentan tiempos significativamente inferiores al takt time, esto se debe por su menor complejidad en estas etapas y habilidad de los colaboradores.

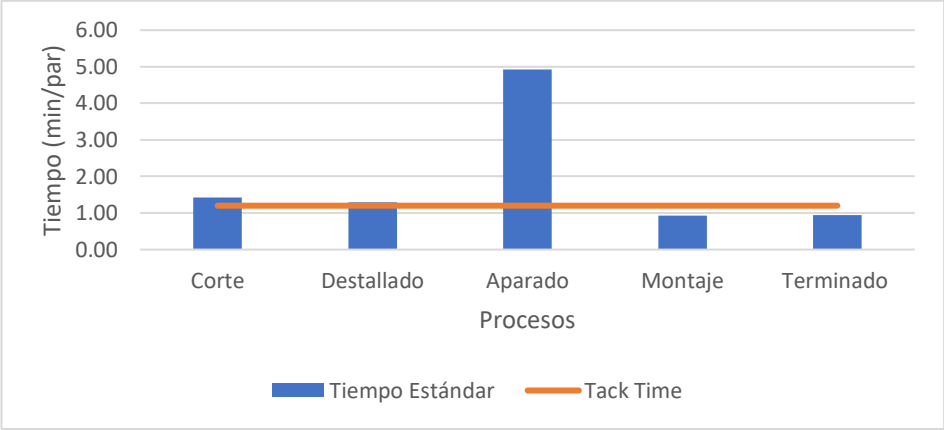


Figura 16. Tiempo de ciclo vs Takt time

Al analizar la tabla, se observa que el cuello de botella se encuentra en el proceso de aparado, situación común en la industria del calzado. Para compensar este déficit, GAMO'S recurre al aparado externo, lo que incrementa su capacidad en esta área, como lo demuestra la tabla 20. El resultado es una capacidad total de 360 pares al día, permitiéndole acercarse a la demanda del cliente.

Tabla 20. Resumen del proceso de aparado

PROCESO	
Aparado	
TC (min)	17.43
TS (min/par)	24.60
Cp (pares/día)	18.54
Operarios	5.00
Capacidad con operarios	92.70
TC (CO-min)	4.92
Capacidad del aparado externo	268
Capacidad total	**360**
Capacidad al mes	**7205**

Se analizó de manera general la capacidad de los demás procesos, considerando tanto la capacidad interna de la planta como la capacidad externa solicitada por la empresa. Después de obtener todos los datos, se procedió a calcular la capacidad total, toda esta información se la muestra en la tabla 21. Como se observa en la figura 17, la nueva restricción del proceso se identifica en el corte manual. Sin embargo, no se contempló

el corte láser en el análisis inicial, el cual, de incluirse, aumentaría significativamente la capacidad del proceso.

Tabla 21. Resumen de la capacidad en cada proceso

N°	PROCESO	Capacidad propia (pares)	Capacidad subcontratada (pares)	Capacidad total
1	Corte	321	0.00	321.39
2	Destallado	355	0.00	354.81
3	Aparado	93	267.55	360.25
4	Montaje	491	0.00	491.47
5	Terminado	487	0.00	486.88

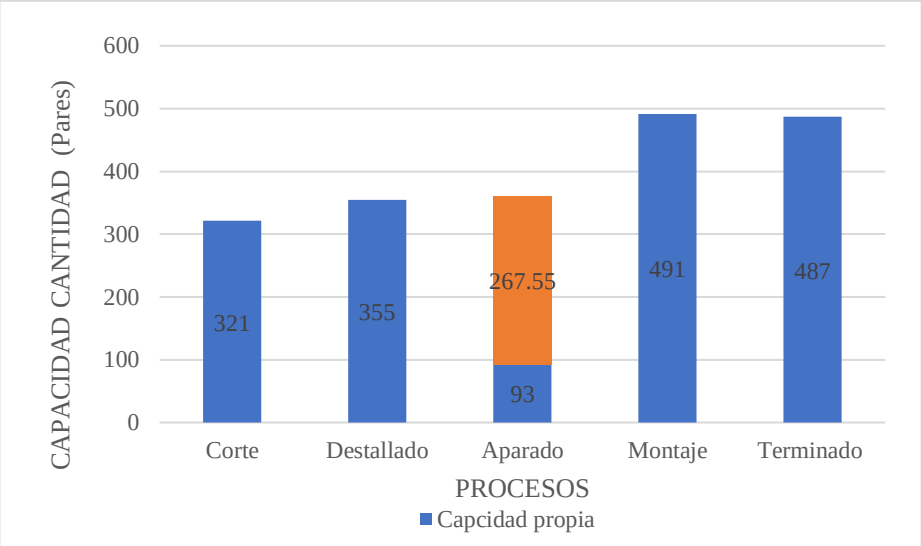


Figura 17. Capacidad total en cada proceso

3.1.8 Cuantificación de desperdicios

a. Selección de los desperdicios a evaluar

Para la selección de los desperdicios a evaluar, se elaboró una matriz de criticidad realizada por el investigador, como se observa en la tabla 22. Este enfoque permitió determinar cuál sería el desperdicio más relevante para la empresa y que requiere una solución prioritaria.

El método se centró primero en evaluar y clasificar los desperdicios basándose en dos criterios clave: impacto y probabilidad de ocurrencia. Este enfoque permite priorizar los desperdicios que más afectan al proceso productivo.

1. Impacto: El grado en que el desperdicio afecta el rendimiento de la empresa.
    - Bajo (1): Poco impacto en la producción.
    - Medio (2): Afecta de manera moderada en la producción.
    - Alto (3): Impacto significativo en la producción.
2. Probabilidad de ocurrencia: Frecuencia con que sucede el desperdicio.
    - Bajo (1): Ocurre de manera esporádica (8-30 días o menos)
    - Medio (2): Ocurre ocasionalmente (3-7 días).
    - Alto (3): Sucede frecuentemente o de forma constante (1-2 días).

Una vez completada la matriz, los resultados indican que los desperdicios que requieren mayor atención son los defectos y los movimientos innecesarios. Ambos obtuvieron una puntuación de 9, lo que refleja una alta probabilidad de ocurrencia y un impacto significativo. Otro desperdicio crítico identificado son los reprocesos, con una puntuación de 6, que presenta una probabilidad de ocurrencia media y un alto impacto.

Tabla 22. Matriz de criticidad para seleccionar los desperdicios que más afectan en la empresa CALZADO GAMO'S realizado por el investigador.

Matriz de criticidad				
N°	**Desperdicio**	**Impacto**	**Probabilidad**	**Resultado**
1	Defectos	3	3	9
2	Reprocesos	3	3	9
3	Esperas	1	2	2
4	Inventario en materia prima	2	2	4
5	Movimientos innecesarios	3	3	9
6	Sobreproducción	2	2	4

b. Defectos

El análisis se llevó a cabo durante un período de dos semanas, durante el cual se realizó una evaluación exhaustiva de los defectos de producción en todas las áreas del proceso productivo. Como se detalla en la tabla 23, se implementó un sistema de registro que permitió documentar cada falla detectada, identificando su naturaleza específica, frecuencia de ocurrencia y ubicación precisa dentro del proceso de manufactura.

La metodología de seguimiento incluyó la documentación detallada de tres aspectos fundamentales: el origen de cada defecto, su lote y la identificación tanto del área responsable de la falla de la línea de producción donde esta fue detectada. Tras realizar el análisis de los defectos detectados en el proceso de producción, se logró identificar claramente el origen de las fallas.

Tabla 23. Cuantificación de defectos detectados en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
3/10/2024	Treking	Falla de ojalillos	4		4	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado	Lote 1	37
		Falla de cosido	2	2	0	No se cosió bien el zapato en la máquina.	Terminado	Aparado		
		Falla de lacra	6	6	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte/Destallado		
		Falla de suela	6	6	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Falla de filos	5	5	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Sin ojalillos	8	8	-	No se colocan algunos ojalillos por olvido del operador.	Terminado	Aparado		
	Seguridad	Dañado de ojalillo	36	26	10	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado	Lote 2	400
		Fallo de corte	8	8	-	Se corto erróneamente el pedazo de cuero.	Aparado	Corte		
		Falla en capellados	7	7	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
		Sin ojalillos	25	25	-	No se colocan algunos ojalillos por olvido del operador.	Terminado	Aparado		
		Falta de lustrar	12	12	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado		
		Falla de suela	58	45	13	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Zapato con pega	13	13	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de lacra	7	7	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte		
4/10/2024	Casual	Falla de lacra	5	5	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte	Lote 3	45
		Falla de raspado	3	2	1	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		
		Dañado de etiquetas	10	10	-	Se colocaron las etiquetas equivocadas por una errónea comunicación.	Aparado	Destallado		
		Falla de filos	8	8	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	7	7	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
	Seguridad	Fallo de empastado	8	8	-	Se coloca mal la puntera en la máquina.	Montado	Montado	Lote 4	320
		Falla de filos	49	49	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	36	26	10	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Falla de ojalillos	14	-	14	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado		
		Dañado de ojalillo	15	10	5	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
	Militar	Cortes/ Rayones	3	3	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado	Lote 5	7
	Treking	Falla de ojalillos	4	-	4	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado	Lote 6	10
7/10/2024	Treking	Falla de ojalillos	6	-	6	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado		30
		Fallo de corte	4	4		Se corto erróneamente el pedazo de cuero.	Aparado	Corte		

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
		Falla en capellados	5	5		Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
		Dañado de ojalillo	9	6	3	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
	Seguridad	Zapato con pega	35	35	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado	Lote 7	**300**
		Falla de cosido	3	2	1	No se cosió bien el zapato en la máquina.	Terminado	Aparado		
		Cortes/ Rayones	10	10	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado		
		Falla de raspado	12	10	2	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		
		Falla de filos	54	54	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
	Deportivo	Zapato con pega	1	1	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado	Lote 8	**9**
		Falla de filos	4	4	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	3	3	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
	Casual	Falla de lacra	1	1	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte	Lote 9	5
8/10/2024	**Seguridad**	Fallo de corte	7	7	-	Se corto erróneamente el pedazo de cuero.	Aparado	Corte	Lote 10	**420**
		Suela incorrecta	3	3	-	No se cosió bien el zapato en la máquina.	Terminado	Aparado		
		Sin ojalillos	25	25	-	No se colocan algunos ojalillos por olvido del operador.	Terminado	Aparado		
		Falla en capellados	10	10	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
		Zapato con pega	30	30	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de filos	45	45	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	24	12	12	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Falla de raspado	8	6	2	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		
		Cortes/ Rayones	15	15	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado		
	Casual	Falla en capellados	2	2	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado	Lote 11	**35**
		Fallo de empastado	5	5	-	Se coloca mal la puntera en la máquina.	Montado	Montado		

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
		Dañado de ojalillo	10	7	3	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
		Falta de lustrar	6	6	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado		
9/10/2024	Seguridad	Dañado de ojalillo	26	8	18	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado	Lote 12	380
		Falla de raspado	7	3	4	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		
		Falla de filos	57	57	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Fallo de despegue puntera	2	2	-	Se despego la puntera y se cosió mal la misma.	Montado	Aparado		
		Falla de ojalillos	24	-	24	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado		
	Deportivo	Falla de ojalillos	9	-	9	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado	Lote 13	12
	Treking	Falla de suela	20	15	5	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado	Lote 14	55
		Falla de cosido	2	1	1	No se cosió bien el zapato en la máquina.	Terminado	Aparado		
		Dañado de ojalillo	14	12	2	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
		Cortes/ Rayones	3	3	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado		
10/10/2024	Seguridad	Falta de lustrar	15	15	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado	Lote 15	245
		Cortes/ Rayones	17	17	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado		
		Fallo de despegue puntera	1	1	-	Se despego la puntera y se cosió mal la misma.	Montado	Aparado		
		Falla de filos	51	51	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	36	14	22	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Falla de lacra	10	10	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte		
		Fallo de empastado	16	16	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
	Casual	Falla de ojalillos	5	-	5	El ojalillo no se coloca correctamente por	Terminado	Aparado	Lote 16	24

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
						problemas de la máquina remachadora.				
		Falla de raspado	2	2	-	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		
		Falla de filos	8	8	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
11/10/2024	**Treking**	Cortes/ Rayones	6	6	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado	Lote 17	**34**
		Falta de lustrar	4	4	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado		
		Falla de filos	7	7	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	5	5	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Falla en capellados	5	5	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
	Deportivo	Falla de filos	2	2	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado	Lote 18	**9**
	Seguridad	Cortes/ Rayones	17	17	-	Se da porque se caen con las hornas por la acumulación.	Terminado	Montado	Lote 19	**273**
		Falla de filos	32	32	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	20	20	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
14/10/2024	**Seguridad**	Falla de ojalillos	19	-	19	El ojalillo no se coloca correctamente por problemas de la máquina remachadora.	Terminado	Aparado	Lote 20	**346**
		Falta de lustrar	14	14	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado		
		Fallo de empastado	13	13	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
		Falla de lacra	11	11	-	No se revisa adecuadamente las condiciones del cuero y no se lo corrige.	Aparado	Corte		
		Falla de filos	32	32	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	20	15	5	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
		Dañado de ojalillo	19	17	2	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
		Falla de raspado	4	4	-	Se da por la mala manipulación del cuero afectando al material.	Aparado	Destallado		

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS DETECTADOS EN LOS PRODUCTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMO'S

Periodo	Línea de Producción	Descripción de la falla	Cantidad	Origen de las fallas		Observaciones	Área encontrada	Área responsable	Lote	Cantidad del lote
				Falla humana	Falla de la máquina					
15/10/2024	Seguridad	Dañado de ojalillo	23	23	-	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		394
		Fallo de empastado	12	12	-	Se coloca mal la puntera en la máquina.	Montado	Montado		
		Falta de lustrar	10	10	-	No se lustro el zapato completo.	Terminado	Terminado		
		Falla de filos	34	34	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
	Treking	Zapato con pega	6	6	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado	Lote 21	28
		Sin ojalillos	6	6	-	No se colocan algunos ojalillos por olvido del operador.	Terminado	Aparado		
		Suela incorrecta	2	2	-	No se cosió bien el zapato en la máquina.	Terminado	Aparado		
		Falla de suela	6	6	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
16/10/2024	Militar	Falla de suela	13	13	-	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado	Lote 22	58
		Falla de filos	11	11	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado		
		Fallo de empastado	4	4	-	Se destalla demasiado la pieza que se come parte del cuero.	Aparado	Destallado		
		Zapato con pega	7	7	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado		
		Dañado de ojalillo	10	10	-	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
	Seguridad	Falla de filos	31	31	-	Los filos se encuentran abiertos por la falta de cardar al zapato.	Terminado	Montado	Lote 23	291
		Zapato con pega	10	10	-	Excedente de pega en el zapato.	Terminado	Montado		
		Dañado de ojalillo	21	21	-	El ojalillo se triza por la fuerza de la prensa, la cual el operario coloca erróneamente.	Terminado	Montado		
		Falla de suela	22	16	6	La suela del zapato se despega por la errónea colocación en la máquina, se da por el subido de la suela.	Terminado	Montado		
TOTAL DE DEFECTOS			**1479**	**1267**	**212**					

Los resultados, detallados en la tabla 24, revelan una predominancia de errores atribuibles al factor humano, con un total de 1267 incidencias, lo que representa un significativo 86% del total de defectos registrados. Por lo contrario, las fallas

relacionadas con la maquinaria resultaron considerablemente menores, contabilizando 212 casos, equivalentes al 14% del total. Se puede ver la relación de ellos en la figura 18.

Tabla 24. Origen de los defectos detectados

Origen de fallas	Cantidad	Porcentaje
Falla humana	1267	86%
Falla de la máquina	212	14%
	1479	100%

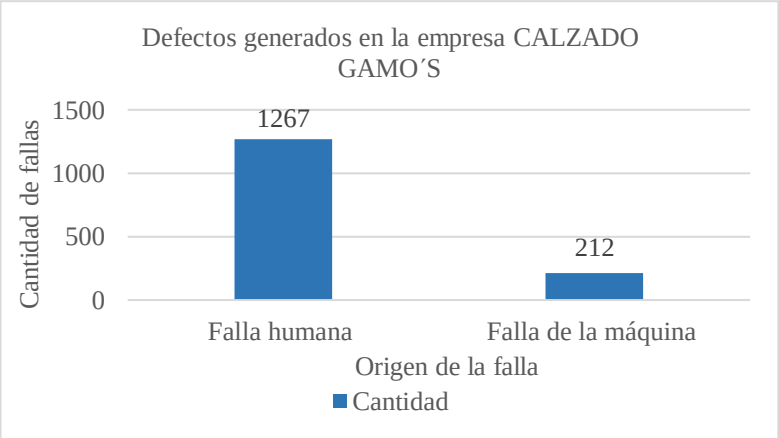


Figura 18. Gráfica que representa el origen de los defectos detectados

- ***Carta de control u (número de defectos por unidad)***

Para el seguimiento de los defectos en la planta de producción de CALZADO GAMO'S, se realizó un análisis estadístico donde se eligió la carta de control u. Esta carta fue la indicada debido a que está diseñada para monitorear el número promedio de defectos por unidad cuando el tamaño de la muestra varia. Se puede fundamentar esta elección debido a las características particulares del proceso de manufactura del calzado, donde es común encontrar múltiples defectos en un solo par de zapatos y la producción diaria puede variar significativamente. Además, esta herramienta permite identificar patrones y tendencias de ocurrencia de defectos, lo que resulta fundamental para implementar acciones correctivas.

Al calcular los límites de control tanto superior como inferior utilizando las ecuaciones 5, 6 y 7, se lo realizó en función al tamaño de cada subgrupo n y no con el total del subgrupo. Todos los cálculos realizados se muestran en la tabla 25.

El análisis de la gráfica de control u revela que el proceso de producción presenta una variabilidad, con un promedio de 0.393 defectos por unidad y límites de control entre 0.282 y 0.503. Se identificaron diez puntos fuera de control, destacándose las muestras 1, 14 y 22, con niveles críticos de defectos, se sugiere observar la figura 19. Aunque se observa un patrón oscilatorio en los datos, no hay una tendencia de mejora ni deterioro. Las conclusiones señalan que el proceso no está bajo control estadístico y que la variabilidad es inconstante, posiblemente debido a los tamaños de muestra desiguales.

Tabla 25. Carta de control U

CARTA DE CONTROL U (NÚMERO DE DEFECTOS POR UNIDAD)

Lote	Tamaño del Lote (ni)	Cantidad de defectos (ci)	Ui	LCS	LC	LCI
Lote 1	37	31	0.84	0.70	0.39	0.08
Lote 2	400	166	0.42	0.49	0.39	0.30
Lote 3	45	33	0.73	0.67	0.39	0.11
Lote 4	320	122	0.38	0.50	0.39	0.29
Lote 5	7	3	0.43	1.10	0.39	0.00
Lote 6	40	28	0.70	0.69	0.39	0.10
Lote 7	300	114	0.38	0.50	0.39	0.28
Lote 8	9	8	0.89	1.02	0.39	0.00
Lote 9	5	1	0.20	1.23	0.39	0.00
Lote 10	420	167	0.40	0.48	0.39	0.30
Lote 11	35	23	0.66	0.71	0.39	0.07
Lote 12	380	116	0.31	0.49	0.39	0.30
Lote 13	12	9	0.75	0.94	0.39	0.00
Lote 14	55	39	0.71	0.65	0.39	0.14
Lote 15	245	146	0.60	0.51	0.39	0.27
Lote 16	24	15	0.63	0.78	0.39	0.01
Lote 17	34	27	0.79	0.72	0.39	0.07
Lote 18	9	2	0.22	1.02	0.39	0.00
Lote 19	273	69	0.25	0.51	0.39	0.28
Lote 20	740	211	0.29	0.46	0.39	0.32
Lote 21	28	20	0.71	0.75	0.39	0.04
Lote 22	58	45	0.78	0.64	0.39	0.15
Lote 23	291	84	0.29	0.50	0.39	0.28
TOTAL	**3767**	**1479**				

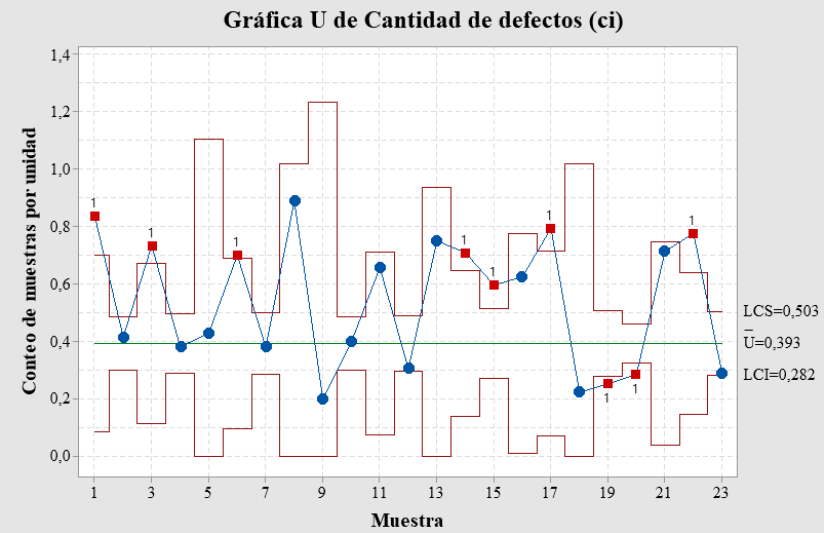


Figura 19. Gráfica de la carta de control u

- ***Índice de inestabilidad St***

El índice permite conocer que tan inestable es el proceso en base a los puntos o señales especiales de variación que mostraron en la figura 19, ya obtenido el número de puntos especiales, se divide con el número total de puntos de la carta de control. Como se muestra en la ecuación 8:

$$St = \frac{7}{23} \times 100$$

$$St = 30.43\%$$

Al obtener un valor que supera al 10%, se considera un proceso altamente inestable y se necesita corrección inmediata en los puntos especiales.

c. Reprocesos

De acuerdo con la matriz de evaluación realizada, el segundo desperdicio que requiere atención prioritaria son los reprocesos, cuyo período de estudio es de 2 semanas. Para esta evaluación, se consideraron tres variables fundamentales: la cantidad de unidades que necesitaron reprocesamiento, el tiempo invertido en estas operaciones y el área específica donde se ejecutaron los reprocesos, como se visualiza en la tabla 26. Este análisis detallado permitió identificar el impacto de los reprocesos en la eficiencia productiva de la planta.

En la tabla 26 se presentan los tiempos promedios requeridos para el reproceso de cada tipo de defecto identificado en la producción, para el periodo de reproceso solo se toma en cuenta las actividades del reproceso sin considerar las demoras u otras actividades. El análisis detallado incluye la frecuencia de ocurrencia de cada defecto y el tiempo total empleado en su corrección. Este tiempo contempla desde el momento en que se identifica y toma la pieza defectuosa hasta su entrega final ya corregida, incluyendo todos los tiempos de espera asociados al proceso.

Adicionalmente, se especificaron las causas raíz de cada reproceso, lo que permite una comprensión más profunda de los factores que originan los defectos. Esta información resulta fundamental para la implementación de acciones correctivas efectivas y la optimización de los procesos.

Tabla 26. Cuantificación de reprocesos en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
3/10/2024	Treking	Falla de ojalillos	4	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	3.50	Aparado	37
		Falla de cosido	2	Se corta donde se encuentra mal cosido y se corrige la costura.	Máquina de coser con problemas y el operario no se fijó en la falla.	Máquina de coser	2.34	Aparado	
		Falla de lacra	6	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	100.02	Corte/Destallado	
		Falla de suela	6	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	13.07	Montado	
		Falla de filos	5	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	10.50	Montado	
		Sin ojalillos	8	Se remachan los ojalillos que no se colocaron.	El operario se olvida de colocar los ojalillos de la parte superior.	Máquina remachadora	6.67	Aparado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
	Seguridad	Dañado de ojalillo	36	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	13.80	Aparado	**400**
		Fallo de corte	8	Se repone con otro pedazo de cuero.	Se suele destallar de más o también se suele cortar equivocadamente las piezas.	-	101.28	Corte/Aparado	
		Falla en capelladas	7	Se cambia de pieza o se le agrega otro pedazo para completar.	Se da por el destalle excesivo de la pieza.	Máquina destalladora	52.50	Destallado	
		Sin ojalillos	25	Se remachan los ojalillos que no se colocaron.	El operario se olvida de colocar los ojalillos de la parte superior.	Máquina remachadora	16.67	Aparado	
		Falta de lustrar	12	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	-	6.96	Terminado	
		Falla de suela	58	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	108.27	Montado	
		Zapato con pega	13	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	8.67	Montado	
		Falla de lacra	7	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	116.69	Corte	
4/10/2024	**Casual**	Falla de lacra	5	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	83.35	Corte	**45**
		Falla de raspado	3	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	24.99	Destallado	
		Dañado de etiquetas	10	Se quitan las etiquetas incorrectas y se las remplaza por las correctas.	Una comunicación equivocada entre los departamentos.	Máquina de etiquetas	3.00	Destallado	
		Falla de filos	8	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	14.00	Montado	
		Falla de suela	7	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	13.07	Montado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
7/10/2024	Seguridad	Fallo de empastado	8	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	46.64	Montado	320
		Falla de filos	49	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	85.75	Montado	
		Falla de suela	36	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	67.20	Montado	
		Falla de ojalillos	14	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	2.00	Aparado	
		Dañado de ojalillo	15	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	5.75	Aparado	
	Militar	Cortes/ Rayones	3	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	3.75	Montado	7
	Treking	Falla de ojalillos	4	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	2.00	Aparado	10
	Treking	Falla de ojalillos	6	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	6.00	Aparado	30
		Fallo de corte	4	Se repone con otro pedazo de cuero.	Se suele destallar de más o también se suele cortar equivocadamente las piezas.	-	50.64	Corte/Aparado	
		Falla en capelladas	5	Se cambia de pieza o se le agrega otro pedazo para completar.	Se da por el destalle excesivo de la pieza.	Máquina destalladora	37.50	Destallado	
		Dañado de ojalillo	9	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	4.98	Aparado	
	Seguridad	Zapato con pega	35	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	23.33	Montado	300
		Falla de cosido	3	Se corta donde se encuentra mal cosido y se corrige la costura.	Máquina de coser con problemas y el operario no se fijó en la falla.	Máquina de coser	3.51	Aparado	
		Cortes/ Rayones	10	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	12.50	Montado	
		Falla de raspado	12	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	99.96	Destallado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
		Falla de filos	54	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	94.50	Montado	
	Deportivo	Zapato con pega	1	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	0.67	Montado	**9**
		Falla de filos	4	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	7.00	Montado	
		Falla de suela	3	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	5.60	Montado	
	Casual	Falla de lacra	1	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	16.67	Corte	**5**
8/10/2024	**Seguridad**	Fallo de corte	7	Se repone con otro pedazo de cuero.	Se suele destallar de más o también se suele cortar equivocadamente las piezas.	-	88.62	Corte/Aparado	**420**
		Suela incorrecta	3	Se retira la suela equivocada y se vuelve al área de montado a colocar la nueva suela	El operario suele equivocarse de suela por las distintas suelas en su área	Horno	57.45	Aparado	
		Sin ojalillos	25	Se remachan los ojalillos que no se colocaron.	El operario se olvida de colocar los ojalillos de la parte superior.	Máquina remachadora	16.67	Aparado	
		Falla en capelladas	10	Se cambia de pieza o se le agrega otro pedazo para completar.	Se da por el destalle excesivo de la pieza.	Máquina destalladora	75.00	Destallado	
		Zapato con pega	30	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	20.00	Montado	
		Falla de filos	45	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	78.75	Montado	
		Falla de suela	24	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	44.80	Montado	
		Falla de raspado	8	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	66.64	Destallado	
		Cortes/ Rayones	15	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	18.75	Montado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
9/10/2024	Casual	Falla en capelladas	2	Se cambia de pieza o se le agrega otro pedazo para completar.	Se da por el destalle excesivo de la pieza.	Máquina destalladora	15.00	Destallado	35
		Fallo de empastado	5	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	29.15	Montado	
		Dañado de ojalillo	10	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	3.83	Aparado	
		Falta de lustrar	6	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	-	3.48	Terminado	
	Seguridad	Dañado de ojalillo	26	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	9.97	Aparado	380
		Falla de raspado	7	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	58.31	Destallado	
		Falla de filos	57	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	99.75	Montado	
		Fallo de despegue puntera	2	Se vuelve a coloca pega y se cose la parte de la puntera	Se da por no colocar el suficiente pegamento en la puntera	Máquina de coser	30.00	Aparado	
		Falla de ojalillos	24	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	12.00	Aparado	
	Deportivo	Falla de ojalillos	9	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	4.50	Aparado	12
	Treking	Falla de suela	20	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	37.33	Montado	55
		Falla de cosido	2	Se corta donde se encuentra mal cosido y se corrige la costura.	Máquina de coser con problemas y el operario no se fijó en la falla.	Máquina de coser	2.34	Aparado	
		Dañado de ojalillo	14	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	5.37	Aparado	
		Cortes/ Rayones	3	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	3.75	Montado	
10/10/2024	Seguridad	Falta de lustrar	15	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar	-	8.70	Terminado	245

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
					la misma cantidad para todos los zapatos.				
		Cortes/ Rayones	17	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	21.25	Montado	
		Fallo de despegue puntera	1	Se vuelve a coloca pega y se cose la parte de la puntera	Se da por no colocar el suficiente pegamento en la puntera	Máquina de coser	15.00	Aparado	
		Falla de filos	51	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	89.25	Montado	
		Falla de suela	36	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	67.20	Montado	
		Falla de lacra	10	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	166.70	Corte	
		Fallo de empastado	16	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	93.28	Destallado	
	Casual	Falla de ojalillos	5	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	4.00	Aparado	**24**
		Falla de raspado	2	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	16.66	Destallado	
		Falla de filos	8	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	17.50	Montado	
11/10/2024	**Treking**	Cortes/ Rayones	6	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	7.50	Montado	**34**
		Falta de lustrar	4	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	-	2.32	Terminado	
		Falla de filos	7	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	17.50	Montado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
		Falla de suela	5	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	13.07	Montado	
		Falla en capelladas	5	Se cambia de pieza o se le agrega otro pedazo para completar.	Se da por el destalle excesivo de la pieza.	Máquina destalladora	37.50	Destallado	
	Deportivo	Falla de filos	2	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	3.50	Montado	**9**
	Seguridad	Cortes/ Rayones	17	Se retira la parte de la pieza golpeada o cortada, y se procede a reponer con un pedazo adecuado	Por el apilamiento de los zapatos con hornas puestas, estas se llegan a caer generando daños en el material	Horno	21.25	Montado	**273**
		Falla de filos	32	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	56.00	Montado	
		Falla de suela	20	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	37.33	Montado	
14/10/2024	**Seguridad**	Falla de ojalillos	19	Sacar el ojalillo y colocarlo de nuevo.	La máquina tiene fallas para remachar.	Máquina remachadora	9.50	Aparado	**346**
		Falta de lustrar	14	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	-	8.12	Terminado	
		Fallo de empastado	13	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	75.79	Destallado	
		Falla de lacra	11	Se retira el pedazo lacrado y se reemplaza con una pieza nueva, y se vuelve a realizar todo el proceso de armado del zapato.	El operario no revisa correctamente el cuero.	-	183.37	Corte	
		Falla de filos	32	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	56.00	Montado	
		Falla de suela	20	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	37.33	Montado	
		Dañado de ojalillo	19	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca	Máquina remachadora	7.28	Aparado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
					adecuadamente el zapato en la prensadora.				
		Falla de raspado	4	Se remplaza la pieza y se vuelve a raspar.	Se da por la incorrecta manipulación del cuero.	-	33.32	Destallado	
15/10/2024	Seguridad	Dañado de ojalillo	23	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	8.82	Aparado	394
		Fallo de empastado	12	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	69.96	Montado	
		Falta de lustrar	10	Se vuele a pasar la crema en el zapato para que quede uniforme.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	-	5.80	Terminado	
		Falla de filos	34	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	59.50	Montado	
	Treking	Zapato con pega	6	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	4.00	Montado	28
		Sin ojalillos	6	Se remachan los ojalillos que no se colocaron.	El operario se olvida de colocar los ojalillos de la parte superior.	Máquina remachadora	6.67	Aparado	
		Suela incorrecta	2	Se retira la suela equivocada y se vuelve al área de montado a colocar la nueva suela	El operario suele equivocarse de suela por las distintas suelas en su área	Horno	38.30	Aparado	
		Falla de suela	6	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	14.93	Montado	
16/10/2024	Militar	Falla de suela	13	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	24.27	Montado	58
		Falla de filos	11	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	19.25	Montado	
		Fallo de empastado	4	Se manda a la armadora para que empasten correctamente al zapato y así poder pegar la suela.	El operario al tener una gran de cantidad de zapatos no suele aplicar la misma cantidad para todos los zapatos.	Máquina turbo de calor	23.32	Destallado	
		Zapato con pega	7	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	4.67	Montado	

HOJA DE REGISTRO DE REPROCESOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Línea de Producción	Defecto	Cantidad	Reprocesos	Causa	Máquina	Tiempo de reproceso empleado (min)	Área del reproceso	Lote
		Dañado de ojalillo	10	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	3.83	Montado	
	Seguridad	Falla de filos	31	Se raspa la pintura, se vuelve a colocar pega y la sellan con la máquina turbo de calor.	Se da porque no se carda el zapato por completo por lo cual no se puede adherir la suela, y no se carda por el filo de las cuchillas.	Máquina turbo de calor	54.25	Montado	**291**
		Zapato con pega	10	Se vuele a pasar a la lija para sacar la pega del zapato.	El operario no se fija en los pequeños detalles por la cantidad grande de zapatos.	-	6.67	Montado	
		Dañado de ojalillo	21	Se saca el ojalillo dañado y se coloca uno nuevo.	Se da por la fuerza de la máquina, cuando el operario no coloca adecuadamente el zapato en la prensadora.	Máquina remachadora	8.05	Montado	
		Falla de suela	22	La suela le vuelve a colocar pega y le ingresan al horno para sellar correctamente.	No se coloca adecuadamente el zapato en la máquina y la suela al estar subida no le agarra correctamente.	Horno	41.07	Montado	
TOTAL			**1479**				**3556.31**		

El análisis de la tabla 27 ha identificado un total de 1479 no conformidades en el transcurso de dos semanas, clasificadas en 17 categorías distintas. El estudio revela que siete defectos principales constituyen el 81.88 % del total de problemas detectados. Entre estos, destacan significativamente tres defectos críticos que acumulan el 60.11 % de las incidencias: la falla de filos representa el porcentaje más alto con 29.07 % (430 casos), seguida por la falla de suela con 18.66% (276 casos) y el dañado de ojalillo con 12.37% (183 casos).

En contraste, se identificaron defectos de menor frecuencia como falla de cosido, suela incorrecta y fallo de despegue puntera, cada uno con una incidencia inferior al 1% del total. Además, en la figura 20 se puede observar el diagrama de Pareto donde se ejemplifica de mejor manera lo explicado previamente.

Tabla 27. Resumen de la frecuencia de los defectos con su respectivos porcentaje y porcentaje acumulado

N°	Defectos	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Falla de filos	430	29.07%	29.07%
2	Falla de suela	276	18.66%	47.73%
3	Dañado de ojalillo	183	12.37%	60.11%
4	Zapato con pega	102	6.90%	67.00%
5	Falla de ojalillos	85	5.75%	72.75%
6	Cortes/ Rayones	71	4.80%	77.55%
7	Sin ojalillos	64	4.33%	81.88%
8	Falta de lustrar	61	4.12%	86.00%
9	Fallo de empastado	58	3.92%	89.93%
10	Falla de lacra	40	2.70%	92.63%
11	Falla de raspado	36	2.43%	95.06%
12	Falla en capellados	29	1.96%	97.03%
13	Fallo de corte	19	1.28%	98.31%
14	Dañado de etiquetas	10	0.68%	98.99%
15	Falla de cosido	7	0.47%	99.46%
16	Suela incorrecta	5	0.34%	99.80%
17	Fallo de despegue puntera	3	0.20%	100.00%
TOTAL		1479		

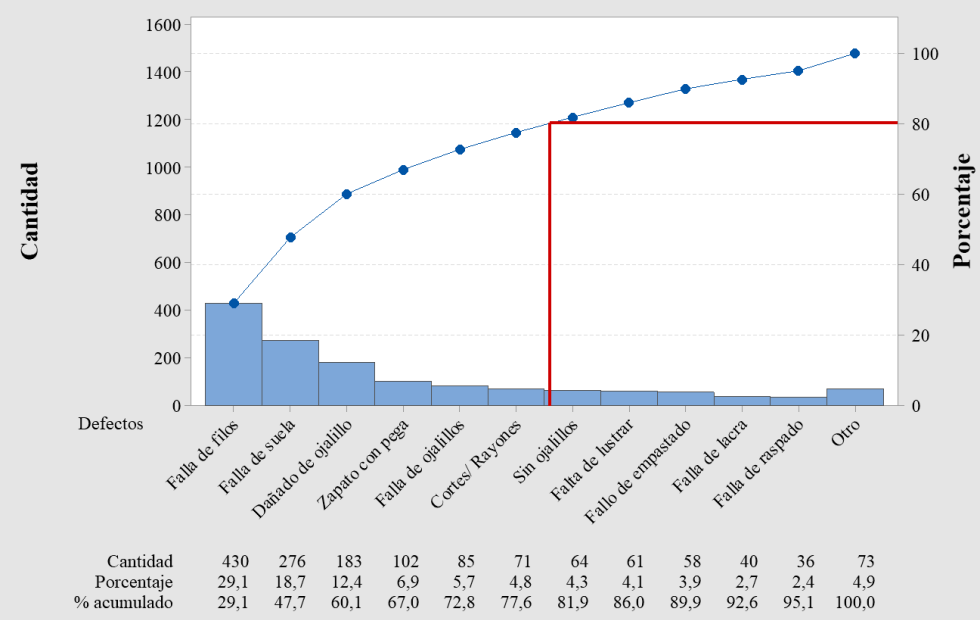


Figura 20. Diagrama de Pareto de defectos

Se elaboró una tabla resumen que muestra la frecuencia de utilización de las máquinas en los reproceso. Es importante destacar que no todos los defectos requieren maquinaria, ya que solo algunos procesos específicos involucran el uso de estas. Los datos correspondientes se pueden observar en la tabla 28.

Tabla 28. Resumen de la frecuencia del uso de máquinas en reprocesos

N°	Máquinas	Cantidad (defectos)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Máquina turbo de calor	488	39.97%	39.97%
2	Horno	352	28.83%	68.80%
3	Máquina remachadora	332	27.19%	95.99%
4	Máquina destalladora	29	2.38%	98.36%
5	Máquina de etiquetas	10	0.82%	99.18%
6	Máquina de coser	10	0.82%	100.00%
TOTAL		**1221**		

El análisis muestra que la máquina turbo de calor, máquina remachadora y el horno representan el 95.99 % del consumo para reprocesos. La máquina turbo de calor es la más consumida, con un 39.97% usada para los reprocesos, seguida del horno con un 28.83% y la máquina remachadora con un 27.19%. La destalladora tiene menor uso, mientras que la categoría "Otros" representa solo el 1.64%, se sugiere observar la figura 21.

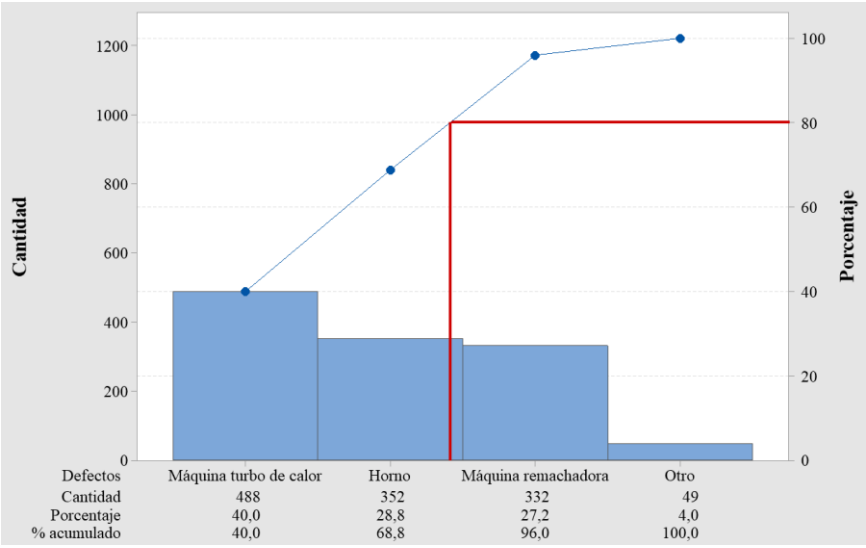


Figura 21. Diagrama de Pareto de máquina empleadas en el reproceso

- ***Análisis de costos por reprocesos***

En este apartado se analiza los costos empleados en el reproceso, para ello se toma en cuenta varios factores, como el sueldo del empleado, la hora suplementaria y los beneficios por ley como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Costo de mano de obra por colaborador al mes

Costo del trabajador por mes		
Ítem	**Descripción**	**Valor**
Ingreso	Salario básico unificado 2024	$ 460.00
Beneficio	Aporte patronal IESS	$ 43.47
	XIII sueldo	$ 38.33
	XIV sueldo	$ 38.33
	Vacaciones	$ 20.21
	Fondo de reserva	$ 38.32
Total		$ 638.66

En la tabla 30 se muestra los costos de reproceso en función del tiempo empleado en una jornada nominal y en jornada suplementaría, para así conocer el valor por minuto en ambas modalidades de trabajo.

Tabla 30. Costo por hora, minuto y suplementario

Costo por reproceso de acuerdo con los minutos empleados	
Descripción	**Valor**
Costo por hora jornada nominal	$ 3.99
Costo por minuto jornada nominal	$ 0.07
Hora suplementaria recargo (50%)	$ 0.10

Para el tiempo de reprocesamiento se encuentra desglosado en la tabla 31, la cual tiene un tiempo total de 3556.31 minutos de reprocesamiento. Este tiempo se distribuye en dos jornadas: la jornada nominal, que representa el 75% del tiempo total con 2667.24 minutos y la jornada extraordinaria, que constituye el 25% con 889.08 minutos.

Tabla 31. Tiempo en jornada nominal y extraordinaria empleada para el reprocesamiento

TIEMPO POR REPROCESAMIENTO	
Descripción	**Minutos**
Tiempo total del reprocesamiento	3556.31
Tiempo empleado en reproceso en jornada nominal (75%)	2667.24
Tiempo empleado en reproceso en jornada extraordinaria (25%)	889.08

En la tabla 32 se presenta el análisis del costo de reprocesamiento, luego de conocer los minutos empleados en el reproceso, el cual se divide en dos jornadas laborales. Durante la jornada nominal, el costo asciende a $180.02, mientras que en la jornada suplementaria alcanza los $87.07. La suma de ambas jornadas resulta en un costo total de reprocesamiento de $267.09. Esta distribución de costos refleja el impacto económico que tienen las actividades de reprocesamiento en la empresa, evidenciando la necesidad de implementar medidas correctivas para reducir estos gastos adicionales.

Tabla 32. Costo por reproceso de acuerdo con los minutos empleados

Costo de mano de obra por reprocesamiento	
Descripción	**Valor**
Costo en jornada nominal	$ 177.44
Costo en jornada suplementaria	$ 85.82
Total	**$ 263.26**

Por otro lado, se analizó de igual manera el consumo energético de las maquinarias utilizadas para el reproceso, se evaluó su consumo y el costo que esto requiere, como se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Costo energético de la maquinaria empleada en el reprocesamiento

COSTO ENERGÉTICO REPROCESOS				
Maquinaria	**Kw/h**	**Tiempo de uso (Horas)**	**Total de Kw**	**Valor**
Máquina de coser	0.7	0.70	0.49	$ 0.04
Horno	20.9	11.82	247.01	$ 22.2
Selladora	2.1	0.05	0.11	$ 0.01
Remachadora	0.55	2.37	1.30	$ 0.12
Máquina turbo calor	1	18.35	18.35	$ 1.65
Destalladora	0.4	3.63	1.45	$ 0.13
Total (De dos semanas)		**36.92**	**268.71**	**$ 24.18**

En la tabla 34 se ve el costo aproximado de los materiales empleados en el reproceso, en aquellos defectos que se tiene que remplazar por completo el material. Teniendo así un total de 29.44 dólares en remplazar los materiales aproximadamente.

Tabla 34. Costo de materiales empleados en el reproceso

Costo de materiales empleadas en el reproceso			
Materiales	**Cantidad**	**MOQ**	**Precio**
Ojalillos	268	1000	$ 0.01
Suela	2	500	$ 5.00
Cuero	50 metros	500	$ 18.25
Pegamento	1 KG	1000	$ 1.73
Hilo	1 KG	3000	$ 0.95
Rueda abrasiva	2	10	$ 3.00
Etiquetas	10	1000	$ 0.50
Total			**$ 29.44**

La tabla 35 presenta un resumen integral de los costos asociados al reprocesamiento en la empresa GAMO'S. Este análisis incluye tres componentes principales interrelacionados: el costo por minuto del operario que ejecuta las tareas de reproceso, el costo directo del reprocesamiento mismo, y el costo energético derivado de estas operaciones adicionales. La integración de estos tres elementos proporciona una visión completa del impacto económico que representa el reprocesamiento en la compañía.

Tabla 35. Resumen general de los costos empleados en el reprocesamiento

RESUMEN GENERAL DE COSTOS		
Descripción	**Tiempo en minutos**	**Valor ($)**
Costo por minuto del operario	1	$ 0.07
Costo por tiempo empleado por reprocesamiento	3556.31	$ 263.26
Descripción	**KW**	**Valor ($)**
Costo energético de la maquinaría empleada en el reproceso	268.71	$ 24.18
Descripción	**Materiales**	**Valor ($)**
Costo por materiales utilizados en el reproceso	8	$ 29.44
Costo total de reprocesamiento		
Total en dólares	$	316.88

d. Movimientos Innecesarios

El último desperdicio identificado a través de la matriz de criticidad son los movimientos innecesarios. Para estudiar este desperdicio, se analizó el mismo período de tiempo que los desperdicios anteriores, con el fin de tener una referencia común. Durante el estudio, se observó un alto nivel de movimiento entre las diferentes áreas de trabajo. La mayor parte de estos movimientos se debía a la necesidad de corregir

fallas en el calzado, lo que obligaba a los operarios a desplazarse fuera de su área de trabajo. En otras ocasiones, los movimientos se debían a la búsqueda de materiales, y en muy pocos casos, a la búsqueda de información.

Todos estos movimientos fueron cuantificados, registrando los metros recorridos y el tiempo invertido, lo cual tiene un costo asociado. Los detalles de esta información se pueden encontrar en la tabla 36.

Tabla 36. Cuantificación de los movimientos innecesarios en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S

HOJA DE REGISTRO DE MOVIMIENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Origen	Destino	Metros recorridos	Motivo	Frecuencia	Tiempo total empleado (min)	Metro totales
3/10/2024	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	40	20.00	540.00
	Terminado	Aparado	20.40	Movimiento de corrección por falla en el cosido del zapato.	1	1.25	10.20
	Aparado	Corte/Destallado	47.30	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero.	8	16.00	189.20
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	71	29.58	621.25
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	5	2.08	43.75
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato.	5	3.08	67.50
	Aparado	Corte	47.30	Movimiento para reponer un pedazo de cuero.	8	12.67	189.20
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por fallo de capellados.	7	2.92	49.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	13	6.28	113.75
4/10/2024	Aparado	Corte	47.30	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero.	1	2.00	23.65
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	6	2.50	42.00
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por equivocación de etiquetas.	10	4.47	70.00
	Destallado	Oficina	21.90	Búsqueda de ficha por nuevo modelo que requiere especificaciones.	1	1.62	10.95
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	57	23.75	498.75
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	36	15.00	315.00

HOJA DE REGISTRO DE MOVIMIENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Origen	Destino	Metros recorridos	Motivo	Frecuencia	Tiempo total empleado (min)	Metro totales
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	23	11.50	310.50
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	8	4.00	24.00
	Terminado	Bodega	24.00	Movimiento de corrección por cortes y rayones.	3	3.12	36.00
7/10/2024	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	25	12.50	337.50
	Aparado	Corte/Destallado	47.30	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero.	2	4.00	47.30
	Aparado	Corte	47.30	Movimiento para reponer un pedazo de cuero.	4	6.33	94.60
	Terminado	Montado	15.45	Búsqueda del par incompleto.	13	6.00	100.43
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	35	16.92	306.25
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	14	14.70	42.00
	Terminado	Bodega	24.00	Movimiento de corrección por cortes y rayones.	15	15.00	180.00
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	16	6.67	112.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	58	24.17	507.50
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	1	0.48	8.75
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	3	1.25	26.25
8/10/2024	Aparado	Corte	47.30	Movimiento para reponer un pedazo de cuero.	7	11.08	165.55
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento para cambiar la suela incorrecta.	3	124.17	26.25
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato.	25	15.42	337.50
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	10	4.17	70.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	30	14.50	262.50
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	45	18.75	393.75
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	24	10.00	210.00
	Terminado	Bodega	24.00	Movimiento de corrección por cortes y rayones.	16	16.00	192.00
	Terminado	Montado	15.45	Búsqueda del par incompleto.	9	9.00	69.53
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	12	6.00	36.00
9/10/2024	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	73	36.50	985.50

HOJA DE REGISTRO DE MOVIMIENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Origen	Destino	Metros recorridos	Motivo	Frecuencia	Tiempo total empleado (min)	Metro totales
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	57	23.75	498.75
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	8	3.33	56.00
	Montado	Montado	34.00	Movimiento de corrección por falla de despegue de puntera	3	3.00	51.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	15	6.25	131.25
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	14	14.70	42.00
	Terminado	Montado	15.45	Búsqueda del par incompleto.	12	11.23	92.70
10/10/2024	Corte	Bodega	11.60	Búsqueda de materiales o herramientas.	15	7.50	87.00
	Terminado	Bodega	24.00	Movimiento de corrección por cortes y rayones.	17	17.00	204.00
	Aparado	Corte	47.30	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero.	1	2.00	23.65
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	59	24.58	516.25
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	36	15.00	315.00
	Montado	Montado	34.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	5	2.50	85.00
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	3	1.25	21.00
	Terminado	Montado	15.45	Búsqueda del par incompleto.	10	10.00	77.25
11/10/2024	Terminado	Bodega	24.00	Movimiento de corrección por cortes y rayones.	23	23.00	276.00
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	13	6.50	39.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	41	17.08	358.75
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	25	10.42	218.75
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por fallo de capellados.	5	2.08	35.00
14/10/2024	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	38	19.00	513.00
	Corte	Bodega	11.60	Búsqueda de materiales o herramientas.	10	5.00	58.00
	Aparado	Corte	47.30	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero.	1	2.00	23.65
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	32	13.33	280.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	20	8.33	175.00

HOJA DE REGISTRO DE MOVIMIENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS

Periodo	Origen	Destino	Metros recorridos	Motivo	Frecuencia	Tiempo total empleado (min)	Metro totales
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato.	25	9.45	337.50
	Aparado	Destallado	14.00	Movimiento de corrección por falla de raspado.	4	1.67	28.00
15/10/2024	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	23	11.50	310.50
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	19	9.50	57.00
	Terminado	Montado	15.45	Búsqueda del par incompleto.	7	7.00	54.08
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	34	14.17	297.50
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	6	2.90	52.50
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato.	6	3.70	81.00
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento para cambiar la suela incorrecta	2	76.67	17.50
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	6	2.50	52.50
16/10/2024	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por suela despegada.	35	14.58	306.25
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por filos despegados.	42	17.50	367.50
	Terminado	Aparado	27.00	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación.	31	15.50	418.50
	Terminado	Montado	17.50	Movimiento de corrección por zapato con pega.	17	8.22	148.75
	Aparado	Aparado	6.00	Búsqueda de materiales o herramientas.	21	10.42	63.00
TOTAL			**1664.15**		**1484**	**989.53**	**14435.93**

En la tabla 37 se puede observar un resumen de los metros recorridos en el transcurso de las dos semanas, además de ver el porcentaje que equivale cada una de ellas. Teniendo como resultado que el 79.07% equivale a cinco movimientos innecesarios los cuales son por correcciones de: filos despegados, ojalillos fuera de especificaciones, suela despegada, zapato con pega y cortes. Se puede observar de manera ejemplificada en la figura 22.

Tabla 37. Resumen de la frecuencia de movimientos innecesarios con su respectivos porcentajes y porcentajes acumulados

N°	Movimientos Innecesarios	Abreviatura	Metros	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Movimiento de corrección por filos despegados	MI. Filos despegados	3762.5	26.06%	26.06%
2	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación	MI. Ojalillos sin especificación	3500.5	24.25%	50.31%
3	Movimiento de corrección por suela despegada	MI. Suela despegada	2371.25	16.43%	66.74%
4	Movimiento de corrección por zapato con pega	MI. Zapato con pega	892.5	6.18%	72.92%
5	Movimiento de corrección por cortes y rayones	MI. Cortes	888	6.15%	79.07%
6	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato	MI. Sin ojalillos	823.5	5.70%	84.78%
7	Búsqueda de materiales o herramientas	Búsqueda de materiales	449.35	3.11%	87.89%
8	Búsqueda del par incompleto	Búsqueda del par incompleto	393.97	2.73%	90.62%
9	Movimiento para reponer un pedazo de cuero	MI. Reponer cuero	448	3.10%	93.72%
10	Movimiento de corrección por falla de raspado	MI. Falla raspado	329	2.28%	96.00%
11	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero	MI. Falla de lacras	307.45	2.13%	98.13%
12	Movimiento de corrección por fallo de capellados	MI. Fallo capellados	84	0.58%	98.71%
13	Movimiento de corrección por equivocación de etiquetas	MI. Equivocación de etiquetas	70	0.48%	99.20%
14	Movimiento de corrección por falla de despegue de puntera	MI. Despegue de punteras	51	0.35%	99.55%
15	Movimiento para cambiar la suela incorrecta	MI. Suela incorrecta	43.75	0.30%	99.85%
16	Búsqueda de ficha por nuevo modelo que requiere especificaciones	Búsqueda de ficha	10.95	0.08%	99.93%
17	Movimiento de corrección por falla en el cosido del zapato	MI. Falla cosido	10.2	0.07%	100.00%
TOTAL			14435.92		

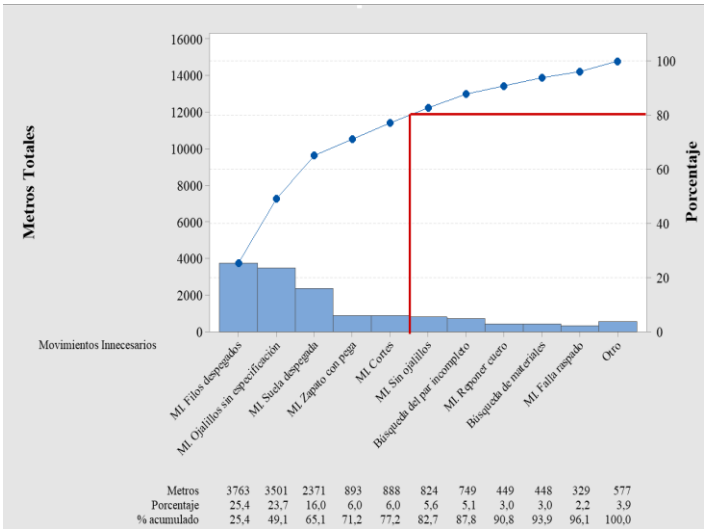


Figura 22. Diagrama de Pareto de movimientos innecesarios (metros)

En la tabla 38 se observa el tiempo en minutos de los movimientos innecesarios, desde el momento en que se mueven de su área de trabajo para ir a las demás áreas, hasta el tiempo en que regresa el operario a su puesto. En la figura 23, se observa el diagrama de Pareto, donde se tiene el 78.25% con seis movimientos innecesarios.

Tabla 38. Resumen de los tiempos de movimientos innecesarios con su respectivos porcentajes y porcentajes acumulados

N°	Movimientos Innecesarios	Abreviatura	Tiempo empleado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Movimiento para cambiar la suela incorrecta	MI. Suela incorrecta	200.83	20.30%	20.30%
2	Movimiento de corrección por filos despegados	MI. Filos despegados	179.17	18.11%	38.40%
3	Movimiento de corrección por ojalillos fuera de especificación	MI. Ojalillos sin especificación	129.00	13.04%	51.44%
4	Movimiento de corrección por suela despegada	MI. Suela despegada	112.92	11.41%	62.85%
5	Búsqueda de materiales o herramientas	Búsqueda de materiales	78.32	7.91%	70.76%
6	Movimiento de corrección por cortes y rayones	MI. Cortes	74.12	7.49%	78.25%
7	Movimiento de corrección por zapato con pega	MI. Zapato con pega	49.30	4.98%	83.24%
8	Búsqueda del par incompleto	Búsqueda del par incompleto	43.23	4.37%	87.61%
9	Movimiento de corrección por no colocar ojalillos en el zapato	MI. Sin ojalillos	31.65	3.20%	90.80%
10	Movimiento para reponer un pedazo de cuero	MI. Reponer cuero	30.08	3.04%	93.84%
11	Movimiento de corrección por falla de lacras en el cuero	MI. Falla de lacras	26.00	2.63%	96.47%
12	Movimiento de corrección por falla de raspado	MI. Falla raspado	19.58	1.98%	98.45%
13	Movimiento de corrección por fallo de capellados	MI. Fallo capellados	5.00	0.51%	98.96%
14	Movimiento de corrección por equivocación de etiquetas	MI. Equivocación de etiquetas	4.47	0.45%	99.41%
15	Movimiento de corrección por falla de despegue de puntera	MI. Despegue de punteras	3.00	0.30%	99.71%
16	Búsqueda de ficha por nuevo modelo que requiere especificaciones	Búsqueda de ficha	1.62	0.16%	99.87%
17	Movimiento de corrección por falla en el cosido del zapato	MI. Falla cosido	1.25	0.13%	100.00%
TOTAL			**989.54**		

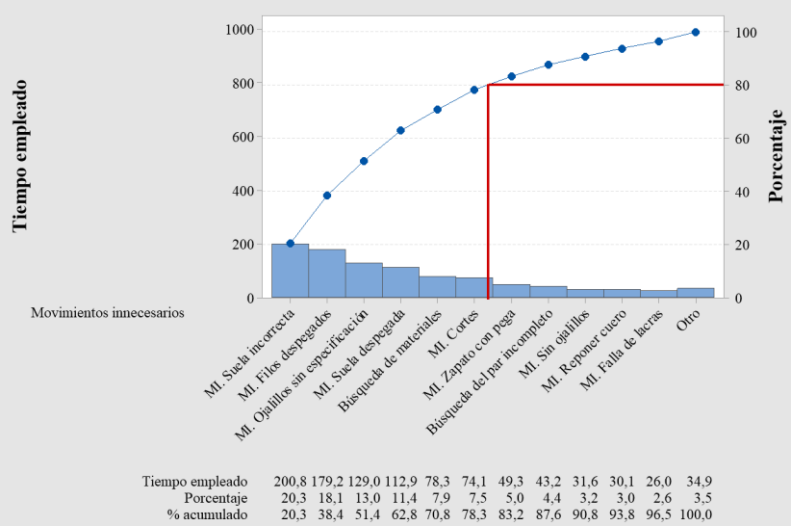


Figura 23. Diagrama de Pareto de movimientos innecesarios (tiempo en minuto)

- ***Análisis de costos por movimientos incensarios***

Para conocer el costo que pertenece a los movimientos innecesarios generados en la planta de producción, se debe realizar el cálculo del costo en función del tiempo, para ello se necesita de la ecuación 15:

$$Costo\ total = Tiempo(minutos) \times Costo\ por\ minuto \qquad (15)$$

Donde:

$Tiempo\ (minutos) = 989.53\ min$

$Costo\ por\ minuto = \$\ 0.07$

Para el tiempo en minutos se ha considerado el total de tiempo empleado proporcionado por la tabla 37. Y el costo por minuto se lo puede encontrar en la tabla 29.

$$Costo\ total = 989.53\ minutos \times \$0.07$$

$$Costo\ total = \$\ 69.26$$

Se debe tomar en cuenta que el costo por metro es 0.00476 que multiplicando por los metros recorridos en el estudio se tiene el mismo resultado del costo total.

e. Resumen de los desperdicios identificados

La tabla 39 presenta un resumen general de los desperdicios identificados en la empresa CALZADO GAMO'S durante el periodo de estudio de dos semanas. En la sección de “Defectos”, se registraron 1479 fallas, las cuales se clasificaron en 17 categorías diferentes.

En el apartado de reprocesos, la tabla muestra dos tiempos totales. El primero corresponde al tiempo requerido para las actividades del reproceso, que es de 3556.31 minutos. El segundo tiempo, asciende a 5114.67 minutos, incluye no solo el tiempo dedicado a las actividades de reproceso, sino también se contempla las esperas y traslados.

Finalmente, el desperdicio por movimientos innecesarios, se han considerado dos aspectos clave. Por un lado, se cuantificaron los metros recorridos, los cuales suman un total de 14435.93 metros. Adicionalmente, se registró el tiempo empleado en realizar estos desplazamientos, el cual asciende a 989.53 minutos. Se analizó también los costos totales generados en las dos semanas de estudio, contemplando reprocesos y movimientos innecesarios, dando un valor de $ 386.15.

Tabla 39. Resumen general de los desperdicios

RESUMEN GENERAL DE LOS DESPERDICIOS ENCONTRADOS EN LA EMPRESA CALZADO		
Desperdicio	**Descripción**	**Cantidad**
Defectos	Fallas generadas en el proceso productivo	1479
Desperdicio	**Descripción**	**Tiempo (min)**
Reprocesos	Tiemplo de reproceso	3556.31
Desperdicio	**Descripción**	**Valor**
Movimientos innecesarios	Recorrido en metros	14435.93 metros
	Tiempo empleado del recorrido	989.53 minutos
Costos totales	Costos totales analizados en dos semanas de estudio.	$ 386.15

3.1.9 Selección de las herramientas de manufactura ajustada

La selección de herramientas para abordar cada tipo de desperdicio se realizó mediante un análisis detallado de las causas raíz que los generaban. Este enfoque sistemático permitió identificar e implementar herramientas específicas que se ajustarán a las necesidades particulares de la empresa, asegurando así la efectividad de las soluciones propuestas y la obtención de resultados positivos en la reducción de desperdicios.

La tabla 40 presenta las herramientas propuestas para atacar las causas raíz de los desperdicios identificados. Por ejemplo, el TPM (Mantenimiento Productivo Total) está enfocado en abordar los defectos originados por fallas en la maquinaria. Por otro lado, la herramienta Poka-Yoke no solo busca eliminar los defectos, sino también evitar los reprocesos, ya que al corregir los defectos de origen se previene la necesidad de rehacer el trabajo.

En cuanto a los movimientos innecesarios, se ha considerado implementar la metodología POUS (Proceso Operativo Uniforme Estandarizado) y la fábrica visual, con el objetivo de reducir los desplazamientos de los operarios. Cabe destacar que los movimientos tienen dos causas principales: las correcciones por defectos y la búsqueda de materiales o información. Al abordar los defectos con las herramientas mencionadas, se eliminarían los movimientos generados por las correcciones, mientras que las soluciones enfocadas en la fábrica visual y POUS se enfocarían en reducir los desplazamientos relacionados con la búsqueda de recursos.

Tabla 40. Selección de herramientas de manufactura ajustada

Desperdicio	Causa	Herramienta de manufactura ajustada
Defectos	Falla de Máquina: Ausencia de un mantenimiento constante o un plan de mantenimiento actualizado	TPM (Mantenimiento Productivo total)
Defectos	Falla Humana: la falta de capacitación adecuada del personal y por realizar las actividades de manera apresurada.	Poka-Yoke (sistema anti-errores) Calidad en la fuente
Reprocesos	Se dan por la gran cantidad de defectos los cuales deben ser reprocesados para cumplir con los estándares de calidad	
Movimientos Innecesarios	Se da por la constante corrección de fallas los operarios se trasladan de un área a otra. Y por la búsqueda de materiales.	POUS (Almacenamiento en punto de uso) Fábrica visual

En la tabla 41 se detalla la información mediante cuatro aspectos clave: objetivo, definición, criterios de inclusión y ventajas de cada herramienta, permitiendo una comprensión más profunda de las soluciones propuestas para contrarrestar los desperdicios identificados.

Tabla 41. Sustento científico de la selección de las herramientas de manufactura ajustada

Herramienta	Objetivo	Definición	Criterios de inclusión	Ventajas
TPM (Mantenimiento productivo total)	Incrementar la disponibilidad de los equipos y reducir las paradas no planificadas.	Es una metodología que garantiza la eficacia y eficiencia en la gestión del mantenimiento industrial, elimina las perdidas relacionadas con el equipo y mejora la tasa de rendimiento y la tasa de calidad [35].	Equipos críticos con alta frecuencia de falla.	Reduce los tiempos de inactividad. Aumenta la eficiencia de los equipos y la vida útil de los mismos.
Poka-Yoke	Prevenir errores operativos y defectos por medio de un sistema a prueba de errores.	Es una herramienta de origen japonés que se enfoca en prevenir errores y defectos estos pueden ser fallos humanos o mecánicos existentes en los procesos [39].	Se lo realiza en procesos con alta probabilidad de errores manuales o técnicos que alteran la calidad del producto.	Mejora la calidad y reduce la necesidad de reprocesos Minimiza los defectos y errores.
Calidad en la fuente	Asegura que los productos cumplan con los estándares de calidad desde la etapa inicial del proceso	Es una de las herramientas de manufactura esbelta que se centra en disminuir el desperdicio de los defectos basados en prevenir y detectar los errores en el momento y desde la etapa inicial[40].	En los procesos críticos donde carecen de calidad y se requiere verificación constante.	Reducción de defectos Minimiza los costos asociados al reproceso Asegura la calidad en los productos desde la etapa inicial.
POUS	Facilitar el acceso a los materiales y herramientas que se necesitan en el proceso de producción.	Es el almacenamiento de las materias primas en los centros de trabajo donde se utilizan, en donde se eliminan los pasos intermedios que se encuentran actualmente en el proceso[41].	Áreas donde se requieren los materiales o herramientas con frecuencia y al instante.	Reduce los movimientos innecesarios Aumenta la eficiencia en la producción.
Fábrica visual	Mejorar la visibilidad de los componentes dentro de la empresa.	Es el sistema de señalización visual que permite a los colaboradores identificar las herramientas ya que se tiene un lugar para cada cosa y se identifican de correcta manera [42].	Procesos en áreas grandes que se beneficien de información visual clara y constante.	Reducir esperas y tiempo destinado a la búsqueda de información. Reducir errores. Aumento en la eficiencia y del rendimiento.

En la tabla 42 se presenta el resumen de las herramientas seleccionadas para abordar los desperdicios detectados en CALZADO GAMO'S. Para los defectos por falla de maquinaria se implementará el Mantenimiento Productivo Total (TPM), mientras que para los defectos por error humano y reprocesos se utilizará Poka Yoke junto con calidad en la fuente. Los movimientos innecesarios serán minimizados mediante el Almacenamiento en el Punto de Uso (POUS) y fábrica visual.

Tabla 42. Resumen de las herramientas de manufactura ajustada

Desperdicio	Herramienta
Defectos	TPM Poka-Yoke Calidad en la fuente
Reprocesos	
Movimientos Innecesarios	POUS Fábrica visual

3.1.10 VSM con la influencia de los desperdicios.

Después de identificar y analizar los desperdicios más significativos en la empresa de CALZADO GAMO'S, se procedió a seleccionar las herramientas de mejora continua más apropiadas para su mitigación. Estas herramientas se implementaron en el VSM futuro mostrados en la figura 24, reemplazando los puntos de desperdicio identificados con las soluciones propuestas.

El análisis previo reveló tres desperdicios predominantes en el proceso de producción, para los cuales se han seleccionado cinco herramientas específicas de Lean Manufacturing: TPM (Mantenimiento Productivo Total), Poka-Yoke (sistemas a prueba de errores), Calidad en la Fuente, POUS (Point of Use Storage o Almacenamiento en el Punto de Uso) y Fábrica Visual.

En base al estudio de tiempos realizado, existen actividades que no agregan valor al proceso productivo. Aunque sus tiempos sean mínimos (ver anexo 24), la acumulación de desperdicios incrementa el tiempo de operación por producto en cada proceso, haciendo necesaria su eliminación o reducción.

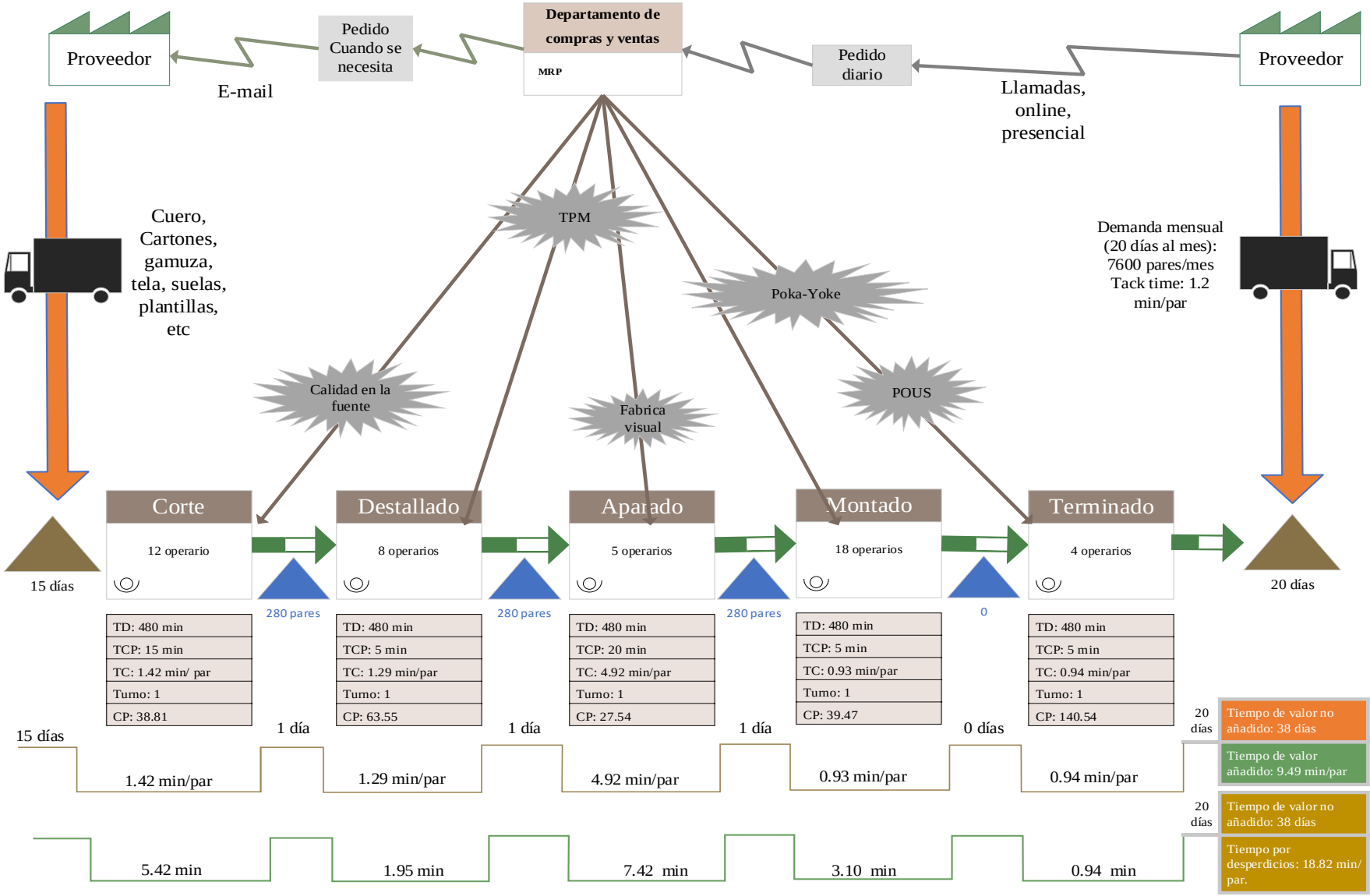


Figura 24. VSM con la influencia de los desperdicios.

Estas herramientas han sido elegidas estratégicamente para abordar y minimizar los desperdicios identificados, buscando optimizar el proceso productivo de la empresa. En la figura 25 se muestra la relación entre los desperdicios y las herramientas.

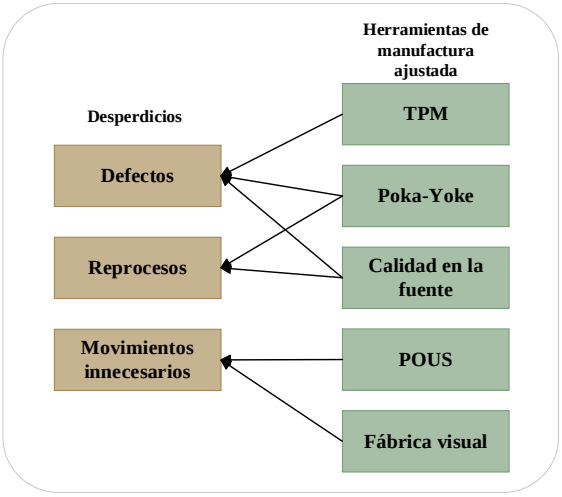


Figura 25. Diagrama de relación entre las herramientas y los desperdicios

En el VSM futuro también se contempló el tiempo más crítico al generarse un desperdicio en la empresa. En este caso, se calculó el tiempo de reproceso de los defectos más críticos en cada área, tomando como referencia el tiempo estándar de cada operación. Esto representa lo que ocurriría si se llegara a presentar uno de estos desperdicios en el proceso productivo. En tal escenario, el tiempo por unidad se duplicaría, pasando de 9.49 minutos por par sin desperdicios, a 18.82 minutos por par.

3.1.11 Propuesta del manual de manufactura ajustada

Como propuesta de solución para los desperdicios identificados en el proceso productivo de la empresa CALZADO GAMO'S, se ha desarrollado un manual con las herramientas de manufactura ajustada seleccionados previamente: TPM, Poka Yoke, Calidad en la fuente, POUS, Fábrica visual.



CALZADO GAMO´S

Elaborado por: Alison Lizbeth Iglesias Sánchez

Revisado por:	Código:	Versión:
Ing. Israel Naranjo, Mg.	HMA	01

Manual de Herramientas de Manufactura Ajustada



HERRAMIENTA MANUFACTURA AJUSTADA

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

(TPM)

Código: HMA-01

A. Objetivo 95

B. Descripción 95

C. Palabras claves 95

D. Beneficios 96

E. Sector de ejecución 96

F. Desarrollo 96

1. Fase de preparación 97

1.1 Declaración de la alta dirección 97

1.2 Análisis inicial 98

1.3 Campaña de formación introductoria 102

1.4 Crear una organización promocional del TPM 103

2. Fase de diseño de un plan de maestro 104

2.1 Mantenimiento autónomo 104

2.2 Mantenimiento preventivo 110

2.3 Análisis de los resultados a futuros que se esperan 111

2.4 Análisis de costos 114

A. Objetivo

Implementar un manual de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para optimizar la productividad de la maquinaria crítica, reduciendo los paros repentinos de equipos y minimizando las interrupciones en las actividades programadas de los operarios, con el fin de aumentar la eficiencia operacional y disminuir las pérdidas por tiempo de inactividad

B. Descripción

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta que busca lograr la eficiencia general del sistema de producción a través de un correcto funcionamiento de las máquinas. Asegurando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, minimizando las pérdidas y fallas que puedan afectar la productividad.

C. Palabras claves

- **Mantenimiento correctivo:** Es la acción de reparar una falla o avería de una máquina, después de provocarse el desperfecto.
- **Mantenimiento preventivo:** Es el conjunto de actividades programadas para mantener el estado de las máquinas en óptimas condiciones.
- **Mantenimiento predictivo:** Se trata del monitoreo continuo del estado de los equipos por medio de herramientas las cuales permiten anticipar las posibles fallas.
- **Tiempo inactivo:** Es el periodo en que una máquina no está operando de manera regular debido al mantenimiento.
- **OEE (Eficiencia general de los equipos):** Es un indicar clave que mide la eficiencia de los equipos considerando: disponibilidad, rendimiento y calidad.

D. Beneficios

- Aumento de la disponibilidad en los equipos manteniendo la maquinaria en condiciones óptimas.
- Reducción de costos por reparaciones, repuestos, retrabajos y paradas no programadas.
- Aumento de la calidad en la fabricación de productos con menor cantidad de defectos.

E. Sector de ejecución

El área en donde se enfocará la aplicación de la herramienta será en las secciones de aparado y montado. Estas etapas del proceso productivo serán el foco de atención, ya que representan áreas clave donde se identificaron varias anomalías en las maquinarias empleadas en los procesos.

F. Desarrollo

La herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) se seleccionó para abordar los defectos generados por la maquinaria en el proceso productivo. La remachadora y la cardadora son las máquinas que presentan mayor incidencia de defectos, con 36% y 35% respectivamente. La prensadora también se considera una máquina crítica, con un 20% de defectos. Por otro lado, la destalladora y la máquina de coser generan el 10% de los defectos. Estos hallazgos se resumen en la tabla 43 y la figura 26.

Tabla 43. Resumen de la maquinaria que ocasiona defectos

Máquinas	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Remachadora	75	36%	36%
Cardadora	73	35%	70%
Prensadora	43	20%	91%
Destalladora	18	9%	99%
Máquina de coser	2	1%	100%
	211		

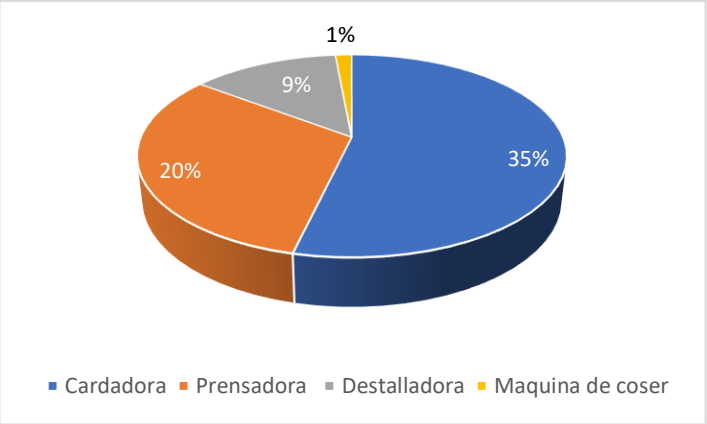


Figura 26. Porcentaje de la falla de maquinaria

1. Fase de preparación

1.1 Declaración de la alta dirección

Es fundamental establecer cimientos sólidos para evitar correcciones futuras en la implementación del TPM. Por ello, el primer paso crucial en la fase de preparación es trabajar en colaboración con la alta dirección, quienes deben anunciar formalmente la introducción de esta herramienta en la empresa, facilitando así la aceptación del cambio y minimizando la resistencia por parte del personal.

1.2 Análisis inicial

En el transcurso de la implementación, se realizará la fase de análisis de la situación inicial. Para ello, se empleará el indicador de eficiencia global de los equipos (OEE), el cual requiere calcular tres variables adicionales: disponibilidad, rendimiento y calidad. La aplicación del OEE permitirá obtener un diagnóstico integral del desempeño actual de los equipos, identificando oportunidades de mejora en estos tres pilares fundamentales de la productividad.

1.2.1 Índice de disponibilidad

Para calcular el índice de disponibilidad se tomaron en cuenta varios factores fundamentales: el tiempo en producción que se muestra en la tabla 44 y el tiempo de parada de la máquina no planificada mostrada en la tabla 45. Estos valores serán utilizados en la ecuación 16 para determinar dicho índice. Es importante señalar que tanto el tiempo en producción como el de parada fueron medidos durante un período de estudio de dos semanas.

$$Índice\ de\ disponibilidad = \frac{Tiempo\ en\ producción - tiempo\ de\ paradas\ no\ planificadas}{Tiempo\ en\ producción} \times 100 \qquad (16)$$

Tabla 44. Tiempo en producción del tiempo analizado

Tiempo en producción		
Factor	**Minutos**	**Horas**
Tiempo de la jornada laboral	480	8
Tiempo de almuerzo	60	1
Tiempo de la jornada laboral (2 semanas)	4800	80
Tiempo de almuerzo (2 semanas)	600	10
Total (Tiempo para 2 semanas)	**5400**	**90**

La tabla 44 presenta el análisis del tiempo total de producción, el cual asciende a 90 horas, considerando dos componentes principales: la jornada laboral regular y el período de almuerzo. Esta distribución del tiempo permite tener una visión clara de las horas efectivas disponibles para la producción, facilitando así una mejor planificación y gestión de los recursos laborales.

En la tabla 45 se muestra el análisis de las paradas no programadas en el proceso productivo, donde se registró un tiempo total de 16.37 horas de inactividad. Estas interrupciones fueron ocasionadas por problemas en cinco máquinas clave del proceso: la remachadora, la cardadora, la prensadora, la destalladora y la máquina de coser.

Tabla 45.Tiempo de paradas no programadas en el tiempo de análisis

Tiempo de Paradas no planificadas		
Maquinaria	**Minutos**	**Horas**
Remachadora	375	6.25
Cardadora	292	4.87
Prensadora	215	3.58
Destalladora	90	1.50
Máquina de coser	10	0.17
Total	**982**	**16.37**

Ya obteniendo los valores que se necesitan para la ecuación 16 se prosigue a remplazar los datos:

$$Índice\ de\ disponibilidad = \frac{90 - 16.37}{90} \times 100$$

$$Índice\ de\ disponibilidad = 81.81\%$$

1.2.2 Índice de rendimiento

La tabla 46 presenta un análisis detallado de la capacidad productiva y el rendimiento de la empresa. Se establece una capacidad de producción mensual estimada de 3800 pares, considerando 10 días laborables. La producción diaria se ha considerado la capacidad del destallado que se muestra en la tabla 21, siendo esta de 355 pares diarios, y una capacidad por hora de 44 pares. El tiempo productivo registrado es de 78.88 horas, y la producción real alcanzada es de 3767 pares. Como resultado, se obtiene un índice de rendimiento del 99.13%, este se obtuvo aplicando la ecuación 17.

Tabla 46. Cálculo del índice de rendimiento

Descripción	Valor
Capacidad de la producción estimada de dos semanas	3800
Capacidad producción estimada diaria	355
Capacidad de la producción estimada por hora	44.38
Tiempo productivo (hora)	78.88
Producción real	3767
INDICE DE RENDIMIENTO	99.13%

$$Índice\ de\ rendimiento = \frac{Producción\ real}{Producción\ estimada} \times 100 \qquad (17)$$

$$Índice\ de\ rendimiento = \frac{3767}{3800} \times 100$$

$$Índice\ de\ rendimiento = 99.13\%$$

1.2.3 Índice de calidad

En la tabla 47 se presenta información clave sobre la producción y la calidad en la empresa. La producción real alcanzada fue de 3767 pares como se mostró en la tabla 46. De este total, se registraron 211 productos defectuosos, mientras que 3556

unidades fueron producidas sin defectos. Estos datos permiten calcular el índice de calidad por medio de la ecuación 18, alcanzando un 94.40%. Este indicador refleja que más de la mitad de la producción se realizó con el nivel de calidad esperado, también sugiere reducir la tasa de productos defectuosos.

Tabla 47. Cálculo del índice de calidad

Descripción	Valor
Producción real	3767
Productos defectuosos por la máquina	211
Productos sin defectos	3556
INDICE DE CALIDAD	**94.40%**

$$Índice\ de\ calidad = \frac{Producción\ sin\ defectos}{Producción\ real} \times 100 \qquad (18)$$

$$Índice\ de\ calidad = \frac{3536}{3767} \times 100$$

$$Índice\ de\ calidad = 94.40\%$$

1.2.4 OEE

Para el cálculo de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE, por sus siglas en inglés), se requiere de los índices previamente calculados: disponibilidad, rendimiento y calidad. Estos índices deben ser reemplazados en la ecuación 19. Con el indicador se identificarán oportunidades de mejora y tomar acciones dirigidas a incrementar la eficiencia general del proceso.

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \qquad (19)$$

$$OEE = 81.81 \times 99.13\% \times 94.40\%$$

$$OEE = 76.56\%$$

Con el porcentaje obtenido de la OEE se procede a comparar con la tabla 48, que muestra los porcentajes calificativos para determinar la valoración. Se obtuvo un 76.56%, correspondiente a una valoración aceptable, ya que se encuentra entre el 75% y el 85%. Esto significa que se tienen ligeras pérdidas económicas y se debe continuar mejorando la competitividad dentro de la empresa.

Tabla 48.OEE ideal

OEE	Valoración	Descripción
OEE<65%	Deficiente (Inaceptable)	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
65%<OEE<75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Baja competitividad
75%<OEE<85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Debe continuarla mejora. Competitividad ligeramente baja
85%<OEE<95%	Buena	Entra en valores de clase mundial. Buena competitividad
OEE>95%	Excelente	Valores de clase mundial. Alta competitividad

1.3 Campaña de formación introductoria

Antes de comenzar con la implementación de un programa TPM (Mantenimiento Productivo Total), es fundamental comprender a fondo todos los parámetros, fundamentos y características que forman parte de esta metodología. Para ello, es esencial que todos los miembros de la organización entiendan el TPM y los beneficios que su adopción traerá a la compañía.

A fin de lograr este objetivo, se deberán realizar seminarios externos y planes de formación internos, adecuados a las necesidades específicas de la empresa. Esto asegurará que todo el personal cuente con los conocimientos y la preparación necesarios antes de poner en práctica el programa TPM, lo cual es crucial para garantizar una implementación exitosa y la obtención de los resultados esperados.

1.4 Crear una organización promocional del TPM

Para que la implementación del TPM sea exitosa, es necesario crear una estructura organizativa que lo promueva. En la figura 27 se observa un organigrama del Comité de Promoción del TPM en la empresa. Este comité está conformado por un presidente, directores y líderes de grupos, quienes serán los encargados de asegurar que la implementación de esta metodología sea efectiva. La conformación de estos pequeños grupos de trabajo es fundamental para impulsar y supervisar el proceso de implementación de la metodología en la organización.

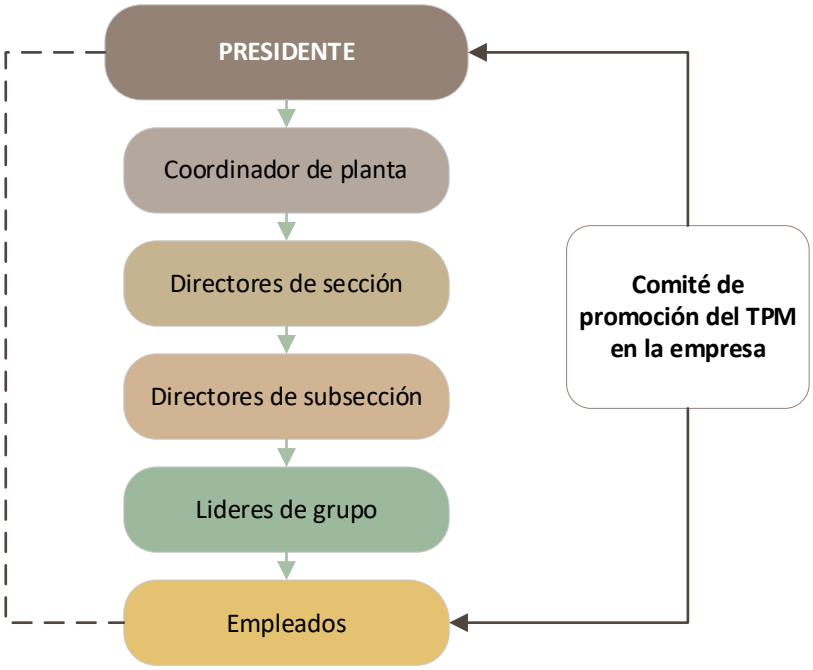


Figura 27. Organigrama del comité de promoción del TPM en la empresa

2. Fase de diseño de un plan de maestro

2.1 Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo extiende la vida útil de las máquinas y permitirá al operario reaccionar ante cualquier fallo en la máquina, reduciendo el tiempo de inactividad. Se ha realizado un manual en las máquinas que generan un significado número de defectos, especificados en la tabla 43. Para ello, se realizó una investigación en el manual del fabricante para determinar los cuidados específicos que se debe realizar en cada equipo.

2.1.1 Plan de mantenimiento autónomo remachadora

La máquina remachadora es una de las maquinarias que más problemas ocasiona, con un 36% que equivale a 75 fallas durante las dos semanas de estudio. Estos defectos se deben a que la máquina permaneció con fallas durante más de una semana sin que se realizara un mantenimiento adecuado. Para reducir estas fallas, se propuso un manual de mantenimiento autónomo, como se observa en la tabla 49, que proporciona sugerencias específicas aplicables directamente a la máquina.

2.1.2 Plan de mantenimiento autónomo cardadora

Otra de las máquinas significativas en la generación de defectos es la cardadora, que presenta un 35% de defectos, lo que equivale a 73 defectos generados, constituyéndose como la segunda máquina con más defectos, esto se debe al estado de los discos. Con la tabla 50 se espera reducir esta cantidad de defectos.

Tabla 49. Mantenimiento Autónomo Remachadora

TPM (Mantenimiento productivo total) Mantenimiento Autónomo Empresa Calzado GAMOS				Código:	MA-CO-01
				Revisión:	1
				Fecha de emisión:	28/11/2024
Líder G:	Jefe de aparado (Nombre)		**Preparado por:**	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	
Grupo:	Aparado		**Revisado por**	Ing. Israel Naranjo, Mg.	
Operario:	(Nombre del operario que realizó MA)		**Código de la máquina:**	CG-A-RE-01	
Área:	Aparado		**Fecha:**	(Fecha en la que se realizó el MA)	

Indicadores



Inspección



Intervención



Lubricación



Limpieza

Color de la frecuencia

Diario | Semanal | Quincenal | Mensual

Máquina

Remachadora-Modelo: 96-E-10



N°	Tipo	Frecuencia	Instrucciones	Estado de la máquina
1			Revisar todos los resortes de cada parte	Working
2			La posición de remachado de los punzones y matrices debe mantenerse limpios adecuadamente y no puede tener presencia de aceite lubricante.	Working
3			Limpie el paso de flujo todos los días y la máquina después se la operación	Working
4			Lubricar la rueda excéntrica y el eje impulsor	Working
5			Lubrique el lugar de contacto de la barra de control y del poste de alimentación	Working
-			En caso de presentarse una avería mas técnica se debe informar al director de la sección para así programar una intervención	Stopped

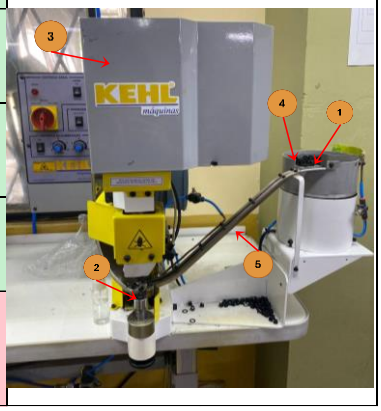


Tabla 50. Mantenimiento Autónomo Cardadora

TPM (Mantenimiento productivo total) Mantenimiento Autónomo Empresa Calzado GAMOS			Código:	MA-CO-02
			Revisión:	1
			Fecha de emisión:	28/11/2024
Líder G:	Jefe de aparado (Nombre)	**Preparado por:**	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	
Grupo:	Montado	**Revisado por**	Ing. Israel Naranjo, Mg.	
Operario:	(Nombre del operario que realizo MA)	**Código de la máquina:**	CG-M-CAR-01	
Área:	Montado	**Fecha:**	(Fecha en la que se hizo el MA)	

Indicadores


Inspección


Intervención


Lubricación

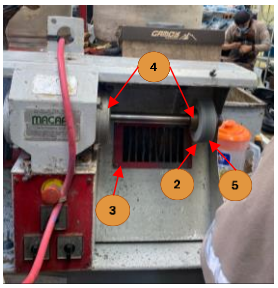

Limpieza

Color de la frecuencia

Diario | Semanal | Quincenal | Mensual

Máquina

Cardadora-Modelo: 4180-547





N°	Tipo	Frecuencia	Instrucciones	Estado de la máquina
1			Usa un cepillo suave o una brocha para retirar residuos de polvo, material desbastado	Working
2			Asegurarse que las bandas abrasivas o discos no presenten desgastes irregulares o fisuras.	Working
3			Evitar que los restos se acumulen en el motor o los conductos de ventilación.	Working
4			Aplicar lubricante en las partes móviles	Working
5			Cambiar las cuchillas desgastadas	Stopped
-			En caso de presentarse una avería mas técnica se debe informar al director de la sección para así programar una intervención	Stopped

2.1.3 Plan de mantenimiento autónomo prensadora

Aunque la máquina prensadora no tiene un porcentaje elevado de defectos, estos son significativos durante el proceso evaluado, teniendo un 20% de defectos equivalente a 43 fallas. Por esta razón, se ha decidido implementar un plan de mantenimiento autónomo, mostrado en la tabla 51, para que el operario pueda conocer las estrategias para alargar la vida útil de la máquina y prevenir los defectos que esta genera.

Tabla 51. Mantenimiento Autónomo Prensadora

TPM (Mantenimiento productivo total) Mantenimiento Autónomo Empresa Calzado GAMOS			Código:	MA-CO-04
			Revisión:	1
			Fecha de emisión:	28/11/2024
Líder G:	Jefe de aparado (Nombre)	**Preparado por:**	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	
Grupo:	Montado	**Revisado por**	Ing. Israel Naranjo, Mg.	
Operario:	(Nombre del operario que realizo MA)	**Código de la máquina:**	CG-M-PRE-01	
Área:	Montado	**Fecha:**	(Fecha en la que se hizo el MA)	

Indicadores


Inspección


Intervención


Lubricación


Limpieza

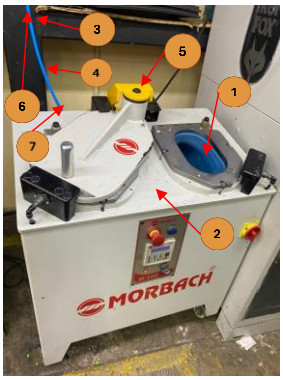
Color de la frecuencia

Dia | Semanal | Quincenal | Mensual

Máquina

Prensadora-Modelo:M-102





N°	Tipo	Frecuencia	Instrucciones	Estado de la máquina
1			Inspeccione las zapatas de freno o las almohadillas de fricción que se utilizan en el mecanismo de prensa.	Working
2			Limpiar las superficies y eliminando cualquier residuo o acumulación.	Working
3			Supervise de cerca la presión neumática de la máquina y asegúrese de que se mantenga dentro del rango recomendado.	Working
4			Verificar que no haya fugas en las conexiones neumáticas.	Working
5			Asegurarse de lubricar las piezas móviles como las bisagras y los ejes de sujeción	Stopped
6			Limpiar y revisar los cilindros neumáticos para asegurar un funcionamiento suave.	Stopped
7			Inspeccionar la bolsa neumática en busca de signos de desgaste o fugas y reemplázala si es necesario.	Stopped

2.1.4 Plan de mantenimiento destalladora

Aunque la cuarta máquina no presenta un porcentaje significativo de defectos, es necesario implementar medidas correctivas para prevenir defectos futuros. Se registra un 9% de defectos, lo que equivale a 18 unidades afectadas.

Por esta razón, se diseñó un plan de mantenimiento para la máquina destalladora, mostrada en la tabla 52, cuya función principal es reducir los cueros. Su problema crítico radica en el desgaste de las cuchillas.

Tabla 52. Mantenimiento Autónomo destalladora

TPM (Mantenimiento productivo total) Mantenimiento Autónomo Empresa Calzado GAMOS			Código:	MA-CO-03
			Revisión:	1
			Fecha de emisión:	28/11/2024
Líder G:	Jefe de aparado (Nombre)	**Preparado por:**	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	
Grupo:	Destallado	**Revisado por**	Ing. Israel Naranjo, Mg.	
Operario:	(Nombre del operario que realizo MA)	**Código de la máquina:**	CG-D-DES-01	
Área:	Destallado	**Fecha:**	(Fecha en la que se hizo el MA)	

Indicadores


Inspección


Intervención


Lubricación


Limpieza

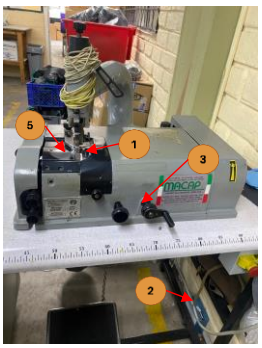
Color de la frecuencia

Diario | Semanal | Quincenal | Mensual

Máquina

Destalladora-Modelo FAV AV2





N°	Tipo	Frecuencia	Instrucciones	Estado de la máquina
1			Revisar las cuchillas, que se encuentren afiladas y no desgastadas	Working
2			Revisar el estado de los cables y las conexiones para que no exista desgaste.	Working
3			Lubrica los ejes, engranajes y otras partes móviles para evitar fricción y desgaste excesivo.	Working
4			Limpia y lubrica los mecanismos del pedal para asegurar un funcionamiento suave.	Working
5			Cambiar las cuchillas desgastadas	Stopped
-			En caso de presentarse una avería más técnica se debe informar al director de la sección para así programar una intervención	Stopped

2.1.5 Plan de mantenimiento máquina de coser

La última máquina que genera defectos tiene un porcentaje del 1%, lo que equivale a 2 fallas. Aunque este es un valor muy mínimo y la maquinaria no es crítica, se

aspira a lograr cero defectos. Por esta razón, se ha propuesto un plan de mantenimiento, detallado en la tabla 53, para que el operario pueda mantener las máquinas y prolongar su vida útil.

Tabla 53. Mantenimiento Autónomo máquina de coser

TPM (Mantenimiento productivo total) Mantenimiento Autónomo (MA) Empresa Calzado GAMOS				Código:	MA-CO-05
				Revisión:	1
				Fecha de emisión:	28/11/2024
Líder G:	Jefe de aparado (Nombre)	**Preparado por:**	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez		
Grupo:	Aparado	**Revisado por**	Ing. Israel Naranjo, Mg.		
Operario:	(Nombre del operario que realizo MA)	**Código de la máquina:**	CG-A-MC-01		
Área:	Aparado	**Fecha:**	(Fecha en la que se hizo el MA)		

Indicadores


Inspección


Intervención


Lubricación

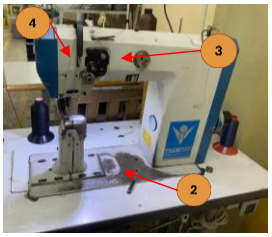

Limpieza

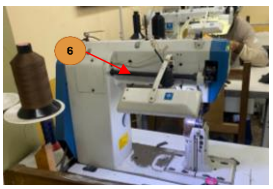
Color de la frecuencia

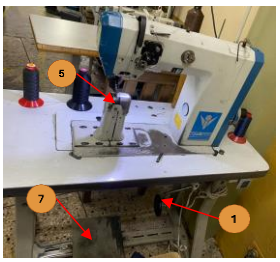
Diario | Semanal | Quincenal | Mensual

Máquina

Maquina se coser- Modelo:2RT







N°	Tipo	Frecuencia	Instrucciones	Estado de la máquina
1			Verificar que las correas estén en buen estado y correctamente tensadas.	Working
2			Retirar los restos de hilo, polvo y pelusas con una brocha suave o aire comprimido.	Working
3			Limpiar las placas de la aguja, la lanzadera y la barra de la aguja con un paño seco.	Working
4			Asegurarse que la tensión del hilo esté correctamente ajustada para evitar costuras defectuosas.	Working
5			Cambia la aguja regularmente, especialmente si está doblada o desgastada.	Stopped
6			Lubricar articulaciones internas y partes moviles de la máquina.	Stopped
7			Verifica el funcionamiento del pedal y los controles.	Stopped

2.2 Mantenimiento preventivo

Se ha propuesto un plan de mantenimiento preventivo, a modo de ejemplo, para la máquina remachadora, con el objetivo de incrementar su disponibilidad y eficiencia, dado que es uno de los equipos con más fallas generadas. Las actividades detalladas en la tabla 54 pueden modificarse e incrementarse para lograr un mantenimiento más personalizado. El diseño de este plan se busca implementar en toda la maquinaria de la empresa, no solo en los equipos críticos, sino en cada máquina, con el fin de prevenir posibles fallos y garantizar un mantenimiento adecuado en todos los equipos que conforman la organización.

Tabla 54. Mantenimiento preventivo remachadora

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Preparado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Jefe de producción :**	Cristian Aguilar	**Diario**			
Revisado por:	Ing. Israel Naranjo, Mg.	**Operario :**	-	**Semanal**			
Maquinaria:	Remachadora	**Área:**	Aparado	**Quincenal**			
Jefe de mantenimiento :	(Nombre del jefe de mantenimiento)	**Código de la maquina:**	CG-A-MC-01	**Mensual**			
Fecha:	(Fecha en la que se hizo el MP)	**Horas de uso :**	8 horas	**Trimestral**			

Semana/mes	Maquina	Actividad	Frecuencia	Fecha programada	Responsable	Estatus (pendiente/ realizada)	Observaciones
Semana 1	Remachadora	Limpieza general en los alrededores de la maquina	Diario	(Fecha)	Operario	Realizada	-
Semana 1		Verificar estado de los remaches y mecanismo de alimentación.	Diario	(Fecha)	Operario	Realizada	-
Semana 2		Ajustar alineación del cabezal de remachado.	Semanal	(Fecha)	técnico	Pendiente	-
Semana 3		Revisar lubricación de las piezas móviles.	Quincenal	(Fecha)	técnico	Pendiente	-
Semana 4		Revisión del motor	Mensual	(Fecha)	técnico	Pendiente	-
Semana 4		Calibración del cabezal	Trimestral	(Fecha)	técnico	Pendiente	-

Una vez propuestos los dos tipos de mantenimientos, se debe analizar cuál es el que mejor conviene a la empresa, tomando en cuenta aspectos económicos, disponibilidad y la eficiencia de ambos mantenimientos. Como recomendación, se deberían elegir ambos para optimizar los procesos, reducir los costos a largo plazo y minimizar los defectos. Y siempre se debe ir aplicando el indicador OEE para dar seguimiento

2.3 Análisis de los resultados a futuro TPM

Al realizar una investigación acerca de otras empresas que han decidido implementar un plan de mantenimiento productivo en la industria del calzado, se han identificado resultados positivos tras su implementación, obteniendo así reducciones alrededor del 72.2% de defectos en el proceso productivo [43], [44]. Es un resultado que se espera replicar o mejorar al implementar el Total Productive Maintenance (TPM) en la empresa CALZADO GAMO'S.

Con base en estos resultados, se decidió realizar una proyección a futuro para reducir el 72.2% de los desperdicios en la empresa, esperando a que se logre este resultado. En la tabla 55 se puede observar cómo de 211 desperdicios se puede lograr reducir hasta 59 unidades. Posteriormente, se calculó un OEE futuro, en el cual también se observó incrementos en sus resultados aumentado la valoración del OEE.

Tabla 55. Propuesta de reducción de defectos originados por la maquinaria

Máquinas	Cantidad	Posible reducción 72.2%
Remachadora	75	20.85
Cardadora	73	20.294
Prensadora	43	11.954
Destalladora	18	5.004
Máquina de coser	2	0.556
Total	211	59

2.3.1 Índice de disponibilidad a futuro

Al reducir la cantidad de fallos y el tiempo de parada de las máquinas mediante la implementación del mantenimiento autónomo y preventivo, se obtiene un tiempo de 3.09 horas, según la tabla 56, en comparación con las 16.37 horas registradas anteriormente en la tabla 45. Con estos nuevos valores, se reemplaza en la ecuación 16, obteniendo como resultado un índice de disponibilidad del 96.56%, lo que supera el índice anterior del 81.81%.

Tabla 56. Tiempo de paradas no planificadas previstas después del TPM

Tiempo de Paradas no planificadas		
Maquinaria	**Minutos**	**Horas**
Remachadora	52.13	0.87
Cardadora	55.81	0.93
Prensadora	59.77	1.00
Destalladora	15.01	0.25
Máquina de coser	2.78	0.05
Total	**185.50**	**3.09**

$$Índice\ de\ disponibilidad = \frac{90 - 3.09}{90} \times 100$$

$$Índice\ de\ disponibilidad = 96.56\%$$

2.3.2 Índice de rendimiento a futuro

Para el índice de rendimiento se espera que la producción real sea igual a la capacidad estimada, lo cual es posible, ya que el índice anterior era de 99.13%, un valor muy cercano al 100%. Una vez obtenido este nuevo valor de 3800, observado en la tabla 57, se procederá a calcular el rendimiento utilizando la ecuación 17.

Tabla 57. Índice de rendimiento futuro

Descripción	Valor
Capacidad de la producción estimada de dos semanas	3800
Capacidad producción estimada diaria	355
Producción real	3800
INDICE DE RENDIMIENTO	**100.00%**

$$Índice\ de\ rendimiento = \frac{3800}{3800} \times 100$$

$$Índice\ de\ rendimiento = 100\%$$

2.3.3 Índice de calidad

En el índice de calidad se observa un aumento en comparación con el valor actual, ya que se pasó de 94.40% a 98.46%. Este incremento se debe a que aumentan las piezas producidas sin defectos, lo que mejora la calidad. Anteriormente se tenían 3556 piezas sin defectos y ahora se cuenta con 3741 piezas sin defectos; estos valores pueden observarse en la tabla 58.

Tabla 58. Índice de calidad futuro con TPM

Descripción	Valor
Producción real	3800
Productos defectuosos	59
Productos sin defectos	3741
INDICE DE CALIDAD	98.46%

$$Índice\ de\ calidad = \frac{3639}{3767} \times 100$$

$$Índice\ de\ calidad = 98.46\%$$

2.3.4 OEE futuro

En el OEE futuro se observa una gran mejora en la tabla 59, pasando de un 76.56% a un 95%, lo que permitirá alcanzar una valoración de clase mundial y mejorar significativamente la competitividad. Esto se logrará si se implementa correctamente el manual de TPM. Como se observó anteriormente se ve un incremento en cada uno de los tres índices, y es por ello por lo que se tiene el siguiente resultado.

$$OEE = 96.56 \times 100\% \times 98.46\%$$

$$OEE = 95\%$$

Tabla 59. Valoración de la OEE futuro

OEE	Valoración	Descripción
85%<OEE<95%	Buena	Entra en valores de clase mundial. Buena competitividad

2.4 Análisis de costos

Se calculó el costo por el tiempo de parada no planificada de cada máquina, considerando el costo por hora de jornada nominal y el valor de costo energético. En la situación actual se tiene un valor de 5.88 dólares. Para la propuesta del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se espera reducir este valor a 1.11 dólares, como se muestra en la tabla 60. Esto beneficia a la empresa en términos de costos, y si se aplica en la demás maquinaria como medida preventiva, se podrían reducir los costos en otras áreas que aún no han sido detectadas.

Tabla 60. Análisis de costos

COSTO POR TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA				
Costos actuales			Costos que se esperan	
Maquinaria	Horas	Costo	Hora	Costo
Remachadora	6.25	$ 2.24	0.87	$ 0.31
Cardadora	4.87	$ 1.75	0.93	$ 0.33
Prensadora	3.58	$ 1.29	1.00	$ 0.36
Destalladora	1.50	$ 0.54	0.25	$ 0.09
Máquina de coser	0.17	$ 0.06	0.05	$ 0.02
Total	16.37	$ 5.88	3.09	$ 1.11

Indicador

Se propone la siguiente ficha de indicador de desempeño, que se puede observar en la tabla 61, para que la empresa pueda llevar un registro y analizar si se han logrado los resultados esperados con la implementación de la herramienta TPM. En dicha ficha se detallan el nombre del indicador, el objetivo, la definición y el responsable. Se recomienda que este análisis se realice mensualmente, de manera que la empresa pueda ver los resultados obtenidos mes a mes.

Tabla 61. Ficha de indicador de desempeño OEE

	TPM (Mantenimiento productivo total) **Empresa Calzado GAMOS**	**Código:**	MA-IND-01
		Revisión:	1
		Fecha de emisión:	28/11/2024

FICHA DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

1. Información del indicador

Nombre del indicador:	Eficiencia General del Equipo (OEE)		
Objetivo:	Medir la productividad y la eficiencia de los equipos de fabricación		
Definición:	Es un indicador clave de rendimiento que permite saber que tan efectivamente es la herramienta aplicada		
Responsable:	Coordinador de Producción		
Formula:	$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$	**Unidad**	%
Frecuencia de medición:	Mensual	**Meta:**	85% o superior

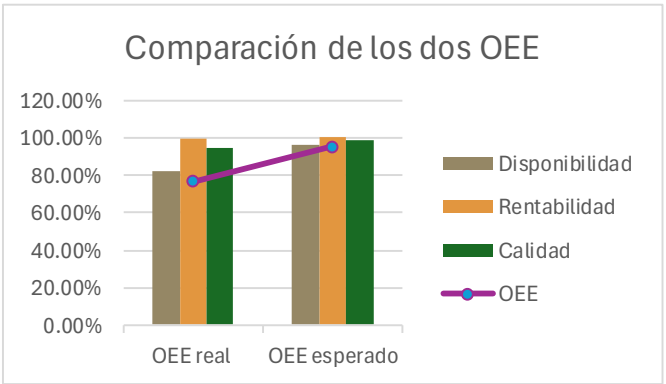
2. Medición del indicador

Periodo de análisis:		**Porcentaje:**	

DATOS

Variables :	ENE	FEB	MAR	ABR	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULA.
Valor real :											
Meta:											

3. Gráfica





HERRAMIENTA MANUFACTURA AJUSTADA

POKA YOKE Y CALIDAD EN LA FUENTE

Código: HMA-02

ÍNDICE

A. Objetivo 118

B. Descripción 118

C. Palabras claves 118

D. Beneficios 119

E. Sector de ejecución 119

F. Desarrollo 119

1. Fase situación inicial 119

2. Fase de propuesta 121

2.1 Herramienta para falla de filos 121

2.2 Herramienta para falla de suela 123

2.3 Herramienta para el dañado de ojalillo 125

2.4 Herramienta para el zapato con pega 127

2.5 Análisis de costos de las herramientas de Poka Yoke 129

3. Análisis de los resultados a futuros 129

4. Indicador 131

A. Objetivo

Reducir los desperdicios y los costos mediante la prevención de errores en el proceso productivo, evitando que los productos defectuosos avancen a las siguientes etapas de producción.

B. Descripción

Poka Yoke: Es una palabra japonesa que significa "a prueba de errores" y constituye una técnica de gestión de calidad utilizada para prevenir defectos en los procesos de producción, con el objetivo de alcanzar la metodología de cero defectos. Se implementa mediante el diseño de productos, herramientas y procesos que dificultan o imposibilitan la generación de errores.

Calidad en la fuente: Se trata de un principio de la gestión de calidad que tiene por objetivo garantizar la calidad de los productos fabricados correctamente desde el inicio, evitando que los defectos prosigan a la siguiente etapa del proceso y prevenga los defectos en lugar de identificarlos posteriormente.

C. Palabras claves

- **Cero defectos:** Filosofía de gestión de calidad que busca la perfección mediante la prevención sistemática de defectos en todos los procesos de producción.

- **Errores humanos:** Desviaciones involuntarias o accidentales provocadas por trabajadores durante la ejecución de procesos productivos, que pueden generar defectos o variaciones en los productos.

- **Detección temprana:** Identificación inmediata de posibles errores o desviaciones durante el proceso de producción, antes de que estos se conviertan en defectos o afecten la calidad del producto.

- **Inspección automática:** Proceso de verificación mediante dispositivos o sistemas tecnológicos que comprueban automáticamente si un producto cumple con las especificaciones técnicas predefinidas.

D. Beneficios

- Lograr la producción cero defectos eliminando los errores y defectos durante el proceso de fabricación.

- Aumentar la calidad de los productos y reducir los costos asociados a la inspección, reprocesos y desechos.

- Mayor eficiencia en la producción y productividad en la línea de producción

E. Sector de ejecución

Las herramientas Poka Yoke y calidad de la fuente se propondrán en las áreas de montaje y aparado, ya que en estos sectores se generan la mayoría de los defectos y requieren una acción correctiva inmediata para disminuir los desperdicios.

F. Desarrollo

1. Fase situación inicial

La herramienta Poka Yoke se seleccionó para corregir los defectos generados por los operarios, como se evidencio al realizar la cuantificación de defectos en la tabla 27. Se han identificado los defectos críticos que superan los 100 unidades: falla de filos (430 defectos), falla de suela (276 defectos), dañado de ojalillo (183 defectos) y zapato con

pega (102 defectos). El objetivo es eliminar completamente estos defectos y, posteriormente, proponer soluciones para el resto de las fallas detectadas.

Para determinar el estado actual de la empresa, se procede a calcular la tasa de defectos y el índice de calidad. La tasa de defectos requiere conocer el número de productos con falla y el total de productos fabricados, para ello se consideró los datos recolectados durante las dos semanas de análisis. Todos los datos mencionados en la tabla 62 serán remplazados en la ecuación 20 y para el índice de calidad se toma en consideración la ecuación 18.

Tabla 62. Cálculo de la tasa de defectos

Descripción	Valor
Cantidad de defectos en 2 semanas	1479
Producción total de las 2 semanas	3767
Tasa de defectos	**39.26%**

$$Tasa\ de\ defectos = \frac{productos\ defectuosos}{Total\ de\ productos\ fabricados} \times 100 \qquad (20)$$

$$Tasa\ de\ defectos = \frac{1479}{3767} \times 100$$

$$Tasa\ de\ defectos = 39.26\%$$

Tabla 63. Índice de calidad con POKA YOKE

Descripción	Valor
Producción real	3767
Productos defectuosos	1479
Productos sin defectos	2288
INDICE DE CALIDAD	**60.74%**

$$Índice\ de\ calidad = \frac{2288}{3767} \times 100$$

$$Índice\ de\ calidad = 60.74\%$$

En el estudio realizado en dos semanas, se han identificado 1479 defectos en una producción de 3767 pares, lo que representa una tasa de defectos del 39.26%. Esta alta tasa de defectos indica la necesidad de implementar mejoras en el proceso de producción. La calidad actual se sitúa en un 60.74%, lo que sugiere un margen significativo de mejora. Por esta razón, se propone utilizar la herramienta Poka Yoke para reducir y prevenir defectos, mejorando así la calidad del producto final.

2. Fase de propuesta

2.1 Herramienta para falla de filos

El fallo de filos se origina por un error de identificación del estado de la lija. Al no verificar que la lija se encuentre en su estado óptimo, el proceso de cardado no se realiza correctamente, lo que provoca que los filos del zapato no se adhieran adecuadamente en la sección de pegado, una ilustración del defecto de observa la figura 28.



Figura 28. Falla de filos

Para determinar el desgaste de la lija, se propone realizar un análisis para identificar el número de pasadas o zapatos en los que la lija se desgasta y requiere ser cambiada. Una vez determinado el número máximo de pasadas por lija, se instalará un contador que, al alcanzar dicho límite, active una luz indicadora para alertar al operario sobre la necesidad de cambiar la lija. Mientras la lija permanezca en buen estado, se mantendrá encendida una luz verde; cuando sea necesario su reemplazo, se encenderá una luz roja, como se muestra en la figura 29.

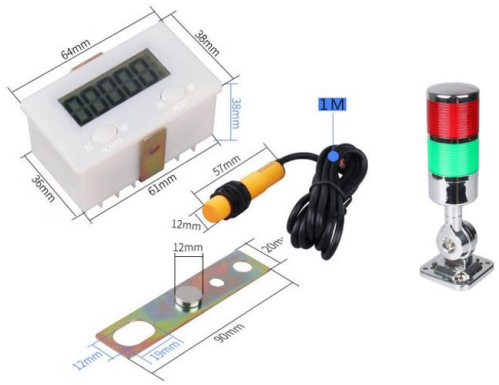


Figura 29. Sugerencia de contador y luces led

Se propone instalar el sistema en la máquina cardadora según lo ilustrado en la figura 30. El contador y la luz indicadora de alarma se montarán en la parte superior de la máquina, en un punto claramente visible para el operario. El sensor de verificación se ubicará en la parte inferior, específicamente en la zona de paso del zapato cardado, garantizando que cada pieza sea efectivamente contabilizada y monitoreada.

La implementación de esta herramienta de poka yoke permite optimizar la intuitividad del proceso, facilitando que el operario prevenga errores potenciales. Después de un período de implementación y validación, se recomienda realizar un análisis estadístico para cuantificar la reducción de defectos, determinando el porcentaje de mejora en la calidad del proceso productivo.

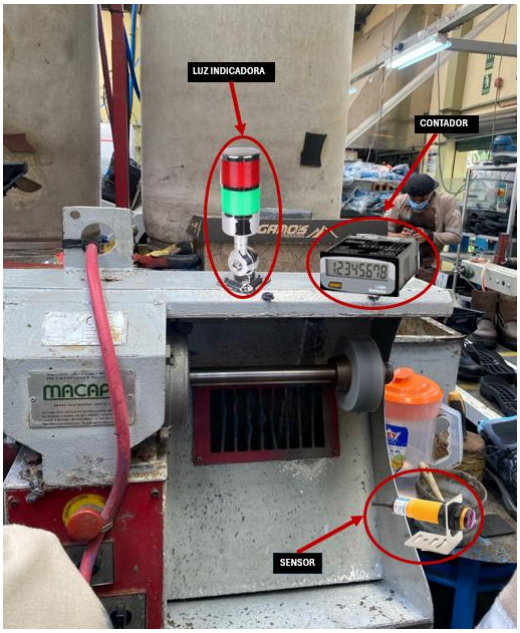


Figura 30. Lugar de ubicación de la herramienta Poka Yoke

2.2 Herramienta para falla de suela

El fallo de la suela se origina por un error de descuido del operario, quien en algunas ocasiones no aplica la cantidad de pegamento necesaria o no sigue el rayado propuesto para lograr una correcta adhesión del zapato. Esto provoca que la suela no se pegue completamente y aparezcan aberturas o zonas mal adheridas, como se observa en la figura 31.



Figura 31. Falla de suela

Para solucionar los problemas de falla de la suela, se proponen dos medidas clave. Primero seria implementar un dispensador de pegamento que proporcione la cantidad necesaria y recubra adecuadamente el área de pegado del zapato, tal como se muestra en la figura 32. Se sugiere este tipo de dispensador ya que cuenta con una brocha que permitirá extender el pegamento por las áreas requeridas de manera uniforme, y de esa manera se colocará el pegamento necesario, ajustando correctamente la suela.



Figura 32. Dispensador de pegamento con cepillo

La segunda propuesta es utilizar una plantilla que guíe al operario y evite que se salga del rayado previamente realizado, como se observa en la figura 33. De esta manera, el operario podrá colocar el pegamento exactamente en el lugar indicado, mejorando la precisión del proceso.

No obstante, estas no son las únicas razones por la que ocurre este defecto. También interviene la prensadora, ya que por la presión puede llegar a levantar la suela del zapato, ocasionando el defecto. Para este problema, se ha sugerido un plan de mantenimiento productivo total, el cual se encuentra especificado en el manual HMA-01.

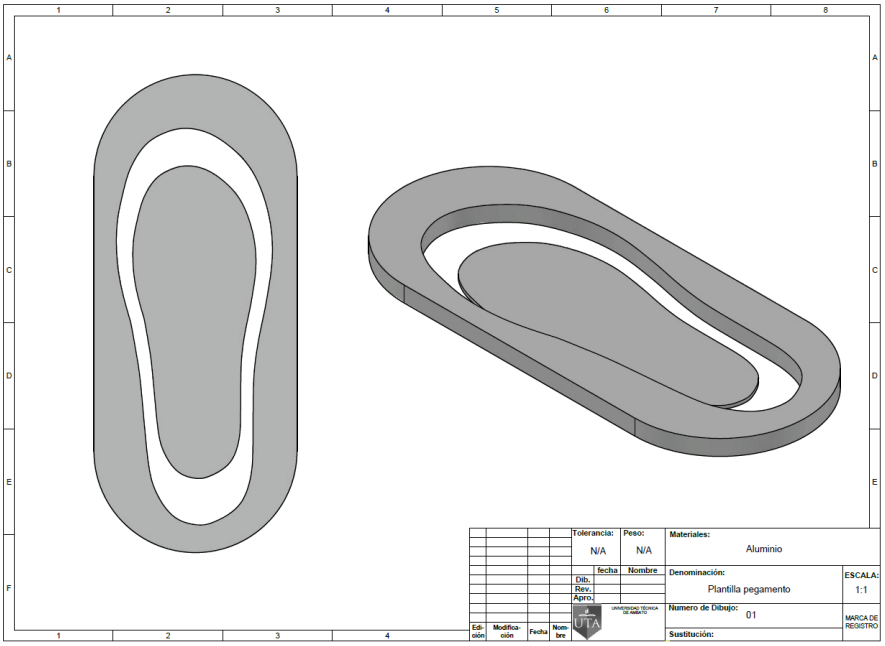


Figura 33. Diseño de plantilla para falla de suela

2.3 Herramienta para el dañado de ojalillo

El daño de ojalillos se ocasiona por errores de inadvertencias del operario al colocar incorrectamente el zapato en la máquina prensadora. Durante la compresión, esto provoca el trizado de los ojalillos, como se observa en la figura 34. En un estudio de dos semanas, se registraron 183 defectos. Con la implementación de la herramienta poka yoke, se busca eliminar completamente este defecto, ya que el reproceso genera costos adicionales por el reemplazo total de los ojalillos.



Figura 34. Dañado de ojalillo

Para reducir este defecto, se propone el uso de una plantilla personalizada para la máquina prensadora (figura 35), diseñada para impedir que el operario coloque el zapato de manera incorrecta. La plantilla está diseñada para guiar la colocación del zapato en una única dirección correcta. Se recomienda fabricarla en metal para garantizar su durabilidad y evitar deformaciones. Sus dimensiones serán precisas para no obstaculizar el proceso de la máquina, el ejemplo de la plantilla se encuentra en la figura 36.



Figura 35. Lugar de ubicación de la plantilla en la prensadora

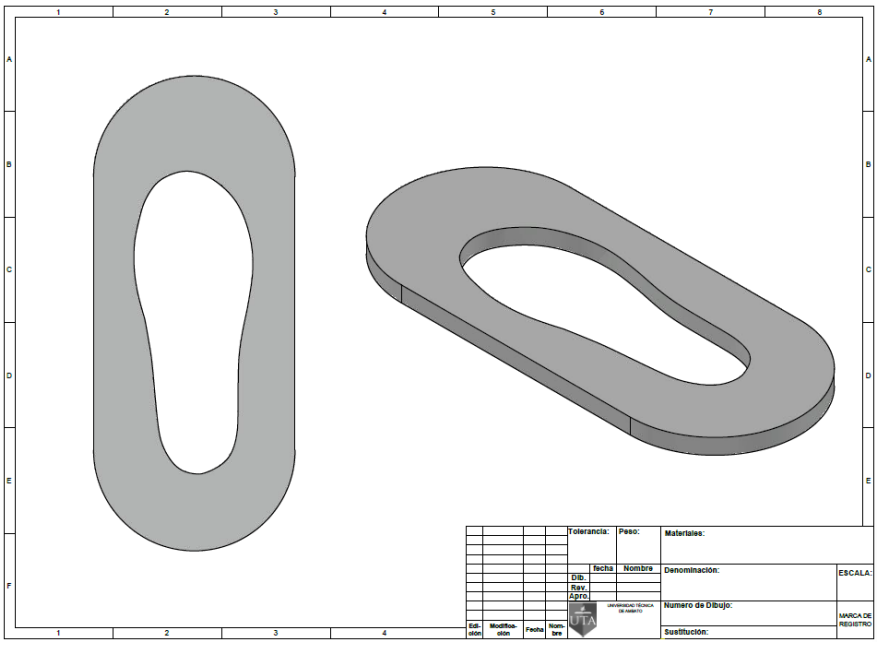


Figura 36. Diseño de la plantilla para dañado de ojalillo

2.4 Herramienta para el zapato con pega

El defecto de zapato con exceso de pega se origina por errores de omisión, donde el operario, debido a la alta cantidad de producción, puede olvidar retirar el exceso de adhesivo del zapato, figura 37. Esta equivocación genera un reproceso que implica regresar del proceso de terminado al proceso de montaje, incrementando los costos y reduciendo la eficiencia.



Figura 37. Zapato con pega

La propuesta de solución consiste en la detección de pegamento mediante luz ultravioleta (UV). Se realizaría añadiendo un aditivo fluorescente que no altere los componentes del pegamento, pero que sea visible bajo luz ultravioleta. De esta manera, el operario podrá verificar la cobertura del adhesivo simplemente exponiendo el zapato a la luz UV. Las herramientas que se necesitarían se encuentran en la figura 38.



Figura 38. Liquido aditivo y luz UV

La herramienta propuesta es una linterna con luz ultravioleta, diseñada de forma compacta para proteger la seguridad del operario. La luz se dirige específicamente al zapato para verificar la eliminación completa del excedente. Se recomienda utilizar una linterna con longitud de onda entre 315 y 400nm para prevenir daños en piel y ojos por exposición prolongada. Además de utilizar la herramienta con responsabilidad, no alumbrar a los ojos o a los compañeros para evitar deterioros en la salud.

Por otro lado, se espera incluir un tablero con un sistema de luz indicadora que permanece roja mientras el zapato no ha sido revisado, y cambia a verde al pulsar un botón después de verificar y limpiar los excesos de pega, ver figura 39. El sistema se reinicia automáticamente después de 10 segundos, coincidiendo con el tiempo de toma del siguiente par de zapatos. Con la finalidad de ayudar con un control visual y recordar constantemente al operario de revisar por completo al zapato.



Figura 39. Tablero con sistema de luces indicadores

2.5 Análisis de costos de las herramientas de Poka Yoke

Para implementar herramientas Poka Yoke es necesario realizar una inversión inicial en equipamiento. Esta inversión permite adquirir los medios necesarios para su aplicación efectiva. En la tabla 64 se detallan los costos y cantidades de los elementos requeridos. El monto total es de 240.53 dólares, y se espera que esta inversión reduzca significativamente los costos de reprocesos, considerando que el valor de dos semanas de reproceso es 316.88 dólares, tabla 65.

Tabla 64. Análisis de costos para las herramientas de Poka Yoke

Herramienta Poka Yoke	Costo Unitario	Cantidad	Costo de implementación
Contador digital con pantalla LCD y sensor de proximidad	$ 19.99	2	$ 39.98
Luces de señal de advertencia industriales de torre	$ 15.98	1	$ 15.98
Máquina de cepillado de pegamento de mano semiautomática	$ 42.75	1	$ 42.75
Placas de aluminio	$ 26.99	1	$ 26.99
Corte laser de la placa de aluminio	$ 15.00	1	$ 15.00
Linterna con Luz LED UV	$ 19.99	1	$ 19.99
Aditivo fluorescente	$ 33.00	1	$ 33.00
Tablero de control eléctrico	$ 26.84	1	$ 26.84
Luces indicadores	$ 10.00	2	$ 20.00
Total de las herramientas de Poka Yoke			**$ 240.53**

Tabla 65. Resumen de los costos futuros de reprocesamiento

Costos actuales reprocesamiento	Costos POKA YOKE
$ 316.88	$ 240.53

3. Análisis de los resultados a futuros POKA YOKE y calidad en la fuente

Se espera que con la aplicación de las herramientas de poka yoke y la calidad en la fuente, se logre la reducción de defectos. Investigaciones en la industria del calzado muestran una reducción del 60% de defectos en la producción[45], [46]. Calculando la posible tasa de defectos mostrados en la tabla 66.

se puede asumir que se reduciría de 1,479 unidades a 591.6 unidades. Es importante considerar que aún no se han sugerido soluciones para todos los defectos encontrados, y si se abordaran la totalidad de los problemas, se esperaría una reducción del 95% en los defectos.

Tabla 66. Tasa de defectos futuro

Descripción	Valor Actual	Valor con el 60%
Cantidad de defectos en 2 semanas	1479	591.6
Producción total de las 2 semanas	3767	3767
Tasa de defectos	**39.26%**	**15.70%**

$$Tasa\ de\ defectos = \frac{591.6}{3767} \times 100$$

$$Tasa\ de\ defectos = 15.70\%$$

Una vez obtenida la tasa de defectos, se procede a calcular también el índice de calidad por medio de la ecuación 18 y se calculará la reducción de los reprocesos por medio de la ecuación 20, con el fin de observar el índice de mejora que se puede llegar a tener tras haber implementado las herramientas de Poka Yoke.

Índice de calidad

En la tabla 67, el índice de calidad futuro después de aplicar la metodología se encuentra en 84.30%, lo que representa un aumento de 23.56%, indicando que la implementación de la herramienta de Poka Yoke tendría un impacto positivo en la reducción de defectos y la mejora de la calidad en el producto final.

Tabla 67. Índice de calidad futuro con POKA YOKE

Descripción	Valor Actual	Valor futuro
Producción real	3767	3767
Productos defectuosos	1479	591.6
Productos sin defectos	2288	3175
INDICE DE CALIDAD	60.74%	84.30%

$$Índice\ de\ calidad = \frac{3175}{3767} \times 100$$

$$Índice\ de\ calidad = 84.30\%$$

Reducción de los reprocesos

Para medir la disminución de los productos que requieren ser reprocesados, para ello se debe calcular con la ecuación 21, tomando en cuenta como referencia la cantidad de reprocesos realizados durante las dos semanas del estudio y se proyectará la reducción esperada tras aplicar estas herramientas. De acuerdo con los cálculos, se estima una reducción del 60% en los reprocesos. Si bien este nivel de mejora se considera bueno, es importante tener en cuenta que aún existen otras fallas no contempladas en esta proyección.

$$Reducción\ reprocesos = \frac{Reprocesos\ antes - reprocesos\ después}{Reprocesos\ antes} \times 100 \qquad (21)$$

$$Reducción\ reprocesos = \frac{1479 - 591.6}{1479} \times 100$$

$$Reducción\ reprocesos = 60\%$$

4. Indicador

Para llevar un seguimiento del cumplimiento de la herramienta Poka Yoke, además de medir la eficiencia de su implementación, se propone utilizar la tabla 68. Esta tabla presenta una ficha de indicador de desempeño enfocada en medir la reducción de defectos de manera mensual. En la ficha se muestra el responsable, el objetivo y la definición del indicador. Además de realizar el registro mensual, se debe incluir la evidencia en la sección de gráfica. Todo esto permitirá mantener un control de calidad de los productos.

	EMPRESA CALZADO GAMO'S	Código:	HMA-02
		Página:	17/17
	Herramienta Manufactura Ajustada- POKA YOKE/ Calidad en la fuente	Año:	2024-2025

Tabla 68. Ficha de indicadores de desempeño defectos reducidos POKA YOKE

TPM (Mantenimiento productivo total) Empresa Calzado GAMOS	Código:	MA-IND-02
	Revisión:	1
	Fecha de emisión:	28/11/2024

FICHA DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

1. Información del indicador

Nombre del indicador:	Índice de Defectos Reducidos por Poka Yoke		
Objetivo:	Medir la efectividad al reducir los defectos y reprocesos por la implementación de la herramienta POKA YOKE		
Definición:	Es un indicador que muestra la reducción de defectos en la producción comparando los niveles de defectos antes y después de la implementación.		
Responsable:	Gerente de calidad		
Formula:	$= \frac{(Def.\ Totales\ Antes - Def.\ Totales\ \text{Después})}{Def.Totales\ Antes} \times 100$	**Unidad:**	%
Frecuencia de medición:	Mensual	**Meta:**	80% o superior

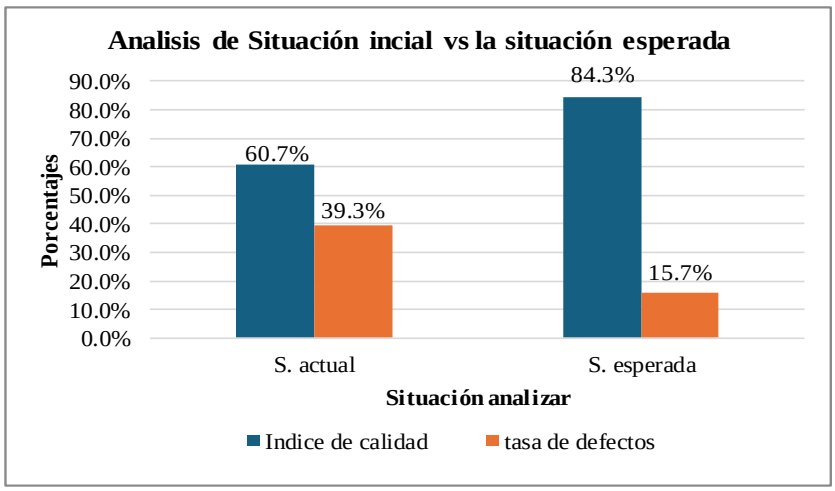
2. Medición del indicador

Periodo de análisis:		**Porcentaje:**	

DATOS

Variables :	ENE	FEB	MAR	ABR	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUMULA.
Valor real :											
Meta:											

3. Gráfica





HERRAMIENTA MANUFACTURA AJUSTADA

POUS Y FABRICA VISUAL

Código: HMA-03

Índice

A. Objetivo 135

B. Descripción 135

C. Palabras claves 135

D. Beneficios 136

E. Sector de ejecución 136

F. Desarrollo 136

1. Fase situación inicial 136

2. POUS (Almacenamiento en el punto de uso) 137

2.1 Búsqueda de herramientas 137

2.2 Búsqueda de información 141

3. Fábrica visual 142

3.1 Búsqueda del par incompleto 143

3.2 Herramienta para defecto 144

4. Análisis de situación a futuro 145

A. Objetivo

Incrementar la eficiencia productiva y la calidad en el proceso, reduciendo los movimientos innecesarios mediante el almacenamiento de materiales en el punto de uso y la implementación de herramientas de fábrica visual, esto permitirá que el operario no tenga tiempos muertos y pueda emplear ese tiempo en tareas de producción.

B. Descripción

POUS: Point of use storage, o en español el almacenamiento en el punto de uso se trata de una estrategia de gestión de materiales en la que se concentran los insumos o herramientas directamente en el lugar donde serán utilizados en el proceso productivo. El objetivo es minimizar el tiempo de búsqueda para esos recursos, optimizando así el flujo de trabajo.

Fábrica visual: Es una técnica de gestión de procesos que emplea herramientas visuales como señales, etiquetas, diagramas, gráficos, código de colores, etc. El objetivo es comunicar de manera clara, rápida y efectiva el estado actual de los procesos de producción, así como proporcionar instrucciones de trabajo a los operarios dentro del entorno laboral.

C. Palabras claves

- **Indicadores:** Son variables utilizadas para medir, evaluar y monitorear el desempeño en los procesos.
- **Eficiencia operativa:** Es la capacidad que tiene una empresa para optimizar el uso de recursos con el fin de obtener una mayor productividad.

- **Almacenamiento estratégico:** Se trata de la planificación del almacenamiento de materiales o herramientas en ubicaciones estratégicas para maximizar la eficiencia del flujo de trabajo.

- **Movimientos innecesarios:** son desplazamiento que no generan valor al producto o al proceso, consumiendo tiempo y energía.

D. Beneficios

- POUS aumenta la productividad al reducir tiempos improductivos.

- La herramienta de fábrica visual reduce el tiempo de respuesta ante problemas.

- Mayor eficiencia en la producción y productividad en la línea de producción

E. Sector de ejecución

Se pretende utilizar la herramienta POUS en el área de aparado y destallado, debido a que en estas secciones se han detectado movimientos innecesarios que pueden ser corregidos con esta herramienta. Por otro lado, se recomienda implementar la herramienta de fábrica visual en todas las áreas que requieran ayudas visuales para realizar las operaciones.

F. Desarrollo

1. Fase situación inicial

En la empresa CALZADO GAMO'S se tiene un gran flujo de movimiento innecesarios, la mayoría de ellos se generan por reprocesos, debido a que el operario tiene que ir constantemente a las distintas áreas de la empresa para que se vuelvan a reprocesar los defectos generados. Tomando en cuenta que en los manuales HMA01 Y HMA02 ya se propusieron herramientas para abordar dichos defectos, se vería una gran reducción de los movimientos que no aportan valor al producto.

Sin embargo, existen tres movimientos que no se generan por defectos, estos son: búsqueda de materiales, búsqueda de información y búsqueda del par incompleto. Generando que el operario se encuentre en contante movimiento y acumulando metros recorridos. Para ello se presenta la tabla 69 donde se muestra un pequeño resumen de estos movimientos.

Tabla 69. Movimientos innecesario-seleccionados del estudio realizado

Movimientos innecesarios	Área donde se genera	Distancia recorrida	Tiempo empleado
Búsqueda de materiales	Aparado-Corte	449.35	78.32
Búsqueda de información	Destallado	10.95	1.62
Búsqueda de par incompleto	Terminado	549.32	60.23
TOTAL		1009.62	140.17

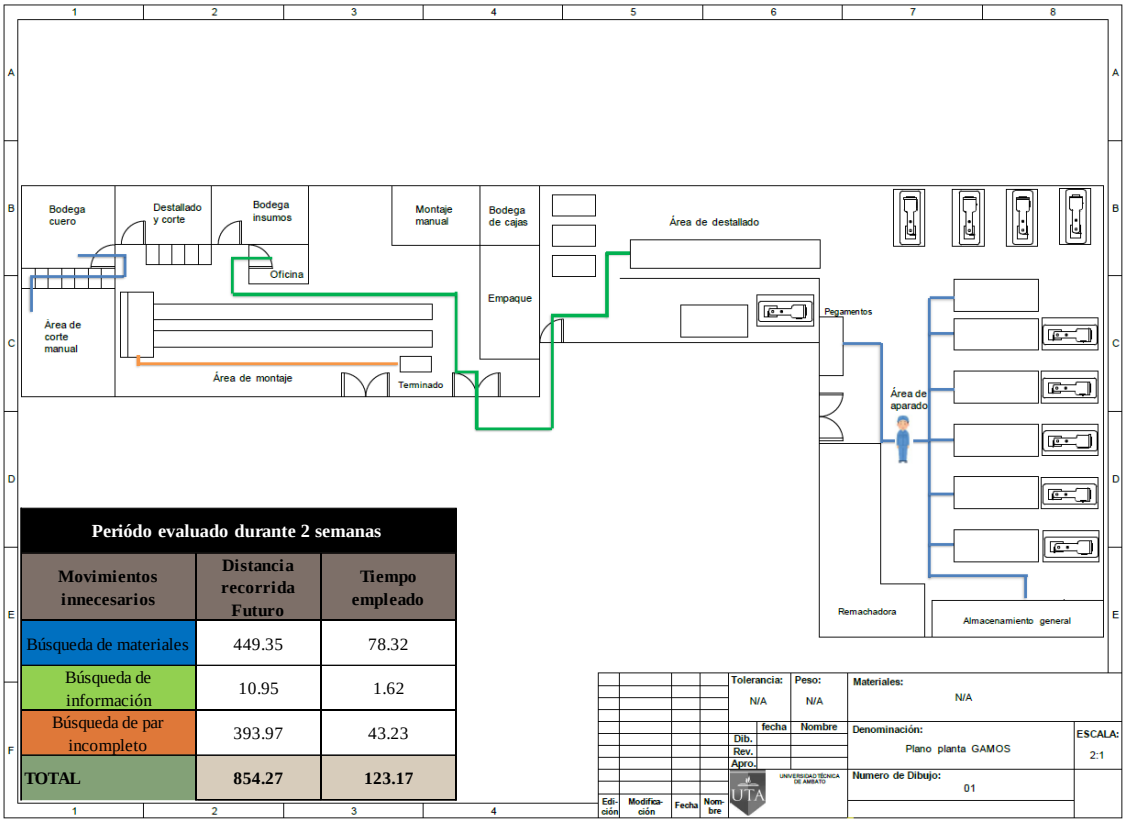
2. POUS (Almacenamiento en el punto de uso)

La herramienta POUS se seleccionó con el fin de reducir los movimientos innecesarios generados por la búsqueda de materiales, herramientas o insumos, así como la búsqueda de información. Estos movimientos generan un alto consumo de tiempo, siendo de 78.32 minutos (7.91%) para la búsqueda de materiales y 1.62 minutos (0.16%) para la búsqueda de información, valores que se pueden observar en la tabla 38. Al implementar herramientas para eliminar estos desperdicios, se espera reducir de manera significativa los movimientos innecesarios en el proceso.

2.1 Búsqueda de herramientas

Como se analizó, la búsqueda de materiales es uno de los desperdicios que se genera comúnmente, con 126 veces. Por ello, se ha realizado un análisis de los movimientos que realiza el operario en el área de aparado. Analizando la figura 40, se nota que

existen varios movimientos hacia el sector donde se encuentra almacenado los insumos, lo que representa cómo los operarios se trasladan por el área de aparado.



Período evaluado durante 2 semanas		
Movimientos innecesarios	**Distancia recorrida Futuro**	**Tiempo empleado**
Búsqueda de materiales	449.35	78.32
Búsqueda de información	10.95	1.62
Búsqueda de par incompleto	393.97	43.23
TOTAL	**854.27**	**123.17**

Figura 40. Recorrido del operario

Una de las principales razones por las que se genera el movimiento de búsqueda es obtener el pegamento. Por ello, se propone colocar los botes de pegamento con la cantidad requerida para la jornada de trabajo debajo de las mesas de las estaciones de trabajo, como se observa en la figura 41. De esta manera, el operario solo tendrá que agacharse y ya no tendrá que realizar el recorrido para conseguir este insumo.



Figura 41. Almacenamiento para evitar la búsqueda de materiales

Es importante comunicar al operario que una parte de la sección de la mesa será destinada para el almacenamiento de algunos insumos, por ello se sugiere una gaveta que contenga: galón de pegamento, tijeras, cuchillas, hilos, entre otros. Este almacenaje iría debajo de la mesa en el estante que existe para así evitar interrupciones o molestias al operario.

Se sugiere que los insumos sean repuestos diariamente al inicio de la jornada laboral. Esta tarea deberá ser realizada por el encargado de la bodega de insumos, quien además llevará un control para asegurarse de que la cantidad proporcionada es suficiente para cubrir las necesidades del día. Para esto, se propone implementar una hoja de registro que permita documentar la entrega de los insumos. Si bien en la tabla 70 se muestra un ejemplo específico para el área de aparado, se recomienda que este procedimiento se aplique en todas las áreas de la empresa.

Tabla 70. Hoja de registro de entrega de insumos -Área aparado

Hoja de registro de abastecimiento de insumos					
Dia	**Entrega**	**Recibe**	**Fecha**	**Hora**	**Firma**
Lunes	Encargado de bodega de insumos	Aparado 1	6/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 2	6/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 3	6/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 4	6/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 5	6/1/2025	7:30 a. m.	
Martes	Encargado de bodega de insumos	Aparado 1	7/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 2	7/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 3	7/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 4	7/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 5	7/1/2025	7:30 a. m.	
Miércoles	Encargado de bodega de insumos	Aparado 1	8/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 2	8/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 3	8/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 4	8/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 5	8/1/2025	7:30 a. m.	
Jueves	Encargado de bodega de insumos	Aparado 1	9/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 2	9/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 3	9/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 4	9/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 5	9/1/2025	7:30 a. m.	
Viernes	Encargado de bodega de insumos	Aparado 1	10/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 2	10/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 3	10/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 4	10/1/2025	7:30 a. m.	
	Encargado de bodega de insumos	Aparado 5	10/1/2025	7:30 a. m.	

También se ha notado que el operario se demora en la búsqueda del tipo de ojalillo que necesita reemplazar, ya que todos los ojalillos se encuentran mezclados en una sola tarrina. Esto le toma tiempo clasificar y encontrar el ojalillo adecuado. Por esta razón, se propone implementar un cajón organizador de almacenamiento como en la figura 42, transparente y con cada compartimento etiquetado. De esta manera, el operario podrá realizar esta actividad de una manera más eficaz.



Figura 42. Cajón organizador de almacenamiento

2.2 Búsqueda de información

El operario suele ir en búsqueda de información por modelos nuevos o modelos que no tienen claro el procedimiento. En ese momento, el operario se traslada desde el área de destallado hasta la sección administrativa. Para optimizar este tiempo, se propone colocar las fichas técnicas de los modelos a utilizar en el área de destallado, evitando que el operario tenga que desplazarse. Se propone un estante de exhibición de acrílico en donde se puedan colocar las fichas, ejemplo en la figura 43.



Figura 43. Estante de acrílico para hojas

Se propone colocar el estante en la pared detrás del área de destallado (figura 44) para que sea visible y accesible por el resto de los operarios. Esto evitará los traslados innecesarios y aumentará el tiempo productivo de los operarios.



Figura 44. Estante en el área de destallado

3. Fábrica visual

La herramienta de fábrica visual se seleccionó con la finalidad de que el operario pueda entender e identificar de manera inmediata cualquier tipo de situación y resolverla con mayor eficacia.

3.1 Búsqueda del par incompleto

La búsqueda del par incompleto se origina por el olvido o distracción del operario en la etapa final del montaje, cuando no envía la orden de zapatos completa. Esto provoca que el operario del área de terminado tenga que ir a buscar personalmente el zapato faltante o investigar qué ocurrió. Esta acción se repite varias veces al día, generando un recorrido total de 393.97 metros durante las dos semanas del estudio realizado.

Para evitar la búsqueda de pares incompletos, se propone implementar una ayuda visual que recuerde al operario en todo momento la necesidad de enviar los pares completos. Como se observa en la figura 45, se espera colocar esta señalización en las últimas secciones del área de montaje, de modo que todos los operarios tengan presente que deben enviar la orden de zapatos con sus respectivos pares completos.



Figura 45. Señalética

3.2 Herramienta para defecto

Uno de los problemas que se ha decidido abordar con la herramienta de fábrica visual, es la generación de lacras o cortes/rayones en el cuero durante el proceso de corte. En total se registran 111 fallas en conjunto entre los dos tipos de falla, lo cual se requiere disminuir, ya que es el reproceso que más le cuesta a la empresa, no solo en insumos, sino también en pérdida de tiempo de los operarios.

Esto suele ocurrir porque el operario no corta las piezas del zapato en la zona correcta del cuero, lo cual hace que el material no resista adecuadamente los siguientes procesos y genere desgastes. Para solucionar el problema del operario, se ha propuesto colocar una gráfica que muestre las diferentes partes de la piel de la vaca, como en la figura 43, indicando dónde cortar cada pieza del zapato y qué zonas del cuero son aptas para cada componente. Esto permitirá que el operario tenga una referencia visual clara y pueda realizar el corte de manera más precisa.

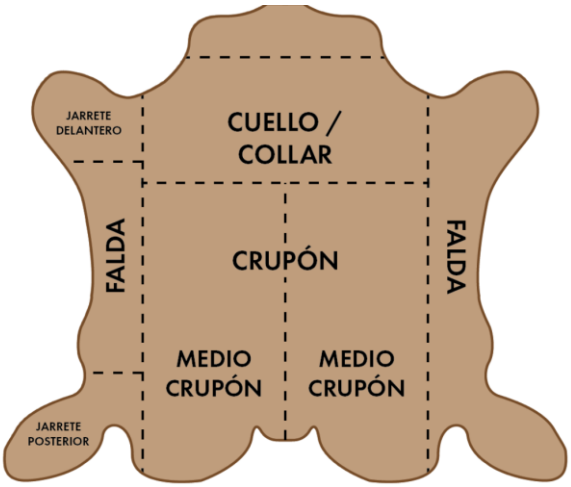


Figura 46. Partes del cuero

4. Análisis de situación a futuro POUS y fabrica visual

Con las herramientas y sugerencias propuestas en el POUS, se espera reducir significativamente los movimientos innecesarios generados por la búsqueda de materiales. Estos movimientos quedarán limitados únicamente al encargado de bodega, sin involucrar a los operarios. Se estima que el encargado de bodega recorrerá 15.72 metros diarios, lo que equivale a 314.4 metros en los 20 días laborales. Esto representaría una reducción del 30.03% en los movimientos, considerando que antes estos desplazamientos eran realizados por varios operarios, para obtener ese resultado se aplicó la ecuación 22.

$$\%Reducción\ MI. = \frac{MI.Actual - MI.Esperado}{MI.Actual} \times 100 \qquad (22)$$

$$\%Reducción\ MI. = \frac{449.35m - 314.4m}{449.35m} \times 100$$

$$\%Reducción\ MI. = 30.03\%$$

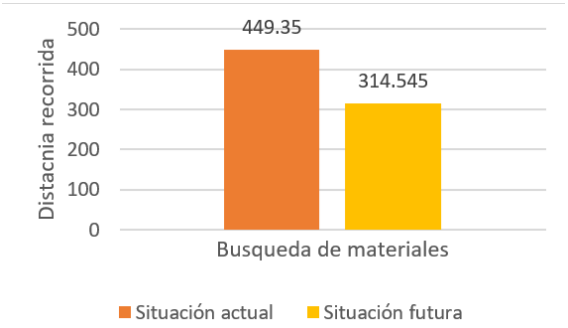
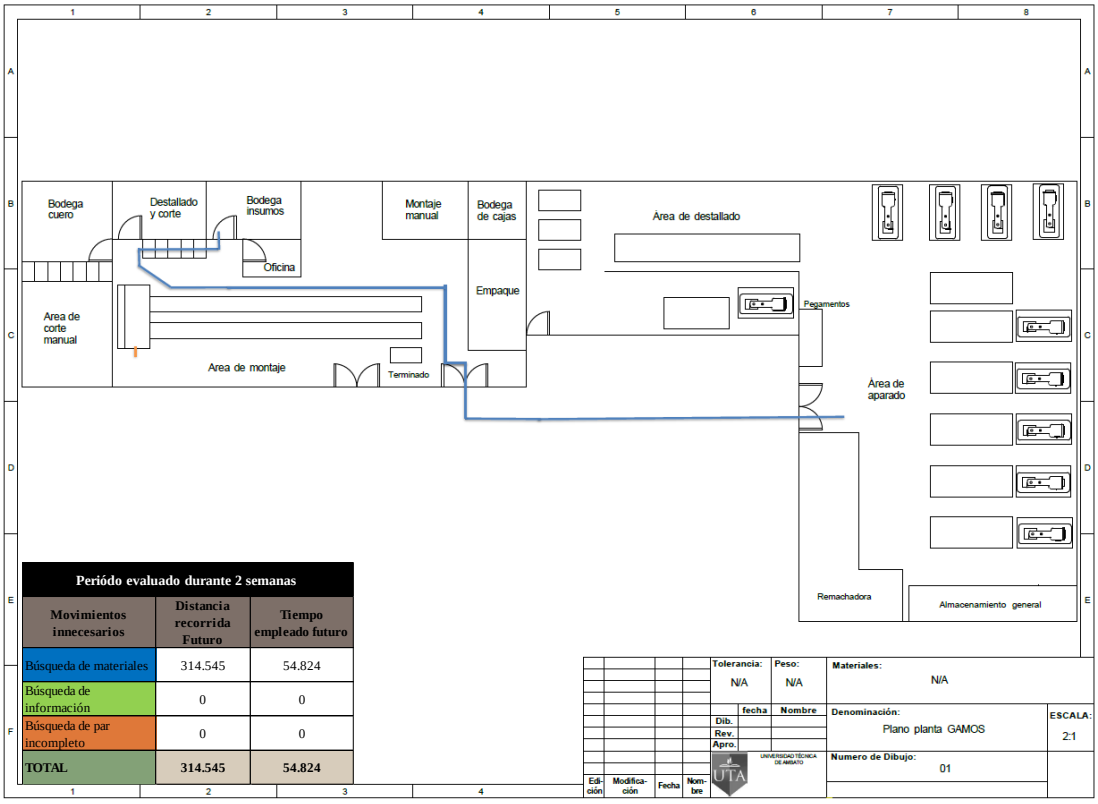


Figura 47. Reducción de movimientos innecesarios

Por otro lado, se espera eliminar por completo los movimientos generados por búsqueda de información y la búsqueda del par incompleto, consiguiendo así desplazamientos solo necesarios, sin ver interrumpidas las actividades de los operarios y aumentar la productividad en el proceso productivo. Sin embargo, las herramientas de fábrica visual deben monitorearse una vez aplicadas, debido a que pueden seguir generando desperdicios, aunque en menor cantidad. A continuación, en la figura 48 se observaría como seria el recorrido actual en la empresa Calzado GAMOS.



Periódo evaluado durante 2 semanas		
Movimientos innecesarios	Distancia recorrida Futuro	Tiempo empleado futuro
Búsqueda de materiales	314.545	54.824
Búsqueda de información	0	0
Búsqueda de par incompleto	0	0
TOTAL	314.545	54.824

Figura 48. Recorrido futuro

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El análisis de la situación inicial de la empresa se realizó mediante entrevistas al jefe de producción y encuestas a los trabajadores, lo que permitió identificar la estructura organizacional y detectar las principales oportunidades de mejora. Se evidenció un limitado conocimiento sobre manufactura ajustada, así como diversas falencias en el proceso productivo, incluyendo reprocesos, movimientos innecesarios, esperas, defectos y una comunicación deficiente entre departamentos. El estudio de tiempos realizado determinó un tiempo estándar de 9.49 minutos por par y además se determinó un takt time de 1.20 minutos por par, identificando el área de aparado como cuello de botella. Este análisis integral permitió la identificación sistemática de los desperdicios de manufactura ajustada presentes en la empresa.

- Mediante una matriz de criticidad, se analizaron y seleccionaron los tres desperdicios más significativos en la empresa según su probabilidad de ocurrencia e impacto: defectos, reprocesos y movimientos innecesarios. Se procedió a cuantificarlos, conociendo sus causas y consecuencias para así determinar las herramientas correctas. El análisis reveló 1479 defectos que generaron 3556.31 minutos en reprocesos. Los movimientos innecesarios resultaron en 14435.93 metros de recorrido, consumiendo 989.53 minutos de tiempo productivo.

- Basado en la cuantificación de los desperdicios, se seleccionaron herramientas específicas de manufactura ajustada para cada tipo de problema identificado. Para los defectos generados por falla de maquinaria se propuso el mantenimiento productivo total (TPM). En cambio, para los defectos por falla humana y reprocesos se propuso la herramienta Poka Yoke y calidad en la fuente. Y finalmente para los movimientos innecesarios se sugirió la herramienta POUS (Almacenamiento en el punto de uso) y fábrica visual.

- Se elaboró tres planes operativos en donde se dieron las pautas respectivas para la implementación de cada una de ellas además de los indicadores de desempeño para llevar un monitoreo constante tras su implementación. Para el primer manual, referente al Mantenimiento Productivo Total (TPM), se espera un incremento en la Eficiencia General del Equipo (OEE) del 76.56% al 95%. En el segundo manual, que aborda las herramientas de Poka Yoke y calidad en la fuente, se espera lograr una reducción del 60% en la tasa de defectos. Finalmente, en el último manual sobre Almacenamiento en el Punto de Uso (POUS) y fábrica visual, se espera reducir en un 30.03% los metros recorridos debido a los movimientos innecesarios.

4.2 Recomendaciones

- Socializar el manual de herramientas de manufactura ajustada con los colaboradores de la empresa, con el fin de prevenir la resistencia al cambio y resolver las dudas sobre la nueva metodología.

- Implementar los manuales propuestos en las áreas sugeridas, con el propósito de evaluar los resultados de manera inmediata y determinar si las estrategias deben mantenerse o modificarse.

- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo continuo que combine la actualización semestral del Value Stream Mapping (VSM) con el seguimiento regular de indicadores de desempeño.

- Se espera que en cada etapa del proceso se realice una inspección visual para así asegurarse que el producto que se está elaborando pase a la siguiente etapa sin defectos y con las especificaciones necesarias.

- Capacitar a operarios en métodos estandarizados, optimizando tiempos y movimientos para transformar directamente el producto

- Revisión semestral del balance entre actividades que agregan y no agregan valor, buscando convertir las actividades necesarias en más eficientes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] C. Dextre and et al., "Lean Manufacturing Production Method using the Change Management Approach to Reduce Backorders at SMEs in the Footwear Industry in Peru," 2020, doi: 10.1088/1757899X/796/1/012021.

[2] C. Posada, "Exportaciones de la industria del calzado se recuperan - La Cámara," Lima, Feb. 28, 2022.

[3] M. PINKER, "Se celebró en Colombia el Foro Latinoamericano de Calzado," Cúcuta, Jul. 31, 2023.

[4] K. A. Moreno Gavilanes, V. M. Barreto Ruiz, and K. G. Zurita Escobar, "Efectos del gasto en marketing en las ventas del sector calzado de la provincia de Tungurahua," *REVISTA ERUDITUS*, vol. 3, no. 3, pp. 27–42, Oct. 2022, doi: 10.35290/re.v3n3.2022.661.

[5] L. Marcelo Mantilla, M. Ruiz Guajala, M. Moyolema Moyolema, and A. Empresarial, "Procesos de producción y productividad en la industria de calzado ecuatoriana: caso empresa MABELYZ PRODUCTION PROCESSESAND PRODUCTIVITY INECUADORFOOTWEARINDUSTRY: COMPANY MABELYZ CASE," 2019.

[6] S. Freire, B. Barros, D. Ortiz, and I. Naranjo, "Analysis of Waste Levels from a Lean Manufacturing Perspective. Case Study in a Textile Company," *Lecture notes in networks and systems*, no. 10.1007/978-3-031-70981–4_50, pp. 757–788, 2024.

[7] J. Juan de Dios Pando, R. Pariona Huaycuchi, F. Pichardo Flores, and J. N. Malpartida Gutiérrez, "Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado," *Llamkasun*, vol. 2, no. 4, pp. 77–98, Dec. 2021, doi: 10.47797/llamkasun.v2i4.65.

[8] J. Martínez, "Implementación de lean manufacturing para disminuir los costos por desperdicios del área de producción de la empresa de calzados Luana S.A.C, 2019," Trujillo, 2020.

[9] J. C. Jácome Chávez, "Mejoramiento de la cadena productiva en la empresa 'CALZADO VANESS', implementando herramientas LEAN MANUFACTURING."," 2019.

[10] J. Idrobo, "Herramientas de manufactura ajustada para mejora del proceso productivo de calzado ortopédico de la empresa LIWI MEDICAL," Universidad Técnica de Ambato , Ambato , 2023.

[11] W. Calderón, D. Ortiz, A. Pazmiño, and I. Naranjo, "Distribution of Facilities to Improve the Raw Material Storage System," in *Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2023, pp. 543–564. doi: 10.1007/978-3-031-30592-4_37.

[12] P. Ruiz, G. Linares, and J. Aranda, "Manufacturing tools to increase the productivity of a Footwear Company," in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2021. doi: 10.18687/LACCEI2021.1.1.110.

[13] A. Domínguez, D. Ortiz, I. Naranjo, and J. Llugsa, “Aplicación de la metodología SMED en proceso de cambio de matrices en la industria metalmecánica: Caso Ecuador,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, vol. E37, pp. 140–52, 2020.

[14] O. P. Degregori Cruzado, “Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado,” Lima, 2019.

[15] J. Freire, “Análisis de los niveles de desperdicio desde la perspectiva de lean manufacturing en la empresa Renova,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.

[16] J. Manual. Pardo Alvarez, *Gestión por procesos y riesgo operacional*. AENOR, 2017.

[17] L. Socconini, *Lean Manufacturing: paso a paso. Marge Books.*, vol. 1. 2019.

[18] J. C. O. Guerrero and F. F. M. Uribe, “Gestión por procesos, indicadores y estándares para unidades de información-2017-fortunato contreras contreras,” 2017.

[19] Y.-L. J.-D. Rivera, “Vista de Influencia de la innovación en el proceso productivo,” *Revista Científica de FAREM- Estelí*. 2020.

[20] P. Moreda, “Ingeniería de manufactura Año 2020,” 2020.

[21] M. Rajadell Carreras, *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. 2021.

[22] D. García, “Mapeo de procesos y su alcance,” Orizaba, 2020.

[23] D. B. Parra, F. Murrieta Domínguez, and C. A. Cortes Herrera, “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias (Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy),” 2020. [Online]. Available: https://orcid.org/0000-0001-5245-909X

[24] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. Accessed: Dec. 13, 2024. [Online]. Available: http://www.ebooks7-24.com/?il=5077

[25] M. Gallo, “Desarrollo de la metodología lean healthcare como estrategia de mejora y reducción de desperdicios en la bodega de medicina y farmacia del IEES Ambato.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato , 2024.

[26] J. Rodríguez, C. Parra, D. Solís, and M. López, “Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo.,” *PRATS Costa Rica Industrias de Óptica S.A*, May 2021.

[27] R. J. Herrera Acosta, P. M. Rojas Manga, K. Patricia, and J. Moreno, “Control charts with convolutioned variables,” *I+D Revista de Investigaciones*, 2019, [Online]. Available: https://orcid.org/0000-0001-6123-5792

[28] V. Autores, *Cuadernos de investigación aplicada 2020*. Editorial Científica 3Ciencias, 2020. doi: 10.17993/ingytec.2020.65.

[29] J. A. Buzón Quijada, *Lean Manufacturing* . 2019.

[30] S. Sánchez, L. Lizbeth, R. Peralta, and C. Cesar, “Implementación de Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia operativa del proceso productivo de una pyme metalmecánica Item Type info:eu-repo/semantics/bachelorThesis,” 2023.

[31] C. Cuevas Arteaga, Y. Á. González Montenegro, M. del C. Torres Salazar, and M. G. Valladares Cisneros, “Importancia de un estudio de tiempos y movimientos,” *Inventio*, vol. 16, no. 39, Jul. 2020, doi: 10.30973/inventio/2020.16.39/7.

[32] J.-V. A. Hernández, *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación medio ambiente industria y energía*. 2013.

[33] A. Mayorga, “Diseño de la metodología lean logistics para la gestión eficiente del proceso de despacho en la distribuidora DISMAR,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2024.

[34] J. Carlos, C. Cardona, J. Mayen, I. Pereyra, and P. Ciateq, “Aumento de capacidad en línea de ensamble AWV e implementación de concepto de fábrica visual,” 2024, [Online]. Available: www.reibci.org

[35] M. Solís-Meza and R. Torres-Rodríguez, “Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento,” *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, vol. 4, no. 8 Edicion especial diciembre, pp. 58–78, Dec. 2021, doi: 10.46296/ig.v4i8edespdic.0051.

[36] Indra Setiawan, O. S. P. Tumanggor, and H. Hardi Purba, “Value Stream Mapping: Literature Review and Implications for Service Industry,” *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 23, no. 2, pp. 155–166, Jul. 2021, doi: 10.32734/jsti.v23i2.6038.

[37] A. Mistated, “14-Point of Use Storage (POUS) with 5S Application-Workplace Organization Kaizen Training,” *MassMEP*, 2022.

[38] G. A. Diaz Muñoz, D. Alfredo, and S. Duque, “La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial Quality as a strategic tool for business management,” *PODIUM*, pp. 19–36, 2021, doi: 10.31095/podium.202.

[39] S. Widjajanto, H. H. Purba, and S. C. Jaqin, “Novel poka-yoke approaching toward industry-4.0: A literature review,” Dec. 19, 2020, *Regional Association for Security and crisis management*. doi: 10.31181/oresta20303065w.

[40] W. M. Mendoza Zamora, T. J. L. M. Loor Mieles, E. A. Hernández Ponce, and S. X. Hernández Ponce, “La calidad total como fuente de ventaja competitiva en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del Ecuador,” *RECIAMUC*, vol. 3, no. 1, pp. 963–984, Jan. 2019, doi: 10.26820/reciamuc/3.(1).enero.2019.963-984.

[41] A. Midstate, “Point of Use Storage (POUS) with 5S Application-Workplace Organization Kaizen Training,” 2022.

[42] J. Carlos, C. Cardona, J. Mayen, I. Pereyra, and P. Ciateq, “Aumento de capacidad en línea de ensamble AWV e implementación de concepto de fábrica visual,” 2024, [Online]. Available: www.reibci.org

[43] J. Reyes, K. Alvarez, A. Martínez, and J. Guamán, “Total productive maintenance for the sewing process in footwear,” *Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 11, no. 4, pp. 814–822, 2018, doi: 10.3926/jiem.2644.

[44] I. Rizkya, R. M. Sari, K. Syahputri, and U. Tarigan, "Evaluation of total productive maintenance implementation in manufacture," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1122, no. 1, p. 012059, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1122/1/012059.

[45] H. Gómez and E. A. Julca, "Implementación de la metodología Lean Manufacturing para disminuir los desperdicios en la empresa de calzado D'ellas, 2020," 2020.

[46] A. N. L. Ortega, L. F. Vargas, and J. C. Quiroz, "Production Model Based on Lean Tools to Increase the Overall Efficiency of the Equipment in the Sole Pressing Process of a Footwear Company," *Proceedings - 2023 4th International Conference on Industrial Engineering and Artificial Intelligence, IEAI 2023*, pp. 62–67, 2023, doi: 10.1109/IEAI59107.2023.00016.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta

Tema de investigación: "REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA "CALZADO GAMO'S" MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA AJUSTADA".

Encuesta de diagnóstico de la situación actual de los procesos productivos de la empresa CALZADO GAMOS.

OBJETIVO: Identificar los desperdicios dentro del proceso de producción y conocer las posibles causas que los generan.

INSTRUCCIONES:

1. La encuesta es de forma anónima, es decir, no se requiere información personal del encuestado.
2. La información adquirida es confidencial, es decir, que se ha de conservar, guardar y utilizar con estricta precaución la información recibida.
3. Completar toda la encuesta, se requiere de 5 minutos.
4. Antes de responder, leer detenidamente cada pregunta y seleccionar una opción de respuesta.
5. Usar lápiz o esfero para marcar con una "X" en el cuadro de la derecha la respuesta que considere que describe mejor su criterio.

Gracias por su colaboración

DATOS GENERALES				
Fecha:				
Área de trabajo:				
Nivel de Instrucción:	Ninguno		Tercer nivel	
	Educación básica		Cuarto nivel	
	Bachillerato		Otro	
	Técnico/Tecnológico			
Años de experiencia dentro de la institución:	0-4 años		11-20 años	
	5-10 años		Igual o superior a 21 años	
Edad:	18-25 años		46-55 años	
	26-35 años		Igual o superior a 56 años	
	36-45 años			
Género:	Masculino:		Femenino:	

Pregunta N°1

¿Conoce usted el concepto de manufactura ajustada (Lean Manufacturing)?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°2

¿Se ha implementado alguna vez una o varias de las herramientas de manufactura ajustada (5S, Just in time, Kaizen, VSM, TPM (mantenimiento predictivo total), Poka Yoke, etc) en los procesos productivos de la empresa?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°3

¿Considera que hay sobreproducción en algún proceso de fabricación?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°4

¿Existen tiempos de espera significativos en las diferentes etapas de producción?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°5

¿Se realizan transportes innecesarios de materiales o productos dentro de la planta?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°6

¿Existen movimientos innecesarios de los trabajadores durante el proceso de producción?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°7

¿Se producen defectos o errores en los productos que requieran retrabajos frecuentes?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°8

¿Se utilizan indicadores o métricas para medir el desempeño en la organización?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°9

¿Considera que la comunicación entre departamentos es eficiente?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°10

¿Considera que el inventario de materias primas o productos terminados es excesivo?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°11

¿Los equipos de producción reciben mantenimiento preventivo regularmente?	
1. Si	
2. No	

Pregunta N°12

¿Se fomenta la participación de los empleados en la identificación de problemas y propuestas de mejora?	
1. Si	
2. No	

Anexo B. Estudio preliminar en cada área de producción

En el anexo B se muestra los estudios preliminares para así obtener los ciclos de cada área de producción.

CALZADO GAMOS			ESTUDIO DE TIEMPOS		
Observado:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Cuero, gamuza, napa	**Fecha:**	5/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Retazos	**Estudio N°**	1
Sección	Corte	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	8:00 a. m.
Máquinas	Troqueladora	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	12:00 p. m.
Herramientas	Estilete	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios**	1

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO(min)
		1	2	3	4		
1	Revisar orden de producción	12.00	10.00	12.00	11.00	11.25	0.188
2	Despachar los materiales	350.00	300.00	400.00	325.00	343.75	5.729
3	Seleccionar el cuero y colocarlo en la mesa	16.00	20.00	22.00	23.00	20.25	0.338
4	Sacar los moldes del diseño a cortar	10.00	8.00	11.00	8.00	9.25	0.154
5	Corte cuero	149	153	142	155	149.75	2.496
6	Revisar lacas en el cuero	6	5	4	6	5.25	0.088
7	Colocar Napa en la mesa	37	34	31	32	33.5	0.558
8	Corte de napa	31	26	31	21	27.25	0.454
9	Colocar el gamusino y rayarlo	63	65	61	59	62	1.033
10	Corte gamusino	20	18	26	24	22	0.367
11	Colocar el cuero en la troqueladora	43	41	43	40	41.75	0.696
12	Troquelar	23	9	10	7	12.25	0.204
13	Pintado de las tallas en el cuero	7	5	7	6	6.25	0.104
TIEMPO DE CICLO						**744.5**	**12.408**
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE GENERAL ELECTRIC						8	
TO: TIEMPO OBSERVADO							

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Retazos	**Fecha:**	16/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Retazos destallados	**Estudio N°**	1
Sección	Destallado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	8:00 a. m.
Máquinas	Maquina destalladora, maquina de sellado	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	12:00 p. m.
Herramientas	-	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios:**	3

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO(min)
		1	2	3	4		
1	Clasificar las piezas cortadas	76.80	72.00	70.60	74.80	73.55	1.226
2	Destallado de las piezas	33.00	26.00	31.00	30.00	30	0.500
3	Separar piezas a ser selladas	126.00	123.00	125.00	124.00	124.5	2.075
4	Seleccionar molde del sello	87.00	93.60	93.00	90.60	91.05	1.518
5	Sellar piezas seleccionadas	30.81	33.45	30.00	31.25	31.3775	0.523
6	Cortar ebas	59.21	55.00	51.87	53.46	54.885	0.915
7	Clasificar por tallas las ebas	16.00	13.42	11.50	10.48	12.85	0.214
8	Rayar piezas	31.45	29.66	27.12	28.14	29.0925	0.485
9	Pintar los filos	5.00	4.00	3.00	4.00	4	0.067
TIEMPO DE CICLO						451.305	7.522
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE GENERAL ELECTRIC						10	
TO: TIEMPO OBSERVADO							

CALZADO GAMOS ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Conformado de la bota	**Fecha:**	16/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Bota ya terminada	**Estudio N°**	1
Sección	Montado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	1:30 p. m.
Máquinas	Varias maquinas	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	4:00 p. m.
Herramientas	Pega, estilete, pintura	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios:**	12

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES

N° de Actividade	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO(min)
		1	2	3	4		
1	Conformado de talón	69.00	72.00	66.60	75.60	70.80	1.18
2	Colocar cordones temporales	47.97	48.98	50.00	54.80	50.44	0.84
3	Armar forros	32.17	29.00	29.46	30.00	30.16	0.50
4	Corte de excedente de forros	33.79	27.00	28.56	32.00	30.34	0.51
5	Poner puntas	50.75	41.85	44.12	49.00	46.43	0.77
6	Pegar puntas	43.00	42.12	49.56	51.23	46.48	0.77
7	Armado de costado y talones	73.80	82.20	87.60	88.20	82.95	1.38
8	Asiento y rayado	66.00	68.40	68.40	66.00	67.20	1.12
9	Quitar filos	68.00	65.50	64.60	63.40	65.38	1.09
10	Colocar primer	36.40	32.50	36.78	35.14	35.21	0.59
11	Pegado de suelas	134.20	122.80	132.20	130.60	129.95	2.17
12	Sacar hormas	39.00	34.65	40.12	42.45	39.06	0.65
13	Poner plantillas y quemar hilos	34.14	36.30	38.10	31.25	34.95	0.58
TIEMPO DE CICLO						**729.3225**	**12.155**
NUMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE GENERAL ELECTRIC						8	
TO: TIEMPO OBSERVADO							

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado por:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Bota ya terminada	**Fecha:**	16/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Producto terminado y empaquetado	**Estudio N°**	1
Sección	Terminado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	1:30 p. m.
Máquinas	Ninguna	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	4:00 p. m.
Herramientas	Cera y cepillo para enlucir, cajas	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios:**	4

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO (min)
		1	2	3	4		
1	Pintado	31.00	40.26	36.00	34.89	35.54	0.59
2	Poner cera	48.23	43.12	50.89	55.23	49.37	0.82
3	Colocar cordones	44.00	50.59	48.78	41.26	46.16	0.77
4	Verificación de calidad	24.00	29.50	18.12	67.00	34.66	0.58
5	Empaquetado y etiquetado	49.00	48.19	44.12	42.00	45.83	0.76
TIEMPO DE CICLO						**211.545**	**3.526**
NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR DE ACUERDO CON EL CRITERIO DE GENERAL ELECTRIC						15	
TO: TIEMPO OBSERVADO							

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado:	Nelson Analuisa	**Entrada:**	Cuero, napa y gamuza	**Fecha:**	5/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Piezas cortadas	**Estudio N°**	1
Sección	Corte	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	-
Máquinas	Troqueladora	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	-
Herramientas	Estilete	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios**	1

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO(min)	FD	TN	SPL	TS	TS(min)
		1	2	3	4							
		5	6	7	8							
1	Revisar orden de producción	12.00	10.00	12.00	11.00	10.88	0.18	1.10	11.96	0.17	14.00	0.23
		9.00	11.00	10.00	12.00							
2	Despachar los materiales	350.00	300.00	400.00	325.00	343.38	5.723	1.14	391.45	0.18	461.91	7.70
		331.00	340.00	355.00	346.00							
3	Seleccionar el cuero y colocarlo en la mesa	16.00	20.00	22.00	23.00	22.25	0.371	1.14	25.37	0.18	29.93	0.50
		23.00	26.00	25.00	23.00							
4	Sacar los moldes del diseño a cortar	10.00	8.00	11.00	8.00	9.25	0.154	1.06	9.81	0.17	11.47	0.19
		9.00	10.00	10.00	8.00							
5	Corte cuero	149.00	153.00	142.00	155.00	148.63	2.477	1.26	187.27	0.24	232.21	3.87
		141.00	150.00	144.00	155.00							
6	Revisar lacas en el cuero	6.00	5.00	4.00	6.00	5.13	0.085	1.24	6.36	0.24	7.88	0.13
		4.00	5.00	7.00	4.00							
7	Colocar Napa en la mesa	37.00	34.00	31.00	32.00	32.00	0.533	1.03	32.96	0.18	38.89	0.65
		30.00	28.00	33.00	31.00							
8	Corte de napa	31.00	26.00	31.00	21.00	26.50	0.442	1.26	33.39	0.21	40.40	0.67
		23.00	22.00	33.00	25.00							
9	Colocar el gamusino y rayarlo	63.00	65.00	61.00	59.00	62.13	1.035	1.03	63.99	0.17	74.87	1.25
		64.00	62.00	63.00	60.00							
10	Corte gamusino	20.00	18.00	26.00	24.00	24.00	0.400	1.26	30.24	0.21	36.59	0.61
		24.00	25.00	28.00	27.00							
11	Colocar el cuero en la troqueladora	43.00	41.00	43.00	40.00	42.25	0.704	1.03	43.52	0.18	51.35	0.86
		42.00	45.00	43.00	41.00							
12	Troquelar	15.00	9.00	10.00	7.00	8.50	0.142	1.26	10.71	0.21	12.96	0.22
		6.00	6.00	8.00	7.00							
13	Pintado de las tallas en el cuero y guardar	7.00	5.00	7.00	6.00	7.13	0.119	1.09	7.77	0.17	9.09	0.15
		10.00	5.00	6.00	11.00							
TIEMPO DE CICLO						**742.00**	**12.37**				**1021.55**	**17.03**

TO: Tiempo observado **FD: Factor de desempeño** **TN: Tiempo Normal** **SPL: Suplementos** **TS: Tiempo estándar**

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Retazos	**Fecha:**	5/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Retazos destallados	**Estudio N°**	1
Sección	Destallado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	8:00 a. m.
Máquinas	Maquina destalladora, maquina de sellado	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	12:00 p. m.
Herramientas	-	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios**	1

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)					TO (S)	TO(min)	FD	TN	SPL	TS	TO(min)
		1	2	3	4	5							
		6	7	8	9	10							
1	Clasificar las piezas cortadas	76.80	72.00	70.60	74.80	75.00	76.23	1.27	1.10	83.85	0.17	98.10	1.64
		78.00	81.60	76.20	79.80	80.00							
2	Destallado de las piezas	33.00	26.00	31.00	30.00	27.00	29.50	0.492	1.14	33.63	0.18	39.68	0.66
		31.00	30.00	27.00	28.00	26.00							
3	Separar piezas a ser selladas	126.60	123.00	125.40	124.00	126.00	125.41	2.090	1.26	158.02	0.18	186.46	3.11
		127.10	125.80	126.60	124.80	123.60							
4	Seleccionar molde del sello	87.00	93.60	93.00	90.60	88.40	89.93	1.499	1.03	92.62	0.17	108.37	1.81
		88.00	90.00	86.40	90.80	91.00							
5	Sellar piezas seleccionadas	30.81	33.45	30.00	31.25	28.60	31.58	0.526	1.14	36.00	0.24	44.64	0.74
		34.80	31.50	30.80	30.00	33.00							
6	Cortar ebas	59.21	55.00	51.87	53.46	55.00	54.38	0.906	1.06	57.64	0.24	71.47	1.19
		55.00	49.80	50.68	60.00	52.43							
7	Clasificar por tallas las ebas	16.00	13.42	11.50	10.48	13.00	12.63	0.211	1.24	15.66	0.18	18.48	0.31
		12.80	13.14	11.40	12.30	14.00							
8	Rayar piezas	31.45	29.66	27.12	28.14	30.00	29.13	0.486	1.26	36.71	0.21	44.42	0.74
		28.60	25.40	32.70	30.00	31.40							
9	Pintar los filos	5.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.38	0.073	1.03	4.51	0.17	5.27	0.09
		6.00	4.00	5.00	4.00	4.00							
TIEMPO DE CICLO							**453.16**	**7.55**				**616.90**	**10.28**

TO: Tiempo observado **FD: Factor de desempeño** **TN: Tiempo Normal** **SPL: Suplementos** **TS: Tiempo estándar**

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Conformado de la bota	**Fecha:**	16/9/2024
Área	Producción	**Salida:**	Bota ya terminada	**Estudio N°**	1
Sección	Montado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	1:30 p. m.
Máquinas	Varias maquinas	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	4:00 p. m.
Herramientas	Pega, estilete, pintura	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios**	12

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)				TO (S)	TO(min)	FD	TN	SPL	TS	TS(min)
		1	2	3	4							
		5	6	7	8							
1	Conformado de talón	69.00	72.00	66.60	75.60	73.35	1.22	1.10	80.69	0.20	96.82	1.61
		75.60	76.80	76.20	75.00							
2	Colocar cordones temporales	47.97	48.98	50.00	54.80	47.84	0.797	1.14	54.53	0.21	65.99	1.10
		44.13	51.39	45.42	40.00							
3	Armar forros	32.17	29.00	29.46	30.00	29.45	0.491	1.14	33.57	0.21	40.63	0.68
		30.00	28.00	26.86	30.12							
4	Corte de excedente de forros	33.79	27.00	28.56	32.00	30.61	0.510	1.06	32.45	0.22	39.59	0.66
		33.45	30.00	32.15	27.96							
5	Poner puntas	50.75	41.85	44.12	49.00	48.03	0.801	1.26	60.52	0.24	75.05	1.25
		51.00	50.32	51.23	46.00							
6	Pegar puntas	43.00	42.12	49.56	51.23	46.76	0.779	1.24	57.98	0.24	71.89	1.20
		45.20	49.45	48.50	45.00							
7	Armado de costado y talones	73.80	82.20	87.60	88.20	83.91	1.398	1.03	86.42	0.21	104.57	1.74
		87.60	84.60	84.00	83.25							
8	Asiento y rayado	66.00	68.40	68.40	66.00	67.46	1.124	1.26	84.99	0.24	105.39	1.76
		69.00	67.40	68.00	66.45							
9	Quitar filos	68.00	65.50	64.60	63.40	65.14	1.086	1.03	67.09	0.2	80.51	1.34
		66.00	61.12	68.00	64.47							
10	Colocar primer	36.40	32.50	36.78	35.14	35.25	0.588	1.26	44.42	0.22	54.19	0.90
		39.15	31.46	36.00	34.59							
11	Pegado de suelas	134.20	122.80	132.20	130.60	130.40	2.173	1.03	134.32	0.21	162.52	2.71
		130.00	130.00	131.43	132.00							
12	Sacar hormas	39.00	34.65	40.12	42.45	39.89	0.665	1.26	50.26	0.23	61.82	1.03
		40.00	42.12	35.65	45.12							
13	Poner plantillas y quemar hilos	34.14	36.30	38.10	31.25	31.62	0.527	1.09	34.47	0.25	43.08	0.72
		31.29	25.89	26.00	30.00							
TIEMPO DE CICLO						**729.71**	**12.16**				**1002.05**	**16.70**

TO: Tiempo observado **FD: Factor de desempeño** **TN: Tiempo Normal** **SPL: Suplementos** **TS: Tiempo estándar**

CALZADO GAMOS

ESTUDIO DE TIEMPOS

Observado:	Alison Lizbeth Iglesias Sánchez	**Entrada:**	Bota ya terminada	**Fecha:**	16/9/2024
Area	Producción	**Salida:**	Producto terminado y empaquetado	**Estudio N°**	1
Seccion	Terminado	**Realizado por:**	Alison Iglesias	**Comienzo:**	1:30 p. m.
Maquinas	Ninguna	**Revisado por:**	Ing. Israel Naranjo, Mg	**Final:**	4:00 p. m.
Herramientas	Cera y cepillo para enlucir, cajas	**Producto:**	Calzado BCAT	**N° operarios:**	4

TOMA DE TIEMPO ESTANDAR

N° de Actividades	Descripción de actividades	Muestras (segundos)					TO (S)	TO(min)	FD	TN	SPL	TS	TS(min)
		1	2	3	4	5							
		6	7	8	9	10							
		11	12	13	14	15							
1	Pintado de la bota	31.00	40.26	36.00	34.89	39.54	36.58	0.61	1.10	40.24	0.21	48.69	0.81
		40.00	34.15	33.55	30.00	38.20							
		37.45	39.00	38.47	35.12	41.10							
2	Colocar cera en la bota	48.23	43.12	50.89	55.23	49.00	49.55	0.826	1.14	56.49	0.21	68.35	1.14
		51.52	47.21	50.00	56.10	47.16							
		45.20	48.00	50.02	52.45	49.12							
3	Colocar cordones	44.00	50.59	48.78	41.26	46.20	47.72	0.795	1.26	60.12	0.19	71.55	1.19
		48.00	51.12	46.23	48.15	50.00							
		49.02	48.56	52.03	48.56	43.25							
4	Verificación de calidad	24.00	29.50	18.12	67.00	20.15	28.98	0.483	1.03	29.85	0.22	36.41	0.00
		30.00	26.12	28.00	20.14	23.52							
		23.78	19.46	25.00	60.00	19.87							
5	Empaquetado y etiquetado	49.00	48.19	44.12	42.00	41.02	42.09	0.702	1.09	45.88	0.22	55.97	0.93
		47.16	45.00	44.21	41.17	35.00							
		38.16	35.14	41.02	37.00	43.19							
TIEMPO DE CICLO							**204.92**	**3.42**				**280.97**	**4.68**

TO: Tiempo observado **FD: Factor de desempeño** **TN: Tiempo Normal** **SPL: Suplementos** **TS: Tiempo estándar**

Anexo D. Valoración de suplementos según la OIT

Anexo D.1 Valoración de suplementos en el área de corte

Revisar orden de producción		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Despachar los materiales		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Seleccionar el cuero y colocarlo en la mesa		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Sacar los moldes del diseño a cortar		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Corte cuero		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	5	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Revisar lacas en el cuero		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	4	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Colocar Napa en la mesa		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Corte de napa		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Colocar el gamusino y rayarlo		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Corte gamusino		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Colocar el cuero en la troqueladora		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Troquelar		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Pintado de las tallas en el cuero y guardar		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Anexo D. 2 Valoración de suplementos en el área de destallado

Clasificar las piezas cortadas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Destallado de las piezas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Separar piezas a ser selladas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Seleccionar molde del sello		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Sellar piezas seleccionadas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	5	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Cortar ebas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	4	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Clasificar por tallas las ibas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.18**	**-**
	18%	**-**

Rayar piezas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Pintar los filos		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	2	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.17**	**-**
	17%	**-**

Anexo D.3 Valoración de suplementos en el área de aparado

Organizar las piezas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Aplicar pega a las piezas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Armado cuello		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Pegado de eba		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	-	0.23
	-	23%

Forrar cuello		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	-	0.23
	-	23%

Pegado de las aleta en la lengüeta		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	-	0.23
	-	23%

Costura punteras		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	0	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	5	-
Ruido	2	-
Tensión mental	4	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	0.21	-
	21%	-

Doblado de cuello		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Costura parte delantera de la punta		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	5
Ruido	-	2
Tensión mental	-	4
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	0
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Forro de lengüeta		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Pegar reflectivos en las punteras		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	2
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Costura adorno del cuello		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	5
Ruido	-	2
Tensión mental	-	4
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	0
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Pega para capellados		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Cocido de lengüetas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	0	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	5	-
Ruido	2	-
Tensión mental	4	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Recortar excedentes		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Armado de lengüetas con talón		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Costura del talón con la lengüeta		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	5
Ruido	-	2
Tensión mental	-	4
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	0
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Pega para capellados		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Costura capellados y postura		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	0	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	5	-
Ruido	2	-
Tensión mental	4	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Pegar retazo del talón		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Costura talón		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	5
Ruido	-	2
Tensión mental	-	4
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	0
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Empastado del forro		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.23**
	-	**23%**

Perforado para los hojaldres		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	-	0.19
	-	19%

Colocar hojaldres		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	0
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	1
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	5
Ruido	-	2
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	0
TOTAL	-	**0.22**
	-	**22%**

Anexo D. 4 Valoración de suplementos en el área de montado

Conformado de talón		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.2**	**-**
	20%	**-**

Colocar cordones temporales		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Armar forros		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Corte de excedente de forros		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.22**	**-**
	22%	**-**

Poner puntas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Pegar puntas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Armado de costado y talones		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Asiento y rayado		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.24**	**-**
	24%	**-**

Quitar filos		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.2**	**-**
	20%	**-**

Colocar primer		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.22**	**-**
	22%	**-**

Pegado de suelas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Sacar hormas		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.23**	**-**
	23%	**-**

Pintado de las tallas en el cuero y guardar		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	-	7
Básico por fatiga	-	4
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	-	4
Postura normal	-	1
Fuerza o energía muscular	-	0
Iluminación	-	0
Condiciones atmosféricas	-	0
Tensión visual	-	0
Ruido	-	5
Tensión mental	-	1
Monotonía mental	-	1
Monotonía física	-	2
TOTAL	**-**	**0.25**
	-	**25%**

Anexo D. 5 Valoración de suplementos en el área de terminado

Pintado de la bota		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Colocar cera en la bota		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	0	-
Fuerza o energía muscular	1	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	2	-
TOTAL	**0.21**	**-**
	21%	**-**

Colocar cordones		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	0	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	0	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.19**	**-**
	19%	**-**

Verificación de calidad		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.22**	**-**
	22%	**-**

Empaquetado y etiquetado		
OPERARIO	**HOMBRE**	**MUJER**
Necesidades personales	5	-
Básico por fatiga	4	-
SUPLEMENTOS VARIABLES		
Trabajo de pie	2	-
Postura normal	2	-
Fuerza o energía muscular	0	-
Iluminación	0	-
Condiciones atmosféricas	0	-
Tensión visual	2	-
Ruido	5	-
Tensión mental	1	-
Monotonía mental	1	-
Monotonía física	0	-
TOTAL	**0.22**	**-**
	22%	**-**

Anexo E. Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse

Anexo E.1 Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse en el área de corte

VALORACION			
Revisar orden de producción			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	-0.04	E1	REGULAR
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.1
FD			1.1

VALORACION			
Despachar los materiales			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Seleccionar el cuero y colocarlo en la mesa			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Sacar los moldes del diseño a cortar			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.03	C2	BUENA
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.06
FD			1.06

VALORACION			
Corte cuero			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Revisar lacas en el cuero			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Colocar Napa en la mesa			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Corte de napa			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Colocar el gamusino y rayarlo			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Corte gamusino			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Colocar el cuero en la troqueladora			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Troquelar			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Pintado de las tallas en el cuero y guardar			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.06	C1	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.09
FD			1.09

Anexo E. 2 Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse en el área de destallado

VALORACION			
Clasificar las piezas cortadas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	-0.04	E1	REGULAR
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.1
FD			1.1

VALORACION			
Destallado de las piezas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Separar piezas a ser selladas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Seleccionar molde del sello			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Sellar piezas seleccionadas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Cortar ebas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.03	C2	BUENA
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.06
FD			1.06

VALORACION			
Clasificar por tallas las ebas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Rayar piezas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Pintar los filos			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

Anexo E.3 Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse en el área de aparado

VALORACION			
Aplicar pega a las piezas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.08	B2	EXCELENTE
ESFUERZO	0.02	C2	BUENA
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.13
FD			1.13

VALORACION			
Armado cuello			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.08	B2	EXCELENTE
ESFUERZO	0.05	C1	BUENA
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.16
FD			1.16

VALORACION			
Pegado de eba			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.05	C1	BUENA
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.19
FD			1.19

VALORACION			
Pega para capellados			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.05	C1	BUENA
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.19
FD			1.19

VALORACION			
Forrar cuello			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Pegado de las aleta en la lengüeta			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Costura punteras			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Doblado de cuello			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Armar capellados			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Costura parte delantera de la punta			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Forro de lengüeta			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.08	B2	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.22
FD			1.22

VALORACION			
Pegar reflectivos en las punteras			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Costura adorno del cuello			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Costura capellados y postura			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Cocido de lengüetas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Recortar excedentes			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.05	C1	BUENA
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.19
FD			1.19

VALORACION			
Armado de lengüetas con talón			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.08	B2	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.22
FD			1.22

VALORACION			
Costura del talón con la lengüeta			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Pegar retazo del talón			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Costura talón			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Empastado del forro			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Perforado para los hojaldres			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Costura del talón con la lengüeta			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

Anexo E.4 Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse en el área de montado

VALORACION			
Conformado de talón			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	-0.04	E1	REGULAR
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.1
FD			1.1

VALORACION			
Colocar cordones temporales			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Armar forros			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Corte de excedente de forros			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Poner puntas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Pegar puntas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.03	C2	BUENA
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.06
FD			1.06

VALORACION			
Armado de costado y talones			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.24
FD			1.24

VALORACION			
Asiento y rayado			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Quitar filos			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Colocar primer			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Pegado de suelas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Sacar hormas			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Poner plantillas y quemar hilos			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.06	C1	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.09
FD			1.09

Anexo E.5 Factor de desempeño basado en el método de Westinghouse en el área de terminado

VALORACION			
Pintado de la bota			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	-0.04	E1	REGULAR
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.1
FD			1.1

VALORACION			
Colocar cera en la bota			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.11	B1	EXCELENTE
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.14
FD			1.14

VALORACION			
Colocar cordones			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.13	A2	SUPERIOR
ESFUERZO	0.1	B1	EXCELENTE
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.26
FD			1.26

VALORACION			
Verificación de calidad			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0	D	PROMEDIO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.03
FD			1.03

VALORACION			
Empaquetado y etiquetado			
FACTOR:	**ESCALA**	**TIPO**	**DESCRIPCION**
HABILIDAD	0.06	C1	BUENO
ESFUERZO	0	D	PROMEDIO
CONDICIONES	0.02	C	BUENA
CONSISTENCIA	0.01	C	BUENA
RITMO TIPO			0.09
FD			1.09