



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
CALZADO EN LA EMPRESA HCH-SHOES**

---

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la  
obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales, Producción, Identidad,  
Sostenibilidad y Tecnologías aplicadas

**AUTOR:** Roger Henry Toaza Bastidas

**TUTOR:** Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**julio – 2026**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA HCH-SHOES, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Roger Henry Toaza Bastidas, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, 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 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, julio 2026.



-----  
Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

**TUTOR**

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA HCH-SHOES es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2026.



---

Roger Henry Toaza Bastidas

C.C. 1805280219

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, julio 2026.



---

Roger Henry Toaza Bastidas

C.C. 1805280219

AUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Roger Henry Toaza Bastidas, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA HCH-SHOES, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Christian José Mariño Rivera, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de investigación a Dios, por ser la guía y la fuerza en cada paso de mi vida. Su amor incondicional me ha inspirado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.*

*A mis padres, Manuel y Gregoria, quienes han sido mi mayor apoyo y ejemplo de sacrificio y dedicación. Su fe en mí ha sido el motor que me impulsa a alcanzar mis metas.*

*A mis hermanos, Eduardo, Adán, Freddy, Fausto, Alicia, Gabriela y Diego, quienes me han brindado sus consejos y apoyo, que ha sido fundamental en el trayecto de este logro en mi vida. Esta obra es un reflejo de su amor y apoyo inquebrantable.*

*Roger Henry Toaza Bastidas*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por brindarme la fortaleza necesaria para superar cada desafío en este proceso.*

*A mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Su sacrificio, enseñanzas han sido pilares en mi vida. Gracias por creer en mí y por motivarme a nunca rendirme.*

*A mi tutor de tesis, Ing. Daysi Ortiz por su orientación, paciencia y dedicación. Su apoyo y conocimientos han sido cruciales para el desarrollo de este trabajo, y su confianza en mis capacidades me ha impulsado a dar lo mejor de mí.*

*Agradezco a la empresa HCH-Shoes que me brindó la oportunidad de realizar esta investigación. Su colaboración y recursos han sido esenciales para llevar a cabo este trabajo de investigación.*

*Agradezco a todos mis amigos de carrera, quienes me han acompañado y brindado su apoyo en el trayecto de aprendizaje.*

**Roger Henry Toaza Bastidas**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| <b>PORTADA.....</b>                          | <b>i</b>     |
| <b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>             | <b>ii</b>    |
| <b>AUTORÍA.....</b>                          | <b>iii</b>   |
| <b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>               | <b>iv</b>    |
| <b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....</b> | <b>v</b>     |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                      | <b>vi</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                  | <b>vii</b>   |
| <b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....</b>    | <b>viii</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>                 | <b>xii</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                | <b>xvi</b>   |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>                | <b>xvii</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>               | <b>xviii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                        | <b>xix</b>   |
| <b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....</b>        | <b>1</b>     |
| 1.1 Tema de investigación.....               | 1            |
| 1.1.1 Antecedentes investigativos .....      | 1            |
| 1.2 Planteamiento del problema .....         | 3            |
| 1.3 Fundamentación teórica .....             | 5            |
| 1.3.1 Ingeniería de métodos .....            | 5            |
| 1.3.2 Estudio del trabajo.....               | 5            |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 1.3.3 Diagramas para el estudio de trabajo .....          | 5         |
| 1.3.4 Diagrama de flujo de proceso .....                  | 5         |
| 1.3.5 Diagrama de procesos .....                          | 6         |
| 1.3.6 Diagrama de recorrido de materiales .....           | 7         |
| 1.3.7 La medición del trabajo.....                        | 7         |
| 1.3.8 Estudio de tiempos .....                            | 8         |
| 1.3.9 Diagrama ABC.....                                   | 8         |
| 1.3.10 Diagrama de Pareto .....                           | 9         |
| 1.3.11 Muestreo del trabajo.....                          | 9         |
| 1.3.12 Número de observaciones .....                      | 10        |
| 1.3.13 Tiempo de ciclo.....                               | 10        |
| 1.3.14 Tiempo normal.....                                 | 10        |
| 1.3.15 Método de Valoración del Ritmo de Trabajo.....     | 11        |
| 1.3.16 Tiempo estándar .....                              | 12        |
| 1.3.17 Suplementos .....                                  | 12        |
| 1.3.18 Capacidad de producción .....                      | 14        |
| 1.3.19 Estudio de movimientos.....                        | 14        |
| 1.3.20 Metodología 5S .....                               | 15        |
| 1.3.21 Metodología SLP - Systematic Layout Planning ..... | 15        |
| 1.3.22 Distribución de planta .....                       | 17        |
| 1.3.23 Tipos de distribución de Planta .....              | 19        |
| 1.3.24 Método Guerchet.....                               | 19        |
| 1.4 Objetivos .....                                       | 21        |
| 1.4.1 Objetivo general .....                              | 21        |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....                         | 21        |
| <b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>                      | <b>22</b> |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1 Materiales .....                                                    | 22        |
| 2.2 Métodos .....                                                       | 23        |
| 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 .....                           | 26        |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                        | <b>27</b> |
| 3.1 Análisis y discusión de los resultados .....                        | 27        |
| 3.1.1 Reseña histórica de la empresa “HCH SHOES” .....                  | 27        |
| 3.1.2 Estructura organizacional.....                                    | 29        |
| 3.1.3 Productos.....                                                    | 29        |
| 3.1.4 Análisis ABC calzado HCH-Shoes .....                              | 30        |
| 3.1.5 Proceso de producción .....                                       | 33        |
| 3.1.6 Diagrama de flujo del proceso de producción.....                  | 34        |
| 3.1.7 Descripción de las actividades de cada área de la empresa .....   | 36        |
| 3.1.8 Layout actual de la empresa HCH-Shoes .....                       | 39        |
| 3.1.9 Cursograma sinóptico de la empresa.....                           | 41        |
| 3.1.10 Diagrama de recorrido.....                                       | 46        |
| 3.1.11 Cursograma analítico .....                                       | 48        |
| 3.1.12 Medición del trabajo .....                                       | 52        |
| 3.1.13 Estudio de tiempos .....                                         | 57        |
| 3.1.14 Propuesta de mejora .....                                        | 70        |
| 3.1.15 Redistribución de la planta – Método Guerchet.....               | 70        |
| 3.1.16 Análisis de los Principios de Distribución de Planta .....       | 70        |
| 3.1.17 Análisis de los Tipos de Distribución de Planta Aplicables ..... | 72        |
| 3.1.18 Cálculo del requerimiento de superficie - Método Guerchet.....   | 73        |

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1.19 Análisis SLP.....                                       | 78         |
| 3.1.20 Análisis del método propuesto para las actividades..... | 82         |
| 3.1.21 Metodología de las 5S.....                              | 89         |
| <b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>       | <b>101</b> |
| 4.1 Conclusiones .....                                         | 101        |
| 4.2 Recomendaciones.....                                       | 102        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                         | <b>104</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                            | <b>108</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Símbolos para la elaboración de diagramas. ....                  | 6  |
| Tabla 2. Número recomendado de ciclos de observaciones. ....              | 10 |
| Tabla 3. Factores y valores del sistema de calificación Westinghouse..... | 11 |
| Tabla 4. Suplementos por descanso de la OIT.....                          | 13 |
| Tabla 5. Movimientos eficientes e ineficientes.....                       | 14 |
| Tabla 6. Los cinco pilares de la metodología 5S .....                     | 15 |
| Tabla 7. Simbología de relación del SLP.....                              | 16 |
| Tabla 8. Lista de materiales utilizados en la investigación.....          | 22 |
| Tabla 9. Técnicas de recolección de información.....                      | 25 |
| Tabla 10. Procesamiento de datos.....                                     | 26 |
| Tabla 11. Información de la empresa.....                                  | 28 |
| Tabla 12. Productos más demandados .....                                  | 29 |
| Tabla 13. Análisis ABC de los productos .....                             | 30 |
| Tabla 14. Resumen análisis ABC.....                                       | 32 |
| Tabla 15. Modelo seleccionado para el estudio .....                       | 33 |
| Tabla 16. Área de producción .....                                        | 33 |
| Tabla 17. Actividades para el corte de todas las piezas del calzado ..... | 36 |
| Tabla 18. Actividades para el estampado de las piezas .....               | 37 |
| Tabla 19. Actividades del armado de los cortes .....                      | 37 |
| Tabla 20. Actividades para el conformado del calzado .....                | 38 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 21. Actividades del área de terminado .....                      | 39 |
| Tabla 22. Cursograma sinóptico operación 1 .....                       | 41 |
| Tabla 23. Cursograma sinóptico operación 2.....                        | 42 |
| Tabla 24. Cursograma sinóptico operación 3.....                        | 43 |
| Tabla 25. Cursograma sinóptico operación 4.....                        | 44 |
| Tabla 26. Cursograma sinóptico operación 5.....                        | 46 |
| Tabla 27. Cursograma analítico método actual – Área de Corte .....     | 48 |
| Tabla 28. Cursograma analítico método actual – Área de Estampado ..... | 49 |
| Tabla 29. Cursograma analítico método actual – Área de Aparado .....   | 50 |
| Tabla 30. Cursograma analítico método actual – Área de Montaje.....    | 51 |
| Tabla 31. Cursograma analítico método actual – Área de Terminado.....  | 52 |
| Tabla 32. Valoración ritmo de trabajo - Corte .....                    | 53 |
| Tabla 33. Valoración ritmo de trabajo - Estampado .....                | 54 |
| Tabla 34. Valoración ritmo de trabajo - Aparado .....                  | 54 |
| Tabla 35. Valoración ritmo de trabajo - Montaje.....                   | 55 |
| Tabla 36. Valoración ritmo de trabajo - Terminado .....                | 56 |
| Tabla 37. Descripción de los suplementos seleccionados.....            | 57 |
| Tabla 38. Tabla de Criterio de la General Electric.....                | 57 |
| Tabla 39. Número de observaciones .....                                | 58 |
| Tabla 40. Tiempo normal del área de corte.....                         | 59 |
| Tabla 41. Tiempo normal del área de estampado .....                    | 60 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 42. Tiempo normal del área de aparado .....                                | 61 |
| Tabla 43. Tiempo normal del área de montaje.....                                 | 62 |
| Tabla 44. Tiempo normal del área de terminado .....                              | 63 |
| Tabla 45. Tiempo estándar del área de corte.....                                 | 64 |
| Tabla 46. Tiempo normal del área de estampado .....                              | 65 |
| Tabla 47. Tiempo normal del área de aparado .....                                | 66 |
| Tabla 48. Tiempo normal del área de montaje.....                                 | 67 |
| Tabla 49. Tiempo normal del área de terminado .....                              | 68 |
| Tabla 50. Capacidad de producción para un trabajador .....                       | 68 |
| Tabla 51. Capacidad de producción total.....                                     | 69 |
| Tabla 52. Análisis de los principios de distribución de planta – HCH-Shoes ..... | 71 |
| Tabla 53. Tipos de distribución de planta y aplicabilidad a HCH-Shoes .....      | 72 |
| Tabla 54. Descripción de las máquinas y elementos en el área de corte .....      | 73 |
| Tabla 55. Cálculo del coeficiente K.....                                         | 75 |
| Tabla 56. Resumen del cálculo de las superficies - Método Guerchet .....         | 77 |
| Tabla 57. Resumen del cálculo de superficies .....                               | 77 |
| Tabla 58. Codificación de las áreas.....                                         | 78 |
| Tabla 59. Criterios de calificación .....                                        | 79 |
| Tabla 60. Análisis de las superficies .....                                      | 82 |
| Tabla 61. Propuesta de mejora - Corte.....                                       | 83 |
| Tabla 62. Propuesta de mejora - Estampado.....                                   | 83 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 63. Propuesta de mejora - Aparado.....                                 | 84 |
| Tabla 64. Propuesta de mejora - Montaje .....                                | 84 |
| Tabla 65. Resumen de la propuesta de mejora del área de conformado .....     | 85 |
| Tabla 66. Análisis de therbligs – Área de Corte .....                        | 86 |
| Tabla 67. Análisis de therbligs – Área de Estampado .....                    | 86 |
| Tabla 68. Análisis de therbligs – Área de Aparado .....                      | 87 |
| Tabla 69. Análisis de therbligs – Área de Montaje.....                       | 87 |
| Tabla 70. Análisis de therbligs – Área de Terminado.....                     | 88 |
| Tabla 71. Criterios de evaluación 5S .....                                   | 89 |
| Tabla 72. Diagnóstico inicial 5S .....                                       | 90 |
| Tabla 73. Resumen de la evaluación por áreas .....                           | 91 |
| Tabla 74. Identificación y clasificación de elementos por área - Seiri ..... | 92 |
| Tabla 75. Propuesta de ordenamiento por área – Seiton.....                   | 93 |
| Tabla 76. Plan de limpieza por área – Seiso .....                            | 95 |
| Tabla 77. Estándares por área y responsabilidades – Seiketsu .....           | 96 |
| Tabla 78. Formato de evaluación interna 5S – Criterios.....                  | 97 |
| Tabla 79. Plan de implementación de la metodología 5S – HCH-Shoes.....       | 98 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ejemplo diagrama de flujo de proceso .         | 6  |
| Figura 2. Diagrama de recorrido                          | 7  |
| Figura 3. Ejemplo gráfico del análisis ABC               | 8  |
| Figura 4. Ejemplo Diagrama de Pareto                     | 9  |
| Figura 5. Representación del cálculo del tiempo estándar | 12 |
| Figura 6. Tabla relacional de actividades.               | 17 |
| Figura 7. Diagrama relacional de actividades             | 17 |
| Figura 8. Ubicación empresa HCH-Shoes                    | 27 |
| Figura 9. Estructura organizacional                      | 29 |
| Figura 10. Diagrama de Pareto HCH-Shoes                  | 32 |
| Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de calzado      | 35 |
| Figura 12. Layout actual                                 | 39 |
| Figura 13. Recorrido actual                              | 46 |
| Figura 14. Caras de operación de la mesa de corte        | 74 |
| Figura 15. Caras de operación de la mesa de corte        | 74 |
| Figura 16. Criterios relacionales                        | 79 |
| Figura 17. Diagrama relacional de distancias             | 80 |
| Figura 18. Layout propuesto                              | 80 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo A. Método cronometraje vuelta a cero del área de corte.....      | 108 |
| Anexo B. Método cronometraje vuelta a cero del área de estampado ..... | 109 |
| Anexo C. Método cronometraje vuelta a cero del área de aparado .....   | 110 |
| Anexo D. Método cronometraje vuelta a cero del área de montaje .....   | 111 |
| Anexo E. Método cronometraje vuelta a cero del área de terminado ..... | 112 |
| Anexo F. Suplementos – Área de corte.....                              | 113 |
| Anexo G. Suplementos – Área de estampado.....                          | 114 |
| Anexo H. Suplementos – Área de aparado .....                           | 115 |
| Anexo I. Suplementos – Área de montaje.....                            | 116 |
| Anexo J. Suplementos – Área de terminado .....                         | 117 |
| Anexo K. Cálculo de la superficie – Método Guerchet .....              | 118 |
| Anexo L. Propuesta de mejor - Conformado .....                         | 119 |

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo realizar la medición del trabajo en el proceso de producción de calzado deportivo de la empresa HCH-Shoes, cuya gestión empírica generaba tiempos improductivos y dificultades para cubrir una demanda mayorista de 20 a 40 docenas semanales. Bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, se levantaron diagramas de flujo, de recorrido y cursogramas analíticos de las cinco áreas de la línea de corte, estampado, aparado, montaje y terminado; y mediante el método de cronometraje vuelta a cero, con la aplicación de suplementos por fatiga, necesidades personales y condiciones de trabajo, se determinó el tiempo estándar de cada elemento para el modelo de mayor demanda.

Los resultados identificaron al área de aparado como el principal cuello de botella, con un tiempo estándar de 34,41 min/lote (12 pares), más del doble que montaje (12,99 min), lo que limita la capacidad semanal a 17,44 docenas frente a la demanda requerida. El análisis de therbligs evidenció además búsquedas prolongadas de moldes en corte, transportes innecesarios en montaje y un elevado tiempo de limpieza en terminado (1,646 min/par, 51,5 % del estándar del área) por residuos de pegamento.

Con base a estos hallazgos se diseñó una propuesta de redistribución física de la planta aplicando el Método Guerchet, que permitió calcular técnicamente la superficie mínima necesaria para cada área: 70,51 m<sup>2</sup> requeridos frente a los 58,11 m<sup>2</sup> disponibles en el layout actual. El nuevo diseño propuesto asigna 68,60 m<sup>2</sup>, cubriendo el 97 % del espacio necesario y reduciendo las distancias de recorrido en el área de montaje de 36,49 m a 7,92 m por lote, lo que disminuye el tiempo de proceso de 2 h 10 min a 1 h 49 min. En segundo lugar, se elaboró un plan de implementación de la Metodología 5S estructurado, orientado a eliminar los tiempos improductivos causados por la desorganización de herramientas, moldes y materiales identificados en el análisis de therbligs. Ambas propuestas responden directamente a los problemas detectados y dan cumplimiento a los objetivos de diagnóstico, medición y mejora planteados en la investigación.

**Palabras claves:** Medición del trabajo, Estudio de tiempos, Tiempo estándar, Productividad, Redistribución de planta, Metodología 5S.

## ABSTRACT

This degree work aimed to carry out a work measurement study of the sports footwear production process at HCH-Shoes, whose empirical management generated unproductive times and difficulties in meeting a wholesale demand of 20 to 40 dozens per week. Under a quantitative, descriptive approach, process flow diagrams, travel charts, and analytical process charts were developed for the five areas of the line (cutting, printing, stitching, assembly, and finishing), and the zero-return stopwatch method, together with allowances for fatigue, personal needs, and working conditions, was applied to determine the standard time of each element for the highest-demand model.

The findings identified the stitching area as the main bottleneck, with a standard time of 34.41 min per batch (12 pairs), more than twice that of assembly (12.99 min), constraining the weekly capacity to 17.44 dozens against the required demand. The therblig analysis further revealed prolonged mold searches in cutting, unnecessary transport in assembly, and an elevated cleaning time in finishing (1.646 min/pair, 51.5% of the area's standard time) due to cement residue.

Based on these findings, a physical plant redistribution proposal was designed by applying the Guerchet Method, which enabled the technical calculation of the minimum required floor space for each area: 70.51 m<sup>2</sup> required versus 58.11 m<sup>2</sup> available in the current layout. The proposed design allocates 68.60 m<sup>2</sup>, covering 97 % of the required space and reducing travel distances in the assembly area from 36.49 m to 7.92 m per batch, thereby decreasing process time from 2 h 10 min to 1 h 49 min. Second, a structured 5S Methodology implementation plan was developed, aimed at eliminating non-productive time caused by the disorganization of tools, molds, and materials identified in the therblig analysis. Both proposals directly address the problems detected and fulfill the diagnostic, measurement, and improvement objectives established in the research.

**Keywords:** Work measurement, Time study, Standard time, Productivity, Plant redistribution, 5S methodology.

## **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación**

“MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA HCH-SHOES”

#### **1.1.1 Antecedentes investigativos**

Las técnicas usadas en la medición de trabajo son clave en empresas de producción y servicios, permitiendo optimizar la fabricación de productos y la prestación de servicios, generando un aumento en la productividad. Muchas pequeñas y medianas empresas (PYMES) que carecen de este tipo de análisis, presentaban una planificación inadecuada en la producción y errores en la gestión de los tiempos de entrega, los cuales han logrado eliminar y mejorar su capacidad operativa a través de un estudio de tiempos y movimientos; y otras técnicas dentro de la medición del trabajo [1].

El artículo [2], en base a la medición del trabajo identificó en la fase de recopilación de datos de las unidades generadoras la existencia de un inadecuado control para la recolección de información, debido a que los operarios no cuentan con una ruta específica. Esta falta de estandarización provocó errores de paralaje y retrasos en el proceso. El estudio subraya la relevancia de abordar estas deficiencias con la implementación de un sistema web para la captura y gestión de la información de tal manera que elimine actividades que no agregan valor al proceso, resultando en la optimización de los procesos y mejora de la productividad.

En la investigación realizada por [3], mediante un estudio de tiempos se determina la correlación inversa entre la productividad y los tiempos de operación, así como una correlación directa entre la productividad y el mantenimiento preventivo, los resultados demuestran que mejorar las condiciones laborales no necesariamente incrementa la productividad. Este hallazgo resalta que un mantenimiento deficiente es una de las principales causantes de tiempos improductivos, ya que provoca paradas imprevistas por fallas en la maquinaria y equipo. Enfocarse en el mantenimiento preventivo redujo los tiempos de operación, aumentando la productividad del área.

De la misma manera en el artículo [4], la medición del trabajo realizado en el proceso productivo mostraron que el tiempo normal disminuyó en un 9.75% (de 4.82 minutos a 4.35 minutos), y el tiempo estándar se redujo en un 8.92% (de 5.38 minutos a 4.9 minutos). Así mismo, la productividad incrementó pasando del 65.95% al 78.10%, mientras que la eficacia aumentó del 82.60% al 86% y la eficiencia mejoró del 80% al 90.45%. Estos hallazgos respaldan el estudio, en donde al aplicar una distribución estratégica se redujo las distancias, el tiempo del proceso productivo y de esta manera el desarrollo de actividades según las capacidades y habilidades de los trabajadores.

En la investigación [5], se determina varias ineficiencias en el proceso productivo, como el desaprovechamiento de espacio, la distribución ineficaz de las áreas y los cuellos de botella. Mediante el estudio de métodos se implementaron nuevos procesos y diagramas de operaciones permitiendo mejorar el proceso de producción, reduciendo 10 actividades innecesarias, los tiempos y recorridos en un 2.1% en la producción por docena, el tiempo por par de zapatillas en un 2.2%, y el recorrido en un 57.3%. Además, se estableció un tiempo estándar para cada fase de la producción, permitiendo a la empresa optimizar sus tiempos y mejorar su eficiencia.

En la investigación [6], mediante el levantamiento de procesos en la empresa de calzado, se identificaron y evaluaron los tiempos de producción en un lote de 12 pares de zapatos, totalizando 1879,42 minutos. El diagnóstico de la situación actual reveló ineficiencias, particularmente en los procesos de aparado y empastado, realizados fuera de la empresa. La estandarización de los elementos de trabajo permitió reducir el tiempo de ciclo a 1795,165 minutos, lo que mejoró los índices de productividad y el tiempo de respuesta al cliente. Además, se destacó la importancia de la mano de obra en la eficiencia del proceso, logrando una mejora en la productividad del 39,77%.

Finalmente, el trabajo realizado en [7], muestra que los problemas se encontraban en las áreas de ensamblaje total y acabados, cuyos tiempos de ciclo (41,00 minutos y 24,11 minutos, respectivamente) excedían el tiempo takt de 21 minutos recomendado según la demanda, generando retrasos en la producción y entrega del producto. La propuesta de una mejor distribución logró una eficiencia promedio del 89,08% en el proceso, con una mejora aproximada del 18%. Esto redujo el tiempo muerto del proceso de 116,31 minutos a 38,88 minutos. El balanceo de líneas disminuyó el riesgo

de sobreproducción y exceso de inventario mejorando la eficiencia general de la empresa.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Actualmente, el mercado global del calzado se encuentra en constante crecimiento. Para 2023, se estimaron ventas mundiales de 398.4 mil millones de dólares, con una proyección de alcanzar los 427 mil millones de dólares en el año 2025, esto representa un crecimiento anual promedio del 3.5% [8]. Este crecimiento plantea desafíos importantes para las empresas que presentan dificultades a la hora de satisfacer la demanda del mercado, debido al inadecuado control de los procesos ya sea por tiempos no estandarizados, reprocesos del producto, tiempos improductivos, incumplimientos en tiempos de entrega, baja productividad, etc. [9].

A nivel mundial, las empresas que carecen de información precisa sobre sus procesos y no realizan de estudios como la medición del trabajo, enfrentan un desconocimiento de los tiempos de fabricación y de las ineficiencias potenciales en su proceso productivo. Esta falta de datos concretos ocasiona una planificación deficiente de los recursos. Por lo tanto, medir y controlar estos factores se convierte en una estrategia para eliminar o reducir estos efectos negativos y garantiza una mayor producción de calidad [1].

En la actualidad, es fundamental que las empresas manufactureras optimicen sus procesos para ser más competitivos y eficientes, ya que no solo compiten con producto nacional, sino también con productos importados [10]. Las PYMES latinoamericanas que hoy en día gestionan ineficientemente sus procesos de manera empírica sin identificar cuellos de botella, tiempos improductivos y generando desperdicios presentan múltiples factores negativos que tienden a elevar sus costos de producción. Esta falta de optimización disminuye su competitividad frente a otras industrias manufactureras [11].

La industria del calzado en Ecuador genera un volumen de ventas superior a los \$560 millones, esto resalta la urgente necesidad de implementar estrategias para mejorar la productividad y la calidad en la producción de calzado dentro de las PYMES

ecuatorianas. Sin embargo son escasas las pequeñas empresas que identifican la necesidad de aplicar la medición del trabajo en sus procesos, lo que les impide cumplir con los requisitos del mercado [12].

La economía de Tungurahua se basa en diversas actividades productivas entre estas se encuentra la manufactura de calzado. Parte de la producción provienen de productores artesanales que fabrican menos de 400 pares al día, debido al limitado uso de tecnología y a la combinación del trabajo manual y mecánico. Esto implica la falta de control en los procesos mediante estudios de métodos y la realización de procesos de manera empírica generando variabilidad en la producción, debido principalmente a procesos no estandarizados provocando cuellos de botella y tiempos de procesamiento altos [13].

La Empresa de Calzado “HCH SHOES” creada en el año 2019, se dedica a la elaboración de calzado deportivo. Esta se encuentra ubicada en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. La empresa a pesar de los múltiples inconvenientes presentados por el Covid19 ha logrado su crecimiento en producción, maquinaria y tecnología manteniendo su mercado dentro y fuera de la ciudad.

Sin embargo, los procesos se realizan de manera artesanal y empírica, ésta ha sido adaptada de acuerdo con la ejecución de sus procesos sin ningún tipo de estudio, debido a que los procesos no se encuentran estandarizados. se puede denotar tiempos muertos y errores en la ejecución de actividades, esto refleja el desconocimiento de su capacidad productiva y del ritmo de trabajo necesario para los operarios.

Debido a esto y a la creciente demanda, la empresa se ha visto en la necesidad de implementar estudios enfocados al mejoramiento de la productividad, los cuales permitan identificar cuellos de botella causantes de tiempos de espera, acumulación de materia prima, reprocesos de los productos, los mismo que ocasionando incumplimientos en el tiempo de entrega a los clientes. Siendo así, que la medición del trabajo sea la base del mejoramiento continuo dentro de la empresa, el cual permita una mayor productividad y rentabilidad.

### **1.3 Fundamentación teórica**

#### **1.3.1 Ingeniería de métodos**

La ingeniería de métodos se enfoca en la integración efectiva del ser humano dentro del proceso de producción. Su objetivo principal es determinar el rol adecuado del trabajador en la transformación de materias primas en productos terminados, además de mejorar continuamente los métodos y técnicas utilizadas para llevar a cabo dichas tareas. Esto incluye el análisis detallado de cada actividad, la identificación de movimientos innecesarios y la implementación de mejoras que pueden reducir la fatiga y aumentar la productividad [14].

#### **1.3.2 Estudio del trabajo**

El estudio de trabajo es una disciplina que se dedica a la evaluación y mejora de los métodos. Examina las tareas identificando y eliminando el trabajo innecesario o excesivo, así como el uso ineficaz de recursos. Al establecer tiempos estándar para cada tarea, se busca la reorganización del flujo de trabajo optimizando los procesos, reducción de costos y mejora de la productividad [15].

#### **1.3.3 Diagramas para el estudio de trabajo**

Son herramientas visuales utilizadas para analizar, documentar y mejorar los procesos productivos y administrativos. Estos diagramas permiten a los analistas identificar ineficiencias, redundancias y áreas de mejora al proporcionar una representación clara y detallada de las actividades y los flujos de trabajo [16].

#### **1.3.4 Diagrama de flujo de proceso**

Es una representación visual que muestra los pasos secuenciales de un proceso desde el inicio hasta su finalización. Este tipo de diagrama, como se muestra en la Figura 1, utiliza símbolos geométricos estándar como rectángulos, rombos y óvalos para ilustrar diferentes tipos de actividades y decisiones dentro del proceso. Este método visual

facilita la comprensión y análisis del proceso, permitiendo identificar posibles ineficiencias, redundancias o áreas de mejora [15].

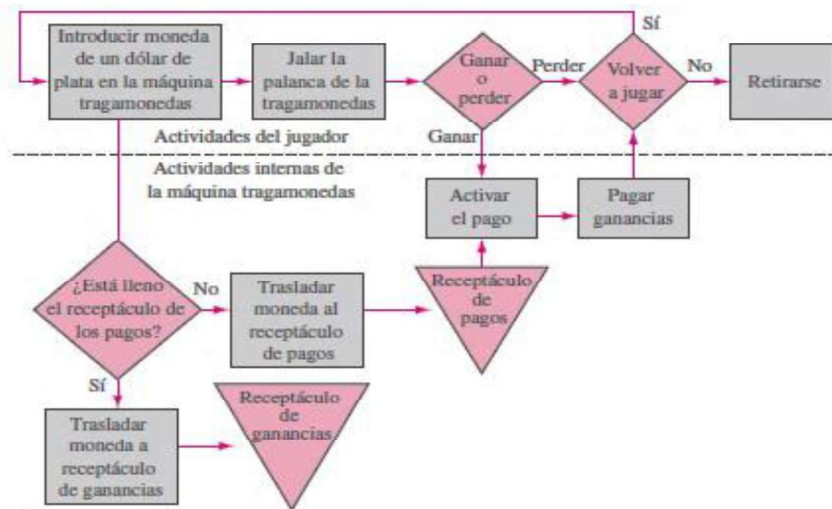


Figura 1. Ejemplo diagrama de flujo de proceso [15].

### 1.3.5 Diagrama de procesos

El diagrama de procesos es una herramienta esencial en el análisis y mejora de procesos productivos. Utiliza símbolos estandarizados para identificar y representar la naturaleza de cada actividad, tales como operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos. Estos símbolos como se muestra en la Tabla 1, ayudan a comprender los diferentes tipos de acciones que se llevan a cabo en el proceso [16].

Tabla 1. Símbolos para la elaboración de diagramas [16].

| Actividad             | Símbolo | Definición                                                                                                                                                          |
|-----------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Operación</b>      | ○       | Se produce cuando se alteran las características de un objeto, se le añade algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento.       |
| <b>Inspección</b>     | □       | Se lleva a cabo cuando un objeto o grupo de objetos se examina para identificarlos o para verificar y confirmar su calidad o cualquier otra de sus características. |
| <b>Transporte</b>     | ➡       | Se produce cuando un objeto o un grupo de objetos se trasladan de un lugar a otro, salvo que dichos movimientos sean parte de una operación o inspección.           |
| <b>Demora</b>         | ⏸       | Tiene lugar cuando se interrumpe el flujo de un objeto o grupo de objetos, causando un retraso en el siguiente paso planificado.                                    |
| <b>Almacenamiento</b> | ▽       | Se produce cuando un objeto o un grupo de objetos son mantenidos y resguardados para evitar movimientos o usos no autorizados.                                      |

| Actividad           | Símbolo                                                                           | Definición                                                                                                    |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Operación combinada |  | Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operados en el mismo punto de trabajo. |

### 1.3.6 Diagrama de recorrido de materiales

Este diagrama muestra el trayecto que sigue el material dentro de una planta o instalación durante el proceso de producción., se detalla el movimiento de materiales desde su entrada hasta su salida del sistema, pasando por todas las estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, y puntos de inspección como se muestra en la Figura 2. Utiliza líneas y símbolos para indicar direcciones de movimiento, trayectorias y ubicaciones específicas. El objetivo principal de este diagrama es optimizar el manejo de materiales, reducir tiempos de transporte, minimizar movimientos innecesarios, y mejorar el diseño del layout [17].

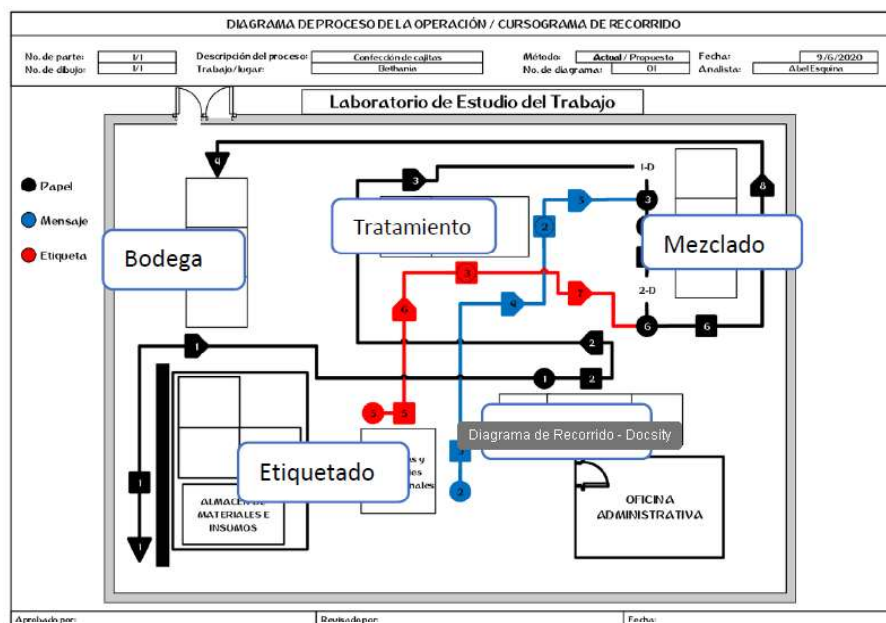


Figura 2. Diagrama de recorrido [17].

### 1.3.7 La medición del trabajo

La medición del trabajo evalúa el rendimiento y la productividad laboral mediante métodos cuantitativos. Su objetivo es calcular el tiempo requerido por un empleado calificado para ejecutar una tarea, utilizando como referencia parámetros ya validados por la industria [18].

### 1.3.8 Estudio de tiempos

Es una técnica utilizada para determinar el tiempo requerido para ejecutar una tarea específica según una norma de rendimiento previamente establecida, basándose en un número limitado de observaciones. Este análisis incluye la observación directa del trabajo realizado, la cronometría de las operaciones y la aplicación de técnicas de muestreo para asegurar la precisión de los datos recopilados. También considera factores humanos como la fatiga y los retrasos inevitables. Al incluir estos suplementos, se obtiene una visión más realista y práctica del rendimiento esperado, permitiendo a las organizaciones planificar y gestionar mejor sus recursos humanos y materiales [19].

### 1.3.9 Diagrama ABC

Es una herramienta que facilita la identificación de los artículos de mayor valor dentro del inventario. Se clasifica los artículos en las categorías A, B y C, lo que permite establecer prioridades claras para cada grupo de productos.

Los artículos de la clase A son aquellos que representan un 20% del inventario y un 80% de los ingresos, estos requieren una gestión más estricta, los de la clase B representan alrededor del 30% del inventario y un 15% del ingreso tienen un valor intermedio y los de la clase C son los de menor valor, pueden ser numerosos ya que representan la mayoría del volumen del inventario y un 5% de los ingresos [20]. En la Figura 3, se presenta un ejemplo gráfico del resultado de un análisis ABC.

| Products                       | Revenue, \$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Metrics |                | Model assumptions |                     |
|--------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|----------------|-------------------|---------------------|
|                                | Jan         | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Oct  | Nov  | Dec  | Annual  | Cumul. Revenue | Variance          | ABC class XYZ class |
| Sneakers                       | 70          | 0    | 210  | 490  | 1710 | 3240 | 3780 | 3510 | 2430 | 1170 | 280  | 70   | 16960   | 13.34%         | 103.87%           | A Z                 |
| Hoodie thin                    | 1050        | 850  | 1200 | 1900 | 1350 | 650  | 550  | 350  | 850  | 1700 | 1400 | 650  | 12500   | 23.17%         | 45.94%            | A X                 |
| Jeans shorts                   | 35          | 70   | 35   | 245  | 1450 | 2450 | 2700 | 2300 | 1600 | 490  | 175  | 70   | 11620   | 32.31%         | 109.36%           | A Z                 |
| Hoodie thick                   | 2480        | 2000 | 1040 | 400  | 0    | 0    | 0    | 0    | 160  | 480  | 1600 | 2160 | 10320   | 40.43%         | 110.86%           | A Z                 |
| Winter shoes                   | 2790        | 2070 | 180  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 380  | 1615 | 3230 | 10265   | 48.50%         | 143.20%           | A Z                 |
| Jeans blue medium stonewash    | 1020        | 900  | 1080 | 960  | 780  | 360  | 120  | 160  | 280  | 715  | 1235 | 1040 | 8650    | 55.31%         | 54.18%            | B Y                 |
| T-Shirt Harry Potter           | 1560        | 1120 | 960  | 840  | 680  | 640  | 560  | 480  | 360  | 240  | 320  | 120  | 7880    | 61.51%         | 62.63%            | B Y                 |
| Jacket winter                  | 1100        | 900  | 280  | 70   | 0    | 0    | 0    | 0    | 220  | 550  | 2090 | 2640 | 7850    | 67.68%         | 135.61%           | B Z                 |
| T-Shirt Tesla                  | 180         | 240  | 180  | 270  | 390  | 420  | 480  | 540  | 600  | 750  | 810  | 1320 | 6180    | 72.54%         | 63.71%            | B Y                 |
| Rubber shoes                   | 0           | 0    | 280  | 1240 | 920  | 40   | 80   | 40   | 360  | 1480 | 1120 | 240  | 5800    | 77.10%         | 113.33%           | B Z                 |
| Windbreaker                    | 40          | 0    | 385  | 1320 | 715  | 80   | 160  | 120  | 935  | 1595 | 330  | 80   | 5760    | 81.63%         | 112.69%           | C Z                 |
| T-Shirt Tropical Beach         | 40          | 60   | 100  | 180  | 450  | 1050 | 1260 | 810  | 280  | 120  | 40   | 20   | 4410    | 85.10%         | 118.05%           | C Z                 |
| Sandals                        | 15          | 30   | 15   | 60   | 510  | 1080 | 1290 | 630  | 120  | 60   | 30   | 15   | 3855    | 88.13%         | 141.51%           | C Z                 |
| T-Shirt White                  | 435         | 300  | 225  | 405  | 375  | 180  | 315  | 180  | 315  | 375  | 315  | 420  | 3840    | 91.16%         | 27.50%            | C X                 |
| T-Shirt Black                  | 240         | 150  | 285  | 375  | 285  | 420  | 375  | 390  | 165  | 420  | 225  | 345  | 3675    | 94.05%         | 31.15%            | C X                 |
| T-Shirt X-mass series          | 0           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 680  | 1960 | 2640    | 96.12%         | 264.45%           | C Z                 |
| T-Shirt Suez Canal obstruction | 0           | 0    | 1720 | 520  | 40   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2280    | 97.92%         | 265.41%           | C Z                 |
| T-Shirt Halloween Pumpkin      | 0           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 160  | 1200 | 0    | 0    | 1360    | 98.99%         | 304.67%           | C Z                 |
| Raincoat                       | 30          | 60   | 150  | 210  | 180  | 60   | 30   | 0    | 30   | 150  | 270  | 120  | 1290    | 100.00%        | 79.34%            | C Y                 |

Figura 3. Ejemplo gráfico del análisis ABC

Esta clasificación ayuda a optimizar la administración del inventario, asegurando que se enfoque en los productos más críticos y se mantenga un control adecuado sobre todos los recursos disponibles. La implementación de este sistema facilita una planificación más estratégica y una asignación más eficiente de los recursos, contribuyendo a una mejor capacidad de respuesta ante las demandas del mercado [21].

### 1.3.10 Diagrama de Pareto

Este diagrama también llamada principio 80-20 como se aprecia en la Figura 4, menciona que el 80% de los resultados provienen del 20% de los esfuerzos o causas, es decir que un porcentaje reducido de variables críticas determina la mayor parte de los resultados o problemáticas bajo estudio [22].

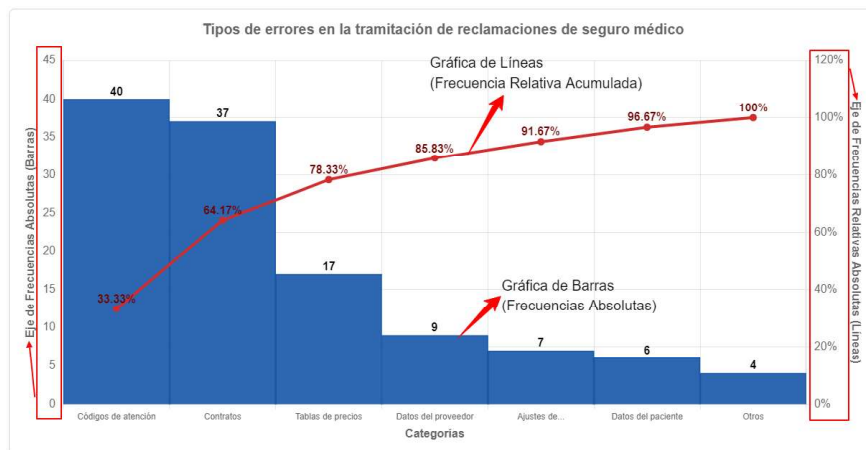


Figura 4. Ejemplo Diagrama de Pareto

### 1.3.11 Muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo es una técnica que consiste en observar y analizar una parte representativa o una muestra de la actividad laboral en lugar de examinar todo el proceso en su totalidad. Esta metodología permite obtener datos significativos sobre cómo se desarrollan las tareas en una organización, identificando patrones de trabajo, ineficiencias y áreas de mejora. Al enfocarse en una muestra, se pueden realizar estudios detallados y precisos sin la necesidad de evaluar cada aspecto del trabajo, lo que resulta en un ahorro significativo de tiempo y recursos [21].

### 1.3.12 Número de observaciones

En la Tabla 2, se muestra el criterio de la General Electric para realizar el muestreo del número de observaciones que se aplicó en el estudio de tiempos [23].

Tabla 2. Número recomendado de ciclos de observaciones [23].

| Tiempo de ciclo (min) | Número de observaciones recomendados |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 0.10                  | 200                                  |
| 0.25                  | 100                                  |
| 0.50                  | 60                                   |
| 0.75                  | 40                                   |
| 1.00                  | 30                                   |
| 2.00                  | 20                                   |
| 2.00 a 5.00           | 15                                   |
| 5.00 a 10.00          | 10                                   |
| 10.00 a 20.00         | 8                                    |
| 20.00 a 40.00         | 5                                    |
| 40 o más              | 3                                    |

### 1.3.13 Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo total que se requiere para completar una unidad de producción desde el inicio hasta el final de un proceso. Este tiempo incluye todas las etapas del proceso, desde la preparación y el procesamiento hasta la inspección y el transporte [24]. El cálculo del tiempo de ciclo se realiza mediante la ecuación 1.

Tiempo de ciclo = tiempo de carga + tiempo de proceso + tiempo de descarga

$$Tc = c + p + d \quad (1)$$

### 1.3.14 Tiempo normal

Se refiere al tiempo requerido para que un trabajador capacitado complete una tarea específica, bajo condiciones normales de trabajo y a un ritmo de desempeño aceptable [24]. El cálculo del tiempo normal se realiza mediante la ecuación 2.

Tiempo normal = Media de los tiempos \* Índice de desempeño

$$Tn = \bar{T} * ID \quad (2)$$

### 1.3.15 Método de Valoración del Ritmo de Trabajo

La valoración del ritmo de trabajo o índice del desempeño es el proceso mediante el cual se compara el ritmo observado del operario con su propio concepto de ritmo normal [25]. Este índice es fundamental para el cálculo del tiempo normal, ya que permite ajustar el tiempo observado al rendimiento que correspondería a un trabajador calificado y experimentado trabajando a ritmo estándar.

#### a. Sistema Westinghouse de Calificación

Este sistema evalúa cuatro factores de forma independiente, asignando un valor numérico positivo o negativo respecto al nivel normal (0,00) a cada actividad o proceso realizado, según la escala presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Factores y valores del sistema de calificación Westinghouse [26].

| Factor      | Nivel      | Valor | Descripción                                                                     |
|-------------|------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Habilidad   | Perfecta   | +0,15 | Habilidad altamente excepcional; el operario domina completamente la operación. |
| Habilidad   | Excelente  | +0,11 | Habilidad superior; ritmo consistente y sin dudas en la ejecución.              |
| Habilidad   | Buena      | +0,06 | Habilidad por encima del promedio; conoce bien la operación.                    |
| Habilidad   | Normal     | 0,00  | Habilidad promedio estándar del sector.                                         |
| Habilidad   | Regular    | -0,05 | Habilidad ligeramente por debajo del promedio.                                  |
| Esfuerzo    | Excesivo   | +0,13 | Esfuerzo muy superior al normal; no sostenible a largo plazo.                   |
| Esfuerzo    | Excelente  | +0,10 | Ritmo de trabajo consistentemente alto.                                         |
| Esfuerzo    | Bueno      | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante.                   |
| Esfuerzo    | Normal     | 0,00  | Esfuerzo promedio del sector.                                                   |
| Esfuerzo    | Regular    | -0,04 | Ritmo ligeramente inferior al estándar.                                         |
| Condiciones | Ideales    | +0,06 | Temperatura, iluminación y ruido perfectamente controlados.                     |
| Condiciones | Excelentes | +0,04 | Condiciones muy por encima del promedio.                                        |
| Condiciones | Buenas     | +0,02 | Condiciones ligeramente favorables.                                             |
| Condiciones | Normales   | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                                      |
| Condiciones | Regulares  | -0,03 | Condiciones ligeramente desfavorables.                                          |

| Factor       | Nivel     | Valor | Descripción                                      |
|--------------|-----------|-------|--------------------------------------------------|
| Consistencia | Perfecta  | +0,04 | Tiempos siempre idénticos; variación mínima.     |
| Consistencia | Excelente | +0,03 | Variación muy pequeña entre ciclos.              |
| Consistencia | Buena     | +0,01 | Ligera variación que no afecta la productividad. |
| Consistencia | Normal    | 0,00  | Variación esperada en condiciones normales.      |
| Consistencia | Regular   | -0,02 | Variación notable entre ciclos de trabajo.       |

### 1.3.16 Tiempo estándar

Este tiempo incluye el tiempo de trabajo efectivo y los ajustes necesarios para compensar la fatiga, pausas personales y otros retrasos inevitables. El cálculo del tiempo estándar mediante la ecuación 3, se basa en el tiempo normal, al cual se le añaden los suplementos como se muestra en la Figura 5, para obtener una medida más realista y completa del tiempo necesario para realizar una tarea [24].

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{Suplemento})$$

$$Ts = Tn * (1 + S) \quad (3)$$

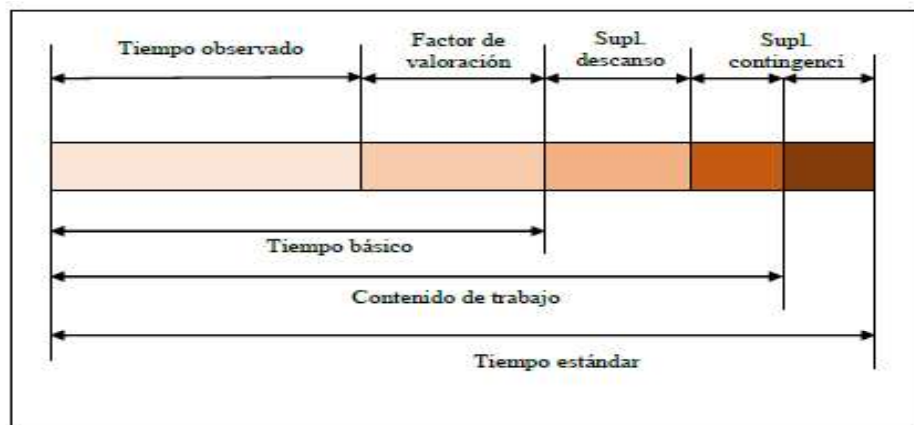


Figura 5. Representación del cálculo del tiempo estándar [27].

### 1.3.17 Suplementos

El tiempo suplementario se incorpora a una tarea para compensar factores que afectan el rendimiento del trabajador pueden ser de índole personal, como necesidades

fisiológicas, fatiga acumulada por la tarea realizada o retrasos inevitables provocados por variaciones en los materiales y paros de las máquinas.

Esta holgura de tiempo que se agrega permite que el trabajador realice su labor de manera razonable y sostenible, considerando las pausas necesarias para recuperarse y gestionar imprevistos [28]. De esta manera, se logra un equilibrio entre la eficiencia productiva y el bienestar del trabajador. En la Tabla 4, se proporciona los suplementos empleados por la OIT.

Tabla 4. Suplementos por descanso de la OIT [28].

| Suplementos Constantes                          |    |    | E. Condiciones Atmosféricas      |     |
|-------------------------------------------------|----|----|----------------------------------|-----|
| Suplementos por                                 | H  | M  | kata (mili-calorías/cm2/segundo) |     |
| Necesidades personales                          | 5  | 7  | 16                               | 0   |
| Suplementos base por fatiga                     | 4  | 4  | 14                               | 0   |
| Suplementos Variables                           |    |    | 12                               | 0   |
| A. Por trabajar de pie                          | 2  | 4  | 10                               | 10  |
| B. Por postura anormal                          |    |    | 8                                | 21  |
| Ligeramente incómoda                            | 0  | 1  | 6                                | 31  |
| Incómoda (inclinado)                            | 2  | 3  | 5                                | 45  |
| Muy incómodo (echado, estirado)                 | 7  | 7  | 4                                | 64  |
| C. Uso de la fuerza o de la energía             |    |    | 3                                | 100 |
| Peso levantado por kilogramo                    |    |    | 2                                | 9   |
| 2.5                                             | 0  | 1  | F. Concentración intensa         | H M |
| 5                                               | 1  | 2  | Trabajos de cierta precisión     | 0 0 |
| 7.5                                             | 2  | 3  | Trabajos de precisión o fatigoso | 2 2 |
| 10                                              | 3  | 4  | Trabajos de gran precisión       | 5 5 |
| 12.5                                            | 4  | 5  | G. Ruido                         |     |
| 15                                              | 5  | 8  | Continuo                         | 0 0 |
| 17.5                                            | 7  | 10 | Intermitente y fuerte            | 2 2 |
| 20                                              | 9  | 13 | Intermitente y muy fuerte        | 5 5 |
| 22.5                                            | 11 | 16 | Estridente y fuerte              | 7 7 |
| 25                                              | 13 | 20 | H. Tensión mental                |     |
| 30                                              | 17 |    | Proceso bastante complejo        | 1 1 |
| 33.5                                            | 22 |    | Proceso complejo                 | 4 4 |
| D. Mala iluminación                             |    |    | Proceso muy complejo             | 8 8 |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0  | 0  | I. Monotonía                     |     |
| Bastante por debajo                             | 2  | 2  | Trabajo algo monótono            | 0 0 |
| Absolutamente insuficiente                      | 5  | 5  | Trabajo bastante monótono        | 1 1 |
|                                                 |    |    | Trabajo muy monótono             | 4 4 |
|                                                 |    |    | J. tedio                         |     |
|                                                 |    |    | Trabajo algo aburrido            | 0 0 |
|                                                 |    |    | Trabajo aburrido                 | 2 1 |
|                                                 |    |    | Trabajo muy aburrido             | 5 2 |

### 1.3.18 Capacidad de producción

El volumen de producción que una industria o fábrica puede generar en un tiempo determinado se conoce como capacidad productiva. Este concepto abarca tanto la producción teórica, que es el máximo posible en condiciones ideales, como la producción real, que es la cantidad que se espera alcanzar considerando ciertas restricciones operativas, como limitaciones de recursos, paradas de maquinaria, y otros factores que afectan la eficiencia [28]. La capacidad productiva se calcula mediante la ecuación 4.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (4)$$

### 1.3.19 Estudio de movimientos

El objetivo del estudio de movimientos es descomponer la actividad humana en movimientos individuales o grupos de movimientos conocidos como therblig como se muestra en la Tabla 5. La utilización de therblig facilita la comprensión y la optimización del comportamiento humano en entornos laborales [29].

Tabla 5. Movimientos eficientes e ineficientes [29].

| Eficientes        |         | Ineficientes        |         |
|-------------------|---------|---------------------|---------|
| Therblig          | Símbolo | Therblig            | Símbolo |
| Alcanzar          | AL      | Buscar              | B       |
| Tomar             | T       | Seleccionar         | S.E.    |
| Mover             | M       | Inspeccionar        | I       |
| Soltar            | S.I.    | Demora evitable     | D.E.T.  |
| Ensamblar         | E       | Demora inevitable   | D.I.    |
| Desmontar         | D.E.    | Colocar en posición | P       |
| Usar              | U       | Descansar           | D.E.S.  |
| Preparar posición | P.P.    | Sostener            | S.O.    |
|                   |         | Planear             | P.L.    |

### 1.3.20 Metodología 5S

La metodología 5S es un sistema de gestión de las áreas de trabajo, su objetivo fundamental es crear y mantener ambientes de trabajo organizados, limpios, seguros y eficientes, eliminando los desperdicios que surgen del desorden y la falta de estandarización [30]. En la Tabla 6, se describe el objetivo cada una de las 5S de la metodología.

Tabla 6. Los cinco pilares de la metodología 5S

| Metodología     | Nombre              | Objetivo                                                                                                                 | Actividades Clave                                                                                                           |
|-----------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Seiri</b>    | <b>Clasificar</b>   | Separar los elementos necesarios de los innecesarios y eliminar estos últimos del área de trabajo.                       | Inventario de elementos. Aplicación de tarjetas rojas. Retiro de máquinas, herramientas y materiales obsoletos o en desuso. |
| <b>Seiton</b>   | <b>Ordenar</b>      | Establecer un lugar específico para cada elemento necesario, con identificación visual clara.                            | Demarcación de zonas. Instalación de tableros de herramientas con siluetas. Etiquetado de estantes y gavetas.               |
| <b>Seiso</b>    | <b>Limpiar</b>      | Mantener el área de trabajo, máquinas y herramientas en estado de limpieza óptimo.                                       | Cronograma de limpieza diaria y semanal. Identificación de fuentes de suciedad. Limpieza profunda periódica.                |
| <b>Seiketsu</b> | <b>Estandarizar</b> | Establecer procedimientos, cartillas visuales y controles que garanticen el cumplimiento sostenido de las 3S anteriores. | Elaboración de procedimientos escritos. Publicación de cartillas visuales en cada puesto.                                   |
| <b>Shitsuke</b> | <b>Disciplinar</b>  | Convertir las cuatro S anteriores en hábitos permanentes del personal, sostenidos por liderazgo activo.                  | Capacitación continua. Reuniones de seguimiento quincenales. Reconocimiento al área con mejor desempeño mensual.            |

### 1.3.21 Metodología SLP - Systematic Layout Planning

El método SLP proporciona un procedimiento paso a paso para el análisis, diseño y evaluación de la distribución de planta, este método es aplicable a cualquier tipo de instalación independientemente de su tamaño.

### ***a. Estructura conceptual del SLP***

El SLP se articula en torno a cuatro elementos fundamentales que el analista debe determinar antes de iniciar el proceso de diseño de la distribución [31].

- P (Producto): qué se fabrica o procesa. Define los materiales, piezas y productos que fluyen por la instalación.
- Q (Cantidad): cuánto se produce de cada producto. Determina los volúmenes de flujo entre áreas.
- R (Recorrido): cómo se procesa cada producto. Establece la secuencia de operaciones y el flujo de materiales.
- S (Servicios): qué servicios de apoyo son necesarios (mantenimiento, almacenamiento, oficinas). Deben incluirse en el diseño.
- T (Tiempo): cuándo y cuánto tiempo se dedica a cada actividad. Define las restricciones temporales del proceso.

### ***b. Clasificación de cercanía de afinidad***

Se asigna un nivel de prioridad mediante una simbología estandarizada, estos códigos utilizan líneas y colores que se describen en la Tabla 7.

Tabla 7. Simbología de relación del SLP [32].

| Disposición de cercanía | Código | Color    | Nº. Línea | Código de color                                                                       |
|-------------------------|--------|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Totalmente necesario    | A      | Rojo     | 4 rectas  |  |
| Esencialmente necesario | E      | Amarillo | 3 rectas  |  |
| Importante              | I      | Verde    | 2 rectas  |  |
| Normal u ordinario      | O      | Azul     | 1 recta   |  |
| Sin importancia         | U      | ----     | ---       | ---                                                                                   |
| No recomendable         | X      | Negro    | 1 zigzag  |  |
| Altamente no deseable   | XX     | Fucsia   | 2 zigzag  |  |

### ***c. Gráfico de relación de recorrido***

Mediante este diagrama se visualiza todas las áreas involucradas donde se relaciona los tiempos de recorridos y proximidad en la que deben estar ubicadas para la mejora de productividad y servicio al cliente como se muestra en la Figura 6 [33].

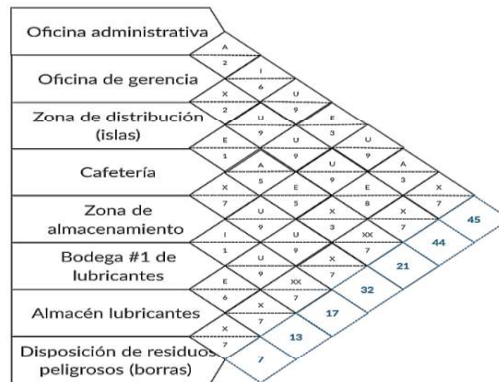


Figura 6. Tabla relacional de actividades [33].

#### d. Diagrama relacional de espacios

El diagrama integra los requerimientos de espacio (superficie requerida por área) con las relaciones de proximidad establecidas como se muestra en la Figura 7 [33].

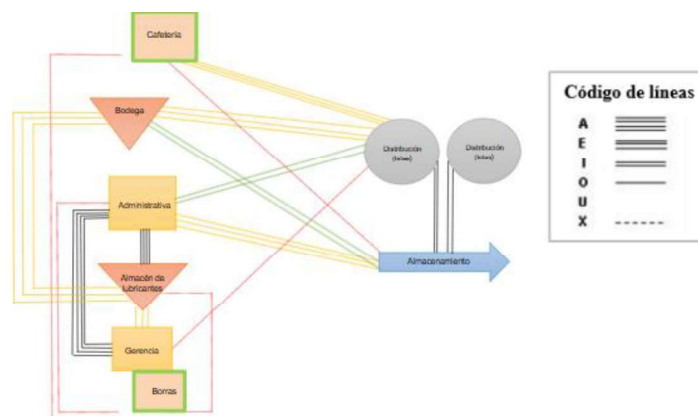


Figura 7. Diagrama relacional de actividades [33].

### 1.3.22 Distribución de planta

La distribución de planta constituye la adecuación física de las instalaciones de una empresa, realizada previo a un estudio detallado del proceso de producción y comprende la determinación del espacio necesario para ejecutar los transportes y movimientos del producto a elaborar [34].

Una distribución de planta incide directamente en la eficiencia operativa, puesto que permite reducir tiempos de transporte de materiales, minimizar costos de producción, mejorar el flujo de trabajo y garantizar condiciones seguras para el personal.

***a. Principios básicos de la distribución de Planta***

Para que una distribución de planta sea eficiente y funcional, su diseño debe fundamentarse en los siguientes principios:

- ***Principio de satisfacción y seguridad***

Un ambiente seguro resulta más satisfactorio y efectivo para los trabajadores, ya que reduce accidentes, mejora la motivación y favorece la productividad [34].

- ***Principio de integración de conjunto***

Se logra mayor compromiso organizacional cuando se consigue integrar al personal, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares y demás factores del proceso productivo en un sistema coherente [34].

- ***Principio de la mínima distancia recorrida***

Una distribución es más eficiente cuando el material o puesto de ensamble presenta el menor recorrido posible entre operaciones, lo que reduce tiempos improductivos y costos de manejo de materiales [34].

- ***Principio de la circulación o flujo de materiales***

Las áreas de trabajo deben estar ordenadas siguiendo la misma secuencia en que el material es transformado o ensamblado, evitando cruces y retrocesos en el flujo productivo [34].

- ***Principio del espacio cúbico***

Se debe aprovechar al máximo el espacio disponible, tanto en sentido horizontal como vertical, a fin de optimizar la capacidad instalada de la planta [34].

- ***Principio de flexibilidad***

La distribución debe contemplar la posibilidad de realizar ajustes y mejoras futuras con el menor costo y esfuerzo posible, anticipando el crecimiento o la reconfiguración de los procesos productivos [34].

### **1.3.23 Tipos de distribución de Planta**

Se determina cuatro formas fundamentales de distribuir una planta productiva según la naturaleza del proceso y el volumen de producción.

- ***Distribución por producto***

También denominada líneas de producción o montaje, en esta modalidad los equipos y maquinarias se disponen de manera continua, siguiendo el orden en el que el producto se va fabricando. Es adecuada para procesos de alta estandarización y producción en grandes volúmenes [35].

- ***Distribución por proceso***

Esta configuración agrupa las operaciones similares o máquinas de igual función en una misma área. El producto circula de un departamento a otro de acuerdo con las operaciones que necesita, lo que brinda mayor flexibilidad para producir diferentes artículos o variantes de un mismo producto [35].

- ***Distribución por posición fija***

El producto permanece estático en un lugar determinado debido generalmente a su tamaño o peso y los operarios, herramienta y equipos se trasladan hacia él. Se aplica en la fabricación de grandes estructuras como barcos, aeronaves o edificaciones [35].

- ***Distribución celular o celdas***

Las máquinas se agrupan en estaciones de trabajo o celdas, donde el producto es procesado integralmente cuando requiere las mismas características o formas. Combina ventajas de la distribución por producto y por proceso, siendo eficiente para la producción de familias de piezas similares [35].

### **1.3.24 Método Guerchet**

Es una herramienta utilizada para determinar el área total requerida por cada máquina o puesto de trabajo dentro de una instalación productiva.

Este método incorpora el espacio necesario para la operación y el desplazamiento del personal, garantizando las condiciones ergonómicas y de seguridad adecuadas. El método considera tres tipos de superficies, cuya suma determina el área total requerida por cada elemento [36].

- ***Superficie Estática***

Corresponde al área que ocupa físicamente la máquina sobre el piso, determinada por sus dimensiones de largo y ancho [36].

$$S_S = Largo_{máq} * Ancho_{máq} \quad (5)$$

- ***Superficie de Gravitación***

Hace referencia al área necesaria alrededor de la máquina para que el operario pueda realizar la manipulación y operación del equipo. Se calcula multiplicando la superficie estática por el número de caras accesibles de la máquina [36].

$$S_g = S_S * N \quad (6)$$

Donde N representa el número de caras desde las cuales puede utilizarse o manipularse la máquina.

- ***Superficie de Evolución***

Esta superficie contempla el espacio requerido para garantizar la seguridad entre puestos de trabajo y permitir el desplazamiento fluido del personal, equipos de manutención y materiales [36].

$$S_e = (S_S + S_g) * K \quad (7)$$

El coeficiente K es una constante que depende de la relación entre la altura promedio de los operarios que manipulan la máquina (APO) y la altura media de los elementos o máquinas (CME)

$$K = \frac{APO}{2 * CME} \quad (8)$$

- ***Superficie Total***

La superficie total requerida por cada máquina o puesto de trabajo es la suma de las tres superficies anteriores [36].

$$S_T = S_S + S_g + S_e \quad (9)$$

La aplicación sistemática del método de Guerchet a todas las máquinas y equipos del proceso productivo permite calcular con precisión el área mínima necesaria para la instalación o redistribución de planta.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar la medición del trabajo en el proceso de producción de calzado en la empresa “HCH-Shoes”.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar la situación actual de las operaciones que conforman el proceso de producción de calzado deportivo.
- Determinar el tiempo estándar correspondiente a la elaboración del producto de mayor demanda.
- Plantear una propuesta de mejora para el incremento de la eficiencia del proceso de producción.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

La tabla 8 detalla los recursos materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 8. Lista de materiales utilizados en la investigación

| Material        | Descripción                                                                                                                                                 | Imagen                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Repositorio     | Bibliotecas académicas digitales de diferentes instituciones utilizadas para la recopilación de información relevante relacionado a la investigación.       |    |
| Laptop          | Recurso tecnológico usado para el procesamiento de la información y elaboración de fichas para la recolección de la información.                            |   |
| Celular         | Dispositivo utilizado para cronometrar y tomar evidencias fotográficas de los procesos con el fin de respaldar los resultados de la presente investigación. |  |
| Decámetro       | Instrumento utilizado para medir distancias del recorrido del material y además para el diseño del layout de la empresa.                                    |  |
| AutoCAD         | Software utilizado para representar el layout de las instalaciones de la empresa.                                                                           |  |
| Microsoft Word  | Software de procesamiento de texto empleado para la redacción de informes.                                                                                  |  |
| Microsoft Excel | Software de hojas de cálculo empleado para análisis y procesamiento de datos.                                                                               |  |
| Visio           | Software utilizado para representar los procesos mediante flujogramas.                                                                                      |  |
| Cuaderno        | Medio físico de registro de la información durante la visita a la empresa                                                                                   |  |

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de la investigación**

La investigación desarrollada mantuvo un enfoque cuali-cuantitativo, donde el componente cualitativo se fundamentó mediante las visitas técnicas a la empresa que permitieron la recopilación de información descriptiva de la situación actual de los procesos, la distribución de las instalaciones, el estado de las maquinarias y la organización del personal operativo. Por su parte, el componente cuantitativo se centró en la recolección de datos como, número de operarios, cantidad de maquinaria, tiempo de producción y capacidad productiva. Estas variables fundamentales para el análisis se midieron y evaluaron en el transcurso del desarrollo del proyecto.

#### ***a. Investigación aplicada***

Se utilizó la investigación aplicada, en el cual se empleó los conocimientos de la rama de la ingeniería de métodos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería. Esta investigación se enfocó en la implementación de metodologías específicas para identificar las ineficiencias y cuellos de botella que generan demoras en los procesos de producción de la empresa HCH-Shoes.

#### ***b. Investigación bibliográfica-documental***

La aplicación de la investigación bibliográfica-documental permitió la recopilación de información y fundamentación de los conceptos y métodos implementados en el presente estudio, este proceso se llevó a cabo mediante una revisión de libros, tesis de grado y artículos científicos relacionados a la medición del trabajo, el estudio de tiempos y movimientos, y la optimización de procesos productivos permitiendo profundizar en el desarrollo del proyecto.

#### ***c. Investigación de campo***

La investigación se desarrolló mediante un trabajo de campo, ejecutando visitas técnicas a las instalaciones del área de producción de la empresa HCH-Shoes permitiendo la observación directa del proceso de fabricación del calzado y la

recopilación de información de los métodos actuales de trabajo. La colaboración de los operarios fue clave para identificar las ineficiencias de los procesos y abordar las causas raíz de los cuellos de botella.

### **2.2.2 Población y muestra**

#### ***a. Población***

La población del presente estudio está constituida por el total de procesos que conforman la línea de producción de calzado deportivo de la empresa HCH-Shoes, la cual comprende de los procesos productivos de Corte, Estampado, Aparado, Montaje y Terminado. Estos procesos abarcan la totalidad del flujo de fabricación, desde la recepción e inspección de la materia prima hasta el empaque y despacho del producto terminado.

#### ***b. Muestra***

Debido a que la población de procesos es finita y de tamaño reducido, no se requiere la aplicación de fórmulas estadísticas para el cálculo de la muestra. Por lo tanto, se trabaja con el total de la población, tomando como muestra los procesos productivos en su totalidad, lo que garantiza que el estudio de tiempos, el análisis de movimientos y la propuesta de mejora contemplen de manera integral todas las etapas del proceso de fabricación del calzado deportivo.

### **2.2.3 Recolección de información**

La técnica empleada para la recolección de información fue la observación directa en el área de producción, en el cual se identificó la acumulación de cortes en el proceso de aparado, esto ocasionan demoras en el proceso reduciendo la eficiencia del área de aparado. A continuación, la Tabla 9 detalla las técnicas y herramientas utilizadas para la recolección de información en la empresa “HCH-Shoes”.

Tabla 9. Técnicas de recolección de información

| Objetivos Específicos                                                                                           | Actividades                                                                                               | Técnica/Método                                          | Herramienta/instrumento                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Identificar la situación actual de las operaciones que conforman el proceso de producción de calzado deportivo. | Planificación de visitas Técnicas a la empresa.                                                           | Entrevista con el encargado del área de producción.     | Cuaderno Esfero                                                                |
|                                                                                                                 | Recolectar la información general de la empresa.                                                          | Entrevista con el encargado del área de producción.     | Fichas de levantamiento de información                                         |
|                                                                                                                 | Conocer el funcionamiento del proceso de producción.                                                      | Observación directa<br>Entrevista con los trabajadores. | Fichas de levantamiento de información                                         |
|                                                                                                                 | Definir los procesos que conforman la fabricación del calzado.                                            | Observación directa<br>Entrevista con los trabajadores. | Ficha de levantamiento del proceso                                             |
|                                                                                                                 | Detallar las actividades y subactividades que se realizan en cada proceso.                                | Observación directa<br>Entrevista con los trabajadores. | Ficha de levantamiento del proceso                                             |
|                                                                                                                 | Representación del proceso mediante diagramas.                                                            | Diagramas de Flujo                                      | Fichas o formatos de diagramas                                                 |
| Determinar el tiempo estándar correspondiente a la elaboración del producto de mayor demanda.                   | Identificación del producto de mayor demanda de la empresa.                                               | Análisis del diagrama ABC                               | Catálogo de productos<br>Informe de ventas<br>Histórico de orden de producción |
|                                                                                                                 | Seleccionar la metodología, instrumentos y métodos de medición adecuada para la toma de tiempos.          | Cronometraje vuelto a cero o acumulativo                | Computador                                                                     |
|                                                                                                                 | Toma de tiempos de los procesos en los puestos de trabajo.                                                | Cronometraje vuelto a cero o acumulativo                | Cronómetro<br>Ficha de registro de tiempos                                     |
|                                                                                                                 | Realizar los diagramas de representación del flujo de material.                                           | Layout<br>Diagrama de recorrido                         | Laptop<br>Formatos de diagramas                                                |
|                                                                                                                 | Cálculos del tiempo estándar, capacidad productiva.                                                       | Investigación del estudio de tiempos y movimientos      | Laptop<br>Hoja de cálculo                                                      |
|                                                                                                                 | Establecer los movimientos eficientes e ineficientes                                                      | Aplicación del Therbligs                                | Diagramas de procesos, analítico                                               |
| Plantear una propuesta de mejora para el incremento de la eficiencia del proceso de producción.                 | Realizar una propuesta de mejora tomando en cuenta a los procesos que están creando tiempos innecesarios. | Análisis de resultados                                  | Resultados de los tiempos obtenidos                                            |
|                                                                                                                 | Comparación de los resultados del estado actual con la propuesta de mejora de la empresa.                 | Resultados del estudio de tiempos y movimientos         | Laptop<br>Cálculos<br>Diagramas                                                |
|                                                                                                                 | Revisiones de avances                                                                                     | Investigación del estudio de tiempos y movimientos      | Laptop<br>Microsoft Word<br>Microsoft Excel                                    |
|                                                                                                                 | Elaborar el informe final                                                                                 | Investigación del estudio de tiempos y movimientos      | Laptop<br>Microsoft Word<br>Microsoft Excel                                    |

La tabla de recolección de información fue de gran utilidad para el desarrollo metodológico de la investigación, ya que presenta sistemáticamente las actividades, técnicas e instrumentos necesarios para alcanzar los objetivos planteados.

#### 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Con el propósito de garantizar la coherencia y validez de los resultados obtenidos, se estructuró un plan de procesamiento y análisis de datos que orienta el tratamiento de la información recopilada durante las visitas técnicas a la empresa HCH-Shoes. Dicho plan, detallado en la Tabla 10, establece dos etapas secuenciales: la primera comprende la revisión, tabulación y representación de los datos mediante diagramas de flujo, cursogramas analíticos y registros de tiempos; la segunda contempla la presentación formal de los resultados a través de los softwares Microsoft Word, Microsoft Excel y AutoCAD. Este esquema metodológico asegura que cada dato cronometrado, cada distancia recorrida y cada actividad identificada en el proceso productivo sean procesados bajo los mismos criterios, permitiendo calcular con precisión el tiempo estándar, la capacidad productiva y las ineficiencias de cada área.

Tabla 10. Procesamiento de datos

| Plan de procesamiento y análisis de datos |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N.                                        | Plan                   | Procesamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1                                         | Procesamiento de datos | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se elaboró el análisis inicial de la empresa mediante visitas técnicas.</li> <li>- Se realizó la revisión sistemática de la información recolectada.</li> <li>- Se realizó la tabulación descriptiva del proceso actual.</li> <li>- Se representó los procesos mediante diagramas.</li> <li>- Se aplicaron las herramientas para la medición del trabajo mediante registros de datos numéricos y cursogramas.</li> <li>- Se desarrollo la propuesta de mejora mediante herramientas Lean y la metodología SLP.</li> </ul> |
| 2                                         | Presentación de datos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se elaboró el informe escrito mediante Microsoft Word.</li> <li>- La tabulación de los datos se realizó mediante Microsoft Excel.</li> <li>- La representación gráfica se desarrolló con software AutoCAD y Visio.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

#### 3.1.1 Reseña histórica de la empresa “HCH SHOES”

La empresa “HCH SHOES” fue fundada en el año 2019, con un enfoque específico en la manufactura de calzado deportivo para adultos, abarcando tanto el segmento masculino como el femenino. Durante la pandemia del Covid-19, la compañía inició sus operaciones en un entorno económico adverso, adaptándose rápidamente a las limitaciones impuestas por las medidas de confinamiento.

A medida que las actividades comerciales comenzaron a reactivarse y se levantaron las restricciones de movilidad, la empresa “HCH Shoes” ajustó sus estrategias de mercado y producción enfocándose en la creciente demanda de calzado deportivos postpandemia en la región Costa, logrando abarcar un gran mercado en la ciudad de Guayaquil con una producción aproximada de 10 docenas semanales.

La pequeña empresa logró a finales del 2020 ser reconocida por clientes mayoristas por la calidad en sus productos logrando incrementar la producción de 15 a 20 docenas semanales. Sin embargo, la demanda de calzado deportivo por clientes mayoristas va en aumento y requiere una mayor producción alrededor de 20 a 40 docenas semanales.

En la Figura 8 se muestra la ubicación geográfica de la empresa HCH-Shoes.

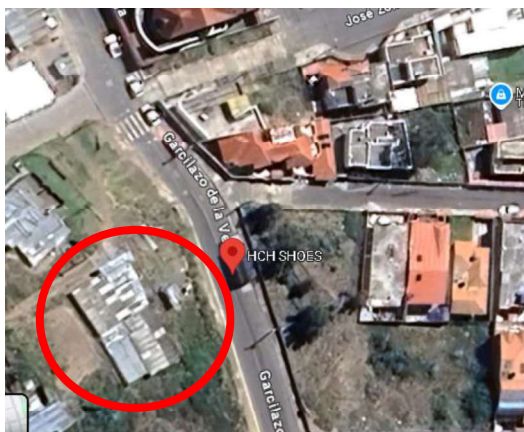


Figura 8. Ubicación empresa HCH-Shoes

### ***a. Datos de la empresa***

La información descrita se presenta de manera consolidada en la Tabla 11, la cual resume los datos informativos más relevantes de la organización y constituye la referencia institucional del presente estudio.

Tabla 11. Información de la empresa

|                                                                                    |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  |                            |
| <b>Registro único de contribuyente</b>                                             | 1804069597001              |
| <b>Razón social</b>                                                                | HCH-Shoes                  |
| <b>Actividad económica</b>                                                         | Fabricación de calzado     |
| <b>Tamaño de la empresa</b>                                                        | Pequeña empresa            |
| <b>Dirección</b>                                                                   | Calle Garcilazo de la Vega |
| <b>Correo electrónico</b>                                                          | ericksct96@gmail.com       |
| <b>Teléfono</b>                                                                    | 0987538909                 |

### ***b. Misión***

En HCH SHOES, nuestra misión es diseñar y fabricar calzado deportivo innovador y de alta calidad. Nos comprometemos a ofrecer productos que integren funcionalidad, comodidad y estilo, priorizando siempre la satisfacción del cliente. A través de la mejora continua, buscamos no solo destacar en el mercado, sino también contribuir de manera positiva a la comunidad en la que operamos."

### ***c. Visión***

"Nuestro objetivo es consolidarnos como una marca líder a nivel nacional en el sector del calzado, destacando por la calidad de nuestros productos y nuestro firme compromiso con la sociedad. Aspiramos a generar un impacto positivo en la vida de nuestros clientes, satisfaciendo sus necesidades y superando sus expectativas."

### 3.1.2 Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa HCH-Shoes se muestra en la Figura 9, en el cual se describe la relación entre las respectivas áreas.

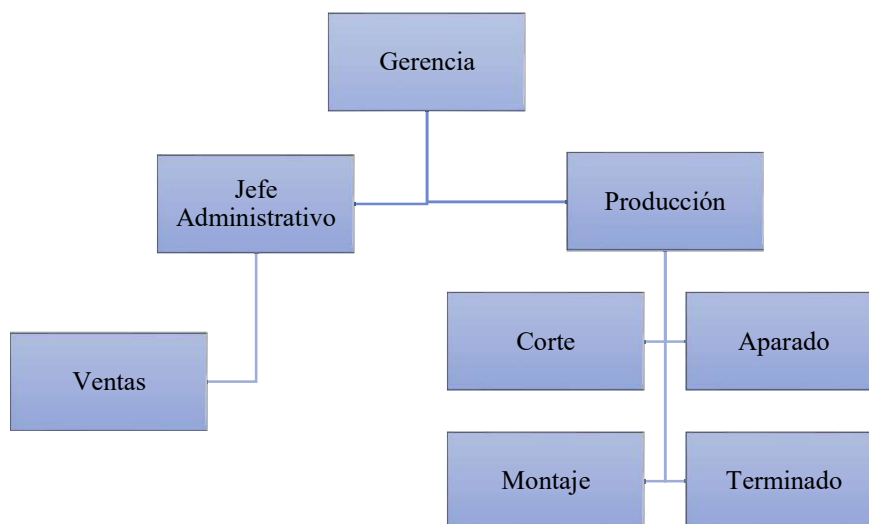


Figura 9. Estructura organizacional

### 3.1.3 Productos

La empresa HCH-Shoes ofrece una amplia gama de productos orientados a satisfacer las necesidades de sus clientes, con modelos diseñados bajo líneas deportivas dirigidas a los segmentos masculino, femenino e infantil. En la Tabla 12 se presentan los modelos de mayor demanda registrados por la empresa durante los últimos meses.

Tabla 12. Productos más demandados

| Código | Producto                                                                            | Código | Producto                                                                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 196    |  | SB     |  |
| AIR    |  | 121    |  |

| Código | Producto                                                                          | Código | Producto                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| N12    |  | 114    |  |
| N02    |  | N05    |  |
| R08    |  | 301    |  |

### 3.1.4 Análisis ABC calzado HCH-Shoes

Para poder agrupar el calzado vendido según las categorías del método ABC, se tomó en cuenta los rangos según la zona A, B, o C. En la Tabla 13 se muestran los valores en la categoría A tienen un rango de 0% al 80 %, categoría B de 80 al 95 % y la categoría C del 95 al 100%.

Tabla 13. Análisis ABC de los productos

| N° | Cod  | Cant | Total (\$) | Participación | Part. Aum. | Clasificación |
|----|------|------|------------|---------------|------------|---------------|
| 1  | 196  | 1746 | 19040      | 20,47%        | 20,47%     | A             |
| 2  | AIR  | 1162 | 11602      | 13,62%        | 34,09%     | A             |
| 3  | N12  | 806  | 8337       | 9,45%         | 43,54%     | A             |
| 4  | N02  | 536  | 5543       | 6,28%         | 49,82%     | A             |
| 5  | R08  | 344  | 3256       | 4,03%         | 53,85%     | A             |
| 6  | SB   | 309  | 2914       | 3,62%         | 57,47%     | A             |
| 7  | 121  | 463  | 4746       | 5,43%         | 62,90%     | A             |
| 8  | 114  | 362  | 3493       | 4,24%         | 67,14%     | A             |
| 9  | N05  | 327  | 3110       | 3,83%         | 70,98%     | A             |
| 10 | 301  | 320  | 3206       | 3,75%         | 74,73%     | A             |
| 11 | 106  | 205  | 2648       | 2,40%         | 77,13%     | A             |
| 12 | N530 | 152  | 1497       | 1,78%         | 78,91%     | A             |
| 13 | Z01  | 188  | 1889       | 2,20%         | 81,12%     | B             |
| 14 | A06  | 82   | 824        | 0,96%         | 82,08%     | B             |

| Nº | Cod     | Cant | Total (\$) | Participación | Part. Aum. | Clasificación |
|----|---------|------|------------|---------------|------------|---------------|
| 15 | 127     | 81   | 1024       | 0,95%         | 83,03%     | B             |
| 16 | F10     | 81   | 1026       | 0,95%         | 83,98%     | B             |
| 17 | 123     | 75   | 1050       | 0,88%         | 84,86%     | B             |
| 18 | LOW     | 90   | 843        | 1,05%         | 85,91%     | B             |
| 19 | 120     | 68   | 848        | 0,80%         | 86,71%     | B             |
| 20 | DC      | 66   | 694        | 0,77%         | 87,48%     | B             |
| 21 | J05     | 85   | 829        | 1,00%         | 88,48%     | B             |
| 22 | AM2     | 63   | 630        | 0,74%         | 89,22%     | B             |
| 23 | T04     | 75   | 1050       | 0,88%         | 90,09%     | B             |
| 24 | J21     | 66   | 660        | 0,77%         | 90,87%     | B             |
| 25 | R01     | 77   | 693        | 0,90%         | 91,77%     | B             |
| 26 | N08     | 70   | 650        | 0,82%         | 92,59%     | B             |
| 27 | AIR MAX | 45   | 432        | 0,53%         | 93,12%     | B             |
| 28 | 450     | 42   | 588        | 0,49%         | 93,61%     | B             |
| 29 | 562     | 41   | 389        | 0,48%         | 94,09%     | B             |
| 30 | 170     | 41   | 388        | 0,48%         | 94,57%     | B             |
| 31 | N14     | 52   | 468        | 0,61%         | 95,18%     | C             |
| 32 | AN90    | 36   | 336        | 0,42%         | 95,60%     | C             |
| 33 | N02 REB | 54   | 518        | 0,63%         | 96,24%     | C             |
| 34 | T03     | 45   | 630        | 0,53%         | 96,76%     | C             |
| 35 | 122     | 32   | 416        | 0,38%         | 97,14%     | C             |
| 36 | T102    | 42   | 420        | 0,49%         | 97,63%     | C             |
| 37 | 125     | 29   | 406        | 0,34%         | 97,97%     | C             |
| 38 | A70     | 21   | 212        | 0,25%         | 98,22%     | C             |
| 39 | 113     | 21   | 210        | 0,25%         | 98,46%     | C             |
| 40 | J120    | 24   | 336        | 0,28%         | 98,75%     | C             |
| 41 | A33     | 15   | 150        | 0,18%         | 98,92%     | C             |
| 42 | A09     | 13   | 182        | 0,15%         | 99,07%     | C             |
| 43 | 112     | 10   | 122        | 0,12%         | 99,19%     | C             |
| 44 | T02     | 9    | 126        | 0,11%         | 99,30%     | C             |
| 45 | 116     | 8    | 106        | 0,09%         | 99,39%     | C             |
| 46 | R05     | 43   | 602        | 0,50%         | 99,89%     | C             |
| 47 | M51     | 5    | 50         | 0,06%         | 99,95%     | C             |
| 48 | 3       | 4    | 50         | 0,05%         | 100,00%    | C             |

Con base al análisis ABC realizado, se identifica que aproximadamente el 80% de las ventas de la empresa de calzado HCH-Shoes están representadas por 12 de los 48 modelos de calzado deportivos encontrados dentro de la categoría A, los cuales representan un porcentaje de participación entre los modelos del 25%, la categoría B cuenta con 18 modelos y representan un porcentaje de participación del 37,50%, y la categoría C con un porcentaje de participación del 37,50%.

La Tabla 14 representa el resumen de la clasificación ABC.

Tabla 14. Resumen análisis ABC

| HCH SHOES<br>ANÀLISIS ABC |               |                        |                    |                        |                              |
|---------------------------|---------------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|
| Participación<br>estimada | Clasificación | Cantidad de<br>modelos | Participación<br>% | Unidades<br>Producidas | Participación<br>Unid. Prod. |
| 0 - 80 %                  | Producto A    | 12                     | 25,00%             | 6732                   | 78,91%                       |
| 80 - 95 %                 | Producto B    | 18                     | 37,50%             | 1336                   | 15,66%                       |
| 95 - 100 %                | Producto C    | 18                     | 37,50%             | 463                    | 5,43%                        |

Los resultados muestran que 12 modelos de zapatillas se encuentran en el rango de la categoría A y representan el 25% del total de modelos, sin embargo, a nivel de producción representan el 78.91% del inventario.

La figura 10 muestra de manera gráfica la producción total de la empresa.

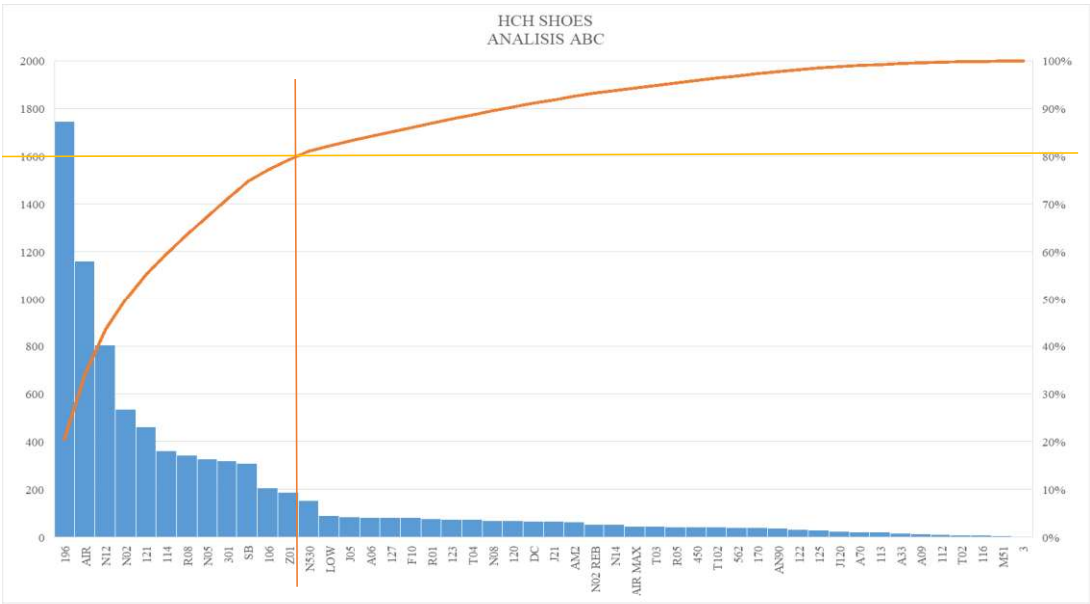


Figura 10. Diagrama de Pareto HCH-Shoes

El diagrama de Pareto muestra que la producción del modelo 196 es de 1746 pares y representa ventas con un valor de \$19040 en el periodo de mayo-diciembre 2024 y enero-abril del 2025.

El modelo especificado en la Tabla 15 representa el objeto de estudio más representativo de las ventas.

Tabla 15. Modelo seleccionado para el estudio

| Modelo                                                                             | Demanda (pares) | Ingresos (\$) | % Participación | Clasificación |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| 196                                                                                | 1746            | 19040         | 20,47           | A             |
|  |                 |               |                 |               |

### 3.1.5 Proceso de producción

En esta investigación, se hizo un análisis inicial de los procesos, identificando las áreas de corte, aparado, montaje y terminado. Se realizó una descripción del proceso general de producción, lo cual se puede observar en la Tabla 16 y después se levantó la información de todas las áreas de forma ascendente mostrando de manera más detallada el proceso productivo.

Tabla 16. Área de producción

| Área de corte                                                                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | El área de corte se encarga de procesar la materia prima para obtener las piezas del modelo incluyendo los forros y plantillas. Las tallas son de acuerdo con las solicitadas en la orden de producción. En esta área las actividades se dividen en dos operaciones. La operación del corte encargado de cortar los forros y la operación de estampado encargado de estampar y suministrar los materiales adicionales. |
| Área de aparado                                                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>En el área de armado se procede a verificar y preparar las piezas del modelo, se coloca pegamento para unir las piezas y posteriormente aparar en las máquinas. Si los cortes receptados cuentan con errores son reprocesados o desechados si no pasan el control de calidad.</p>                                                                                                                          |
| <p><b>Área de montaje</b></p>                                                      | <p><b>Descripción</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|   | <p>En esta área se procede a realizar el encementado, colocación puntas y talones termo adheribles, se cosen con la plantilla para luego colocarlo en la horma, esto permite posteriormente encementar la planta y el corte hormado. Luego se realiza el reactivado de la suela y el corte, una vez reactivado se procede a colocar la suela y el prensado, obteniendo la fijación y firmeza del calzado.</p> |
| <p><b>Área de terminado</b></p>                                                    | <p><b>Descripción</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | <p>En esta área se procede a dar los últimos arreglos al calzado, se extrae la horma, se revisa si cumple con los parámetros de calidad. Se realiza la limpieza de residuos de pegamento. Luego se coloca la plantilla y demás accesorios. Finalmente se realiza el almacenaje del producto en su respectiva caja o funda.</p>                                                                                |

### 3.1.6 Diagrama de flujo del proceso de producción

La representación visual del flujo del proceso de producción del calzado deportivo se muestra en la Figura 11, el cual inicia desde la solicitud del pedido al jefe de producción hasta el almacenamiento del producto terminado o despacho de este. Sin embargo, la parte operativa del proceso se organiza en cuatro áreas de manera secuencial, de esta manera se muestra el flujo del proceso mediante la secuencia de actividades a través del área de corte hasta finalizar en el área de terminado.

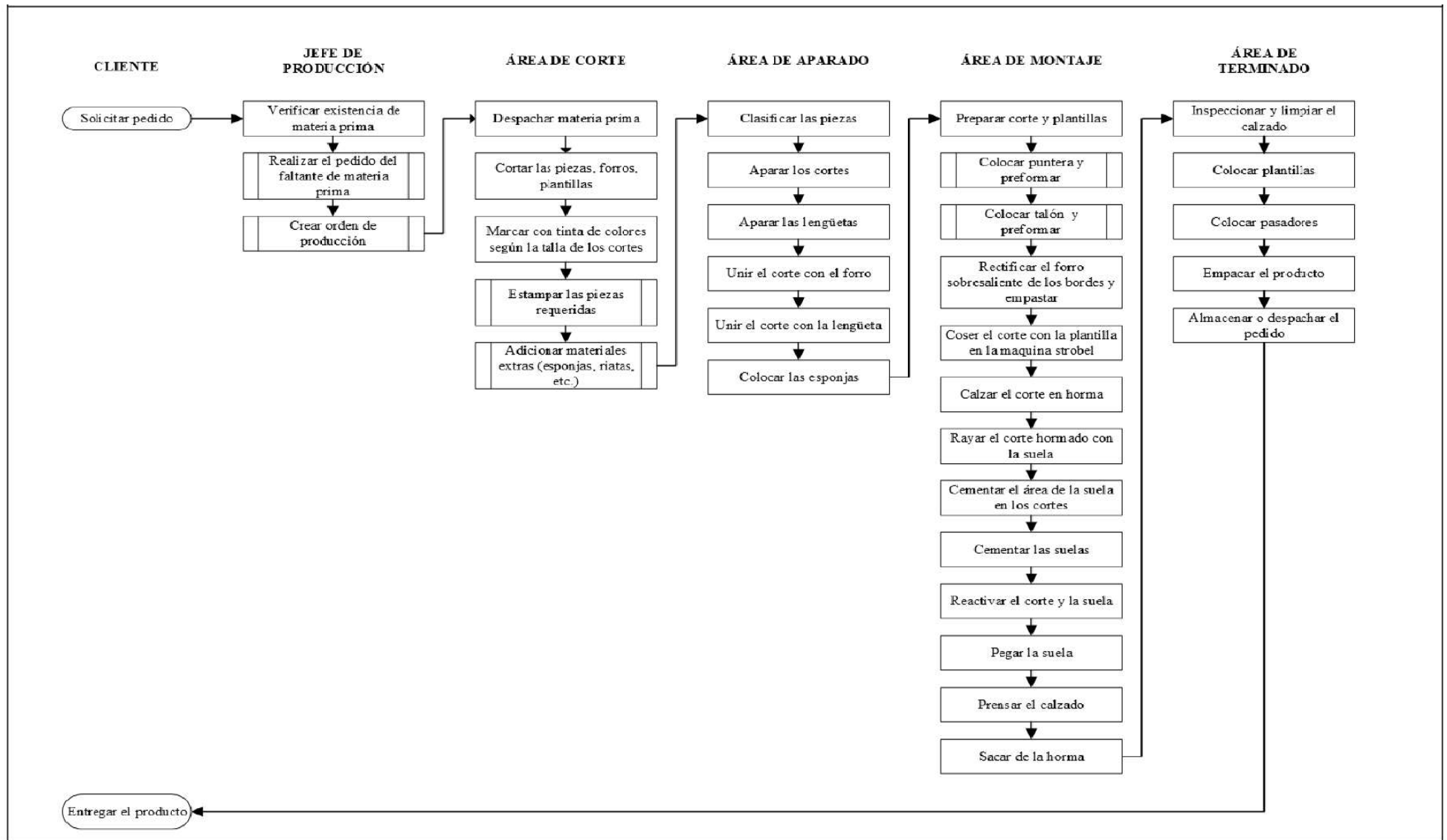


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de calzado

### 3.1.7 Descripción de las actividades de cada área de la empresa

#### a. Área de corte

- **Operación 1: Corte de todas las piezas**

En esta operación se procesan los materiales recibidos en bodega para obtener las piezas que conforman el modelo solicitado. El proceso inicia con la recepción e inspección de la materia prima y concluye con el traslado de las piezas cortadas hacia la zona de preparado. Las actividades identificadas en esta etapa se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17. Actividades para el corte de todas las piezas del calzado

| Nº | ACTIVIDAD                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------|
| 1  | Materia prima en bodega                                          |
| 2  | Transporte de la materia prima al área de corte                  |
| 3  | Revisión de la orden de producción e inspección de materia prima |
| 4  | Selección de los moldes del modelo y talla solicitados           |
| 5  | Colocación del material en la mesa de corte                      |
| 6  | Corte de piezas de acuerdo con el material especificado          |
| 7  | Colocación del material de forro en la mesa de corte             |
| 8  | Corte de los forros                                              |
| 9  | Colocación del material de plantillas en la mesa de corte        |
| 10 | Corte de plantillas                                              |
| 11 | Clasificación y marcado de las piezas                            |
| 12 | Enfundado de piezas y colocación en gaveta                       |
| 13 | Transporte de la gaveta a la zona de preparado                   |

Se identificaron 13 actividades entre transportes, manipulación del material e inspecciones, siendo las actividades más relevantes el corte de las piezas de cuero, forros y plantillas. Estas representan un gran volumen al ser varias piezas para un par de zapatillas, y aún más en volumen cuando la orden de producción es superior a una docena.

- **Operación 2: Estampado de piezas**

Esta operación se realiza la preparación complementaria de los cortes, incluyendo el estampado de piezas y la incorporación de materiales adicionales requeridos por el modelo. Las actividades identificadas se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Actividades para el estampado de las piezas

| Nº | Actividades                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------|
| 1  | Recepción de cortes y verificación de los cortes                      |
| 2  | Clasificación de piezas a estampar                                    |
| 3  | Estampado de piezas                                                   |
| 4  | Colocación de materiales extras en la gaveta (esponjas, riatas, etc.) |
| 5  | Enfundado de piezas estampadas y colocación en la gaveta              |
| 6  | Transporte de gaveta al área de aparado                               |

En el área de corte, se identificaron 6 actividades, de las cuales las actividades de estampado y colocación de materiales extras son de mayor relevancia para el proceso ya que se preparan los insumos para el siguiente proceso.

**b. Área de aparado**

- **Operación 3: Aparado de los cortes**

En esta área se ensamblan las piezas del corte mediante costura. El proceso inicia con la recepción de los cortes preparados y finaliza con el transporte del producto semiterminado al área de montaje. A continuación, en la Tabla 19 se detallan las actividades del proceso:

Tabla 19. Actividades del aparado de los cortes

| Nº | Actividades                                   |
|----|-----------------------------------------------|
| 1  | Recepción y verificación de cortes preparados |
| 2  | Clasificación de los cortes                   |
| 3  | Aparado de los cortes                         |
| 4  | Aparado de las lengüetas                      |

| Nº | Actividades                                    |
|----|------------------------------------------------|
| 5  | Unión de los cortes con los forros             |
| 6  | Unión de los cortes forrados con las lengüetas |
| 7  | Colocación de las esponjas dentro del corte    |
| 8  | Colocación de cortes terminados en la gaveta   |
| 9  | Transporte de gaveta al área de montaje        |

En el área de aparado se identificaron 9 actividades, la actividad más relevante se considera el aparado de los cortes ya que este representa el cuerpo principal del calzado al cual se le añadirán las demás piezas.

### *c. Área de montaje*

- ***Operación 4: Conformado del calzado***

Esta operación agrupa las actividades de mayor complejidad y variedad del proceso productivo. Comprende el preformado del corte, el cosido con la plantilla, el calzado en horma, el pegado y prensado de la suela, y el deshormado del calzado. Las actividades identificadas se detallan en la Tabla 20.

Tabla 20. Actividades para el conformado del calzado

| Nº | Actividades                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Recepción y verificación de cortes aparados                              |
| 2  | Clasificación de cortes y plantillas por talla                           |
| 3  | Trasporte de los cortes a la zona de preformado                          |
| 4  | Colocación puntera termo adherible y preformar                           |
| 5  | Colocación talón termo adherible y preformar                             |
| 6  | Transporte de cortes preformados a máquina strobel                       |
| 7  | Rectificado de los bordes sobresalientes del forro y empastado del corte |
| 8  | Cosido del corte con la plantilla en máquina strobel                     |
| 9  | Colocación de los cortes en la zona de empaste                           |
| 10 | Preparación de la serie de hormas según la orden de producción           |
| 11 | Colocar hormas en zona de empaste                                        |
| 12 | Preparación de la serie de plantas según la orden de producción          |
| 13 | Transporte de las plantas a zona de empaste                              |
| 14 | Calzado del corte en las hormas                                          |
| 15 | Rayado de la suela en el corte hormado                                   |
| 16 | Cementado de los cortes                                                  |

| Nº | Actividades                                |
|----|--------------------------------------------|
| 17 | Cementado de las plantas                   |
| 18 | Reactivado del corte y la planta           |
| 19 | Pegado de la planta en el corte hormado    |
| 20 | Prensado del calzado                       |
| 21 | Espera del calzado hasta enfriarse         |
| 22 | Deshormado del calzado                     |
| 23 | Trasporte del calzado al área de terminado |

En el área de conformado se identificaron 23 actividades, la actividad más relevante el plantado en el cual se unen corte con la planta formando producto final.

#### *d. Área de terminado*

- ***Operación 5: Limpieza y empackado del producto final***

En esta operación se realizan los acabados finales del calzado, la inspección de calidad, la colocación de accesorios y el empaque del producto terminado. Las actividades que conforman este proceso se detallan en la Tabla 21.

Tabla 21. Actividades del área de terminado

| Nº | Actividad                                          |
|----|----------------------------------------------------|
| 1  | Recepción del calzado                              |
| 2  | Inspección y limpieza del calzado                  |
| 3  | Colocación de plantillas                           |
| 4  | Colocación de pasadores                            |
| 5  | Empacado del producto según la orden de producción |
| 6  | Almacenamiento o despacho del pedido               |

En el área de terminado se identificaron 6 actividades, la actividad más relevante es la inspección y limpieza del producto final, debido a que se debe identificar si existe algún defecto de calidad del calzado.

### **3.1.8 Layout actual de la empresa HCH-Shoes**

Las instalaciones en donde se realizan las actividades de fabricación de calzado deportivo constan de aproximadamente 180m<sup>2</sup>, en donde se ubican las áreas de corte, armado, montaje y terminado.



### 3.1.9 Cursograma sinóptico de la empresa

La Tabla 22 muestra un cursograma sinóptico que detalla las principales operaciones, transportes e inspecciones para realizar la operación 1 en el área de corte.

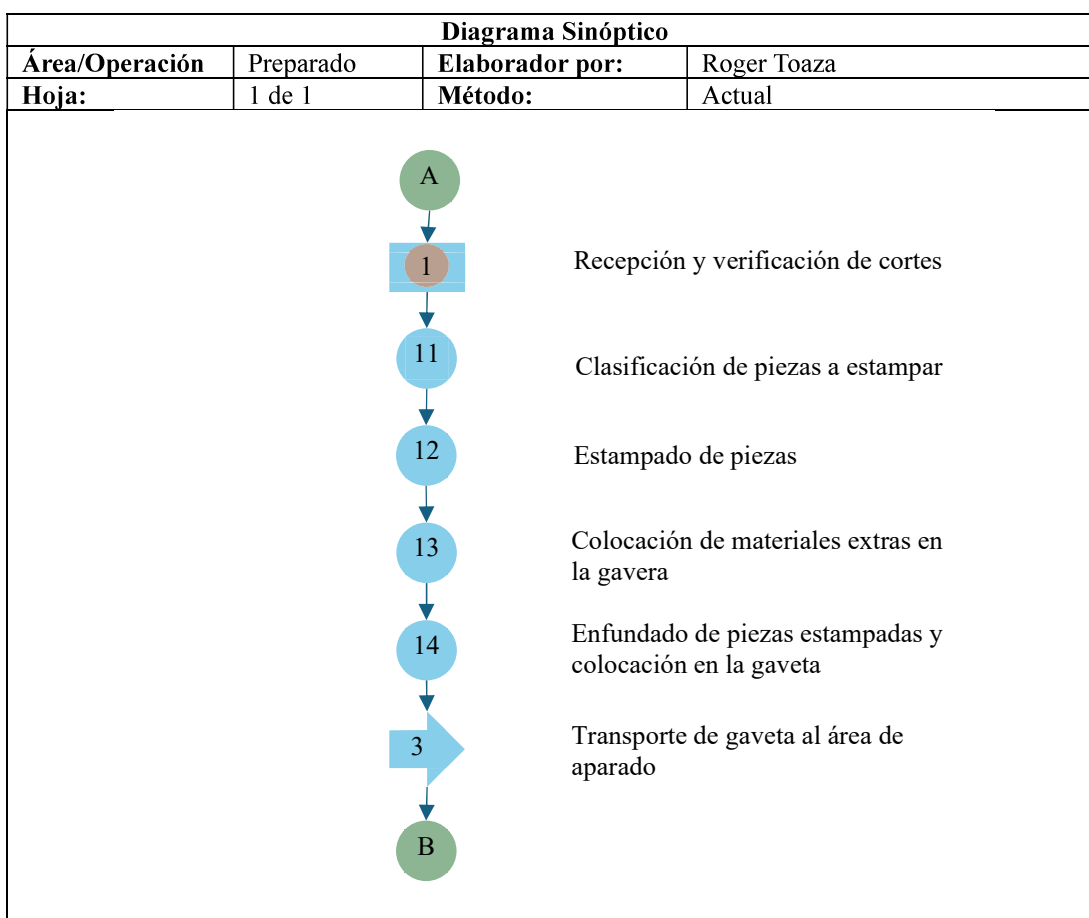
Tabla 22. Cursograma sinóptico operación 1



En el cursograma de la operación 1 se identificaron 2 transporte y 10 procesos, durante la actividad de corte del cuero se puede apreciar que el mismo trabajador corta el material para el forro y plantillas que implica quitar de la mesa el material anterior y tender el nuevo material. Luego de haber cortado todos los materiales se finaliza con el transporte de la gaveta hacia la operación 2.

La Tabla 23 muestra el cursograma sinóptico de la operación 2 que detalla las principales operaciones, transportes e inspecciones en la zona de estampado.

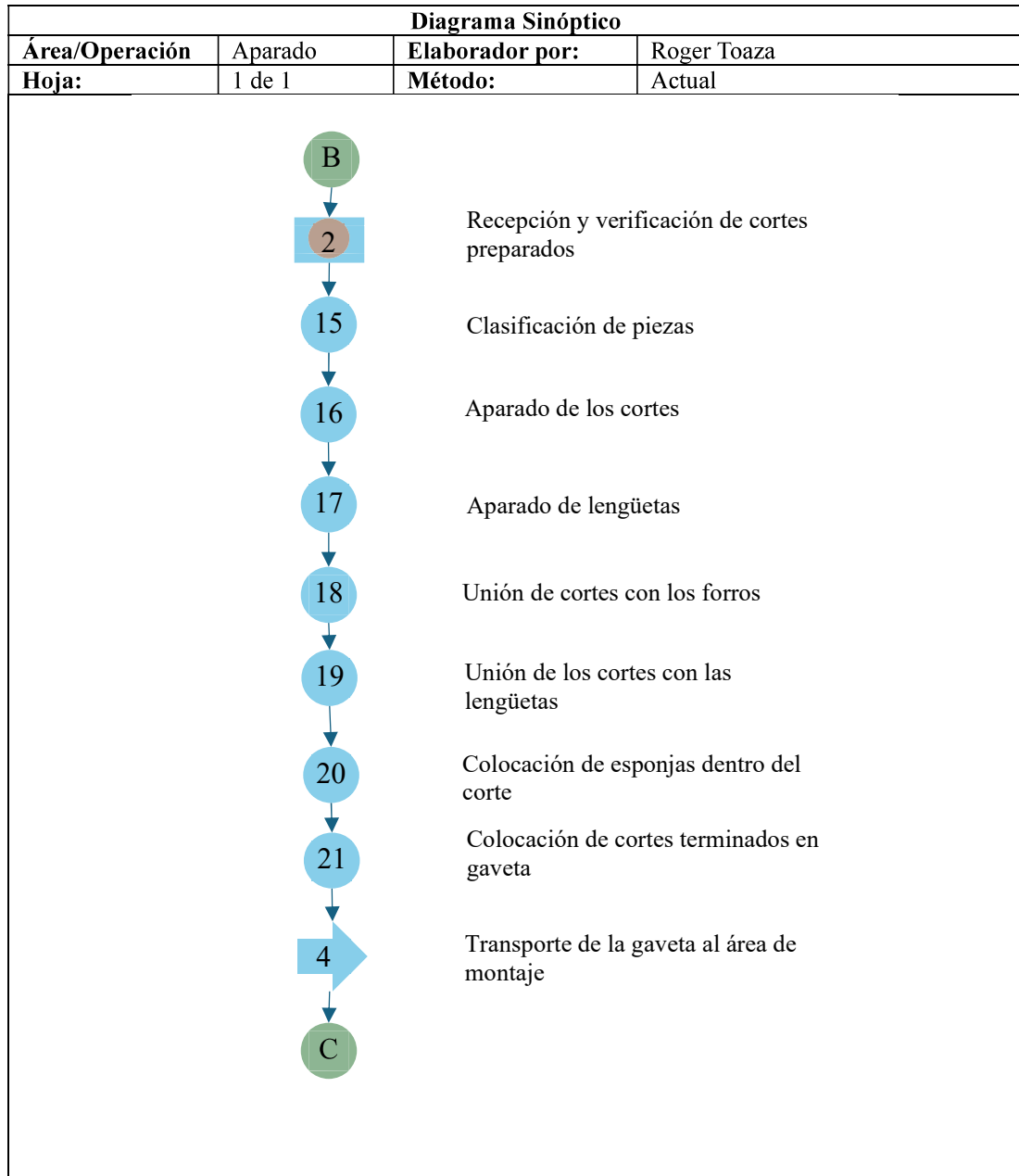
Tabla 23. Cursograma sinóptico operación 2



En el cursograma de la operación 2 se identificó 1 transporte, 4 procesos y 1 proceso combinado, la actividad de estampado de piezas se considera de gran importancia al realizarse en la plancha a una cierta temperatura.

La Tabla 24 muestra el cursograma sinóptico de la operación 3, que detalla las principales operaciones, transportes e inspecciones en el área de armado.

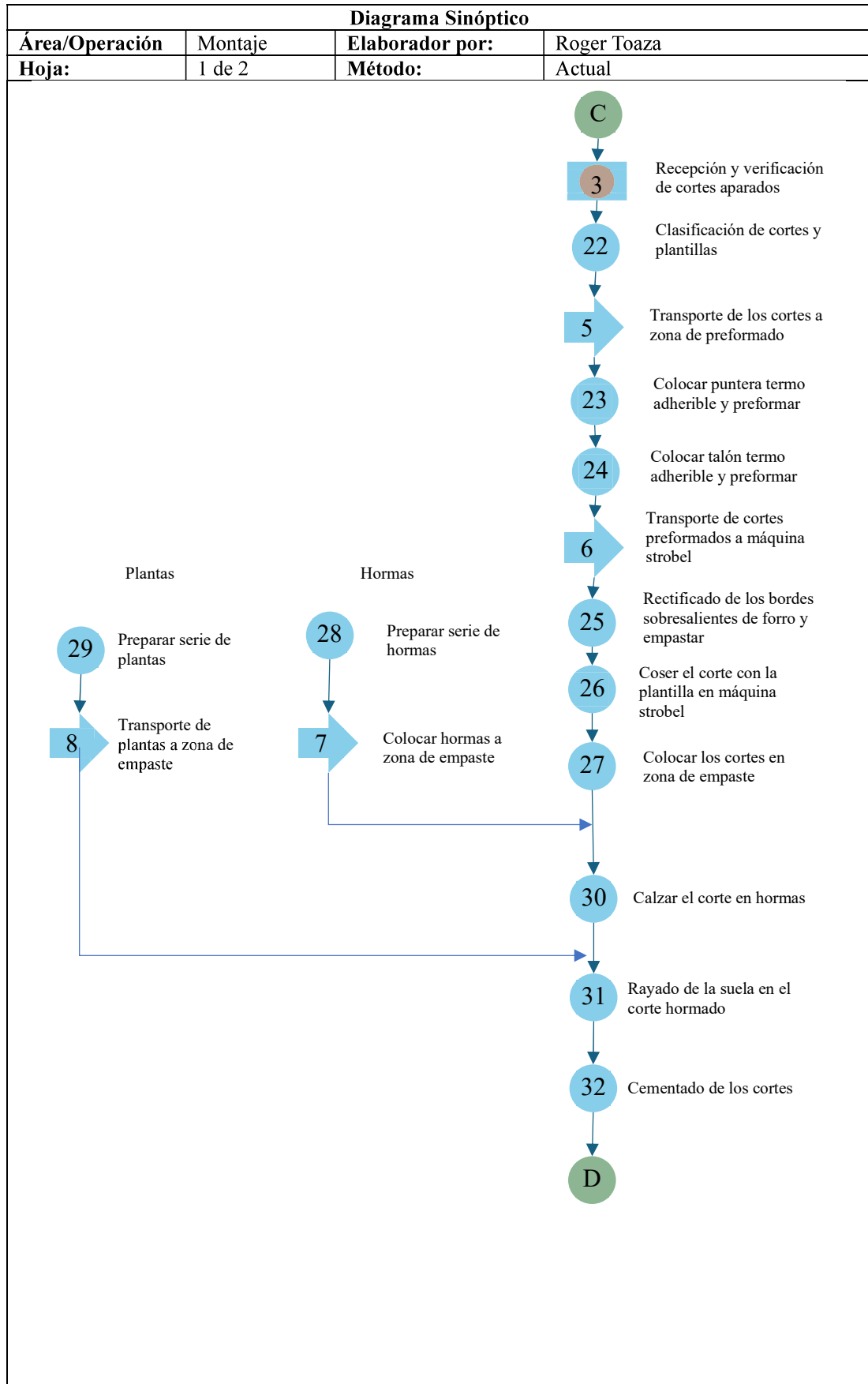
Tabla 24. Cursograma sinóptico operación 3

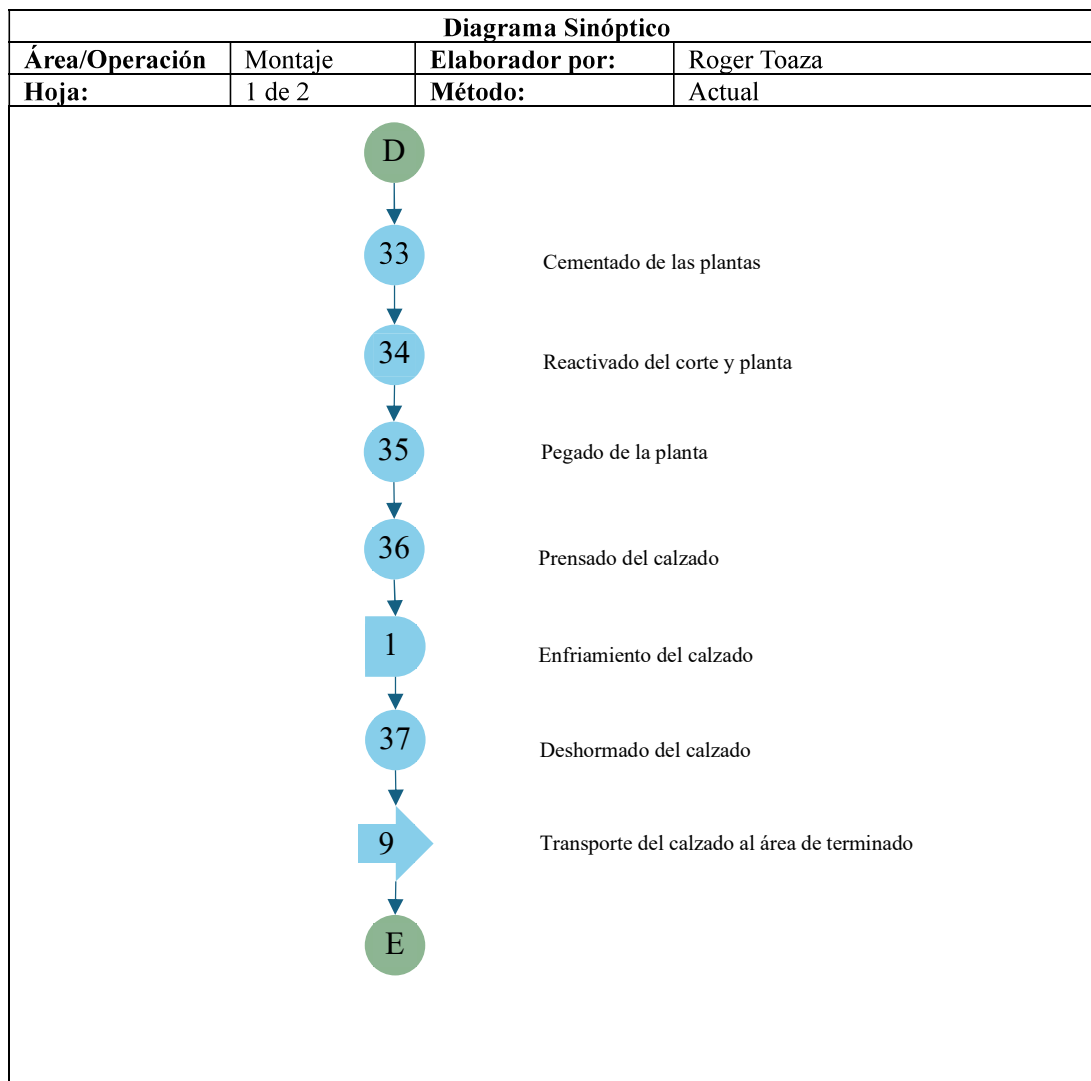


En el cursograma de la operación 3 se identificó 1 transporte, 7 procesos y 1 proceso combinado. En este proceso el aparado de los cortes debe ser preciso al realizar las costuras, de esta manera los productos mantienen la calidad.

La Tabla 25 muestra el cursograma sinóptico de la operación 4, que detalla las principales operaciones, transportes e inspecciones en el área de montaje.

Tabla 25. Corsograma sinóptico operación 4

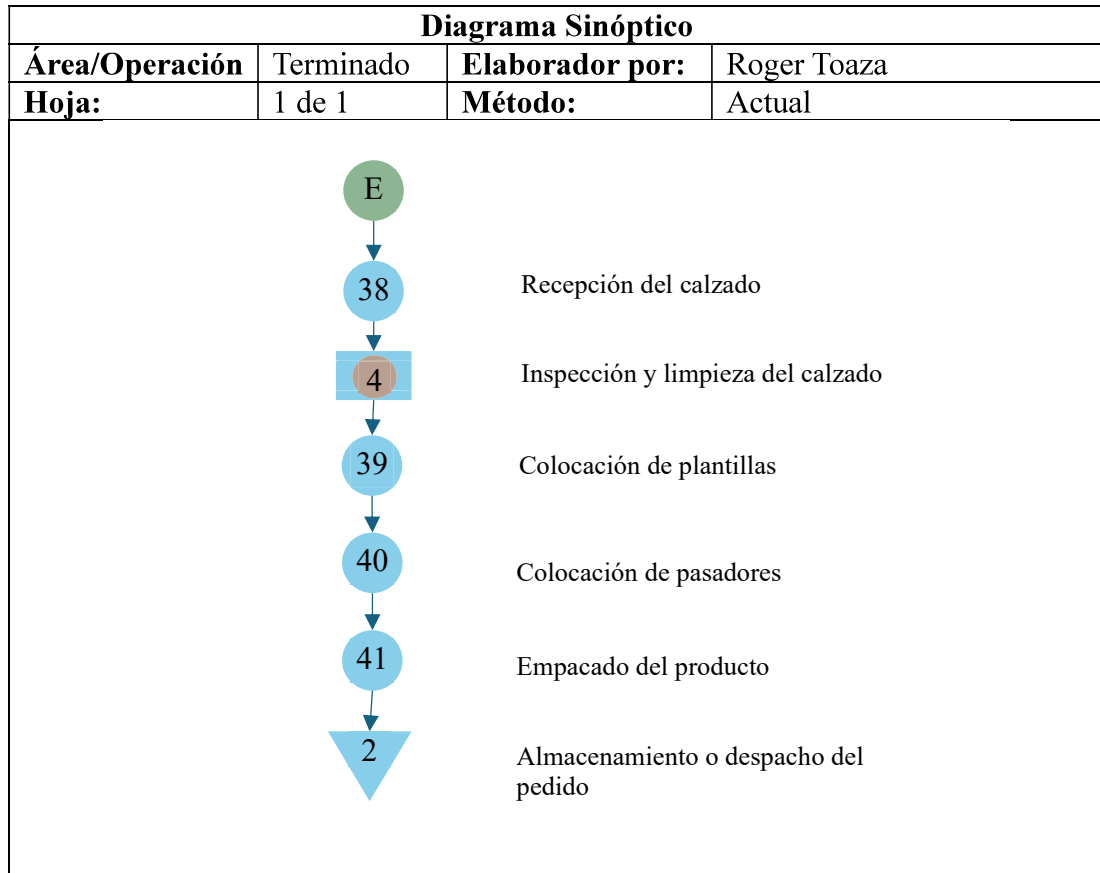




En el cursograma de la operación 4 se identificó 5 transporte, 1 espera, 1 proceso combinado y 16 procesos. En este proceso se debe controlar un adecuado preformado de las puntas y talones, aplicar una adecuada capa de cemento en el corte y planta, el reactivado debe ser en un tiempo y temperatura controlada, el prensado debe ser con una presión y tiempo estandarizado.

La Tabla 26 muestra el cursograma sinóptico de la operación 5, que detalla las principales operaciones, transportes e inspecciones en el área de terminado. Este proceso es importante ya que aplica el control de calidad al producto terminado para su posterior empaquetado.

Tabla 26. Cursograma sinóptico operación 5



En el cursograma de la operación 5 se identificó 1 almacenamiento, 1 proceso combinado y 4 procesos. En este proceso durante la inspección y limpieza del calzado se aplica el control de calidad al producto.

### 3.1.10 Diagrama de recorrido

En la Figura 13 se muestra el recorrido de la materia prima en el proceso de fabricación del calzado deportivo. En el cual se muestran los transportes, operaciones, inspecciones y almacenamiento del producto. La materia prima se traslada desde la bodega hacia el área de corte, este cuenta con una instalación para 5 trabajadores de los cuales 3 estaciones son ocupadas. De igual manera el proceso de apurado cuenta con 5 máquinas de las cuales 3 son utilizada. Las demás áreas cuentan con un trabajador para cada estación.



En el diagrama de recorrido actual se identifica visualmente que existe transportes de largas distancias en el área de montaje, bodega de plantas y zona de preformado. Incluyendo cruces de material entre el área de montaje, bodega de plantas y zona de preformado que evidencia una deficiencia en la distribución actual de la planta.

### 3.1.11 Cursograma analítico

Se muestra el cursograma del método actual del proceso de elaboración de un lote de 12 pares de zapatillas; en donde se detalla cada una de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que intervienen en cada área.

#### a. Área de Corte

La Tabla 27 presenta el cursograma analítico del método actual correspondiente al área de corte, se registran las 13 actividades que conforman la operación de corte de todas las piezas del calzado para un lote de 12 pares del modelo 196.

Tabla 27. Cursograma analítico método actual – Área de Corte

|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|--|-----------------------------|--|
|  |  | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |  |                      |  | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO |  |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO                                                                |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO    |  |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                                 |  | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |  | MÉTODO:              |  | Actual                      |  |
| DEPARTAMENTO:                                                                       |  | Producción                                                                                                                                                      |  | REALIZADO POR:       |  | Roger Toaza                 |  |
| AREA/PROCESO:                                                                       |  | Corte                                                                                                                                                           |  | APROBADO POR :       |  | Ing. Daysi Ortiz            |  |
| LUGAR:                                                                              |  | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |  | OPERARIO(S) A CARGO: |  | FECHA:                      |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  | 1 de 1                      |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  | DIAGRAMA :                  |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  | 04/06/2025                  |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |
|                                                                                     |  |                                                                                                                                                                 |  |                      |  |                             |  |

Mediante el cursograma analítico se determinaron 9 operaciones, 2 transportes y 1 almacenamiento, con una distancia recorrida de 23,04 metros y un tiempo total de proceso de 2.861,85 segundos, equivalente a 47 minutos con 41,9 segundos. Las actividades de mayor duración corresponden al corte de piezas de cuero con 4.564,30 segundos y al corte de forros con 1.484,99 segundos, concentrando entre ambas el 91,5% del tiempo total del área.

### b. Área de Estampado

La Tabla 28 presenta el cursograma analítico del método actual para el área de estampado, en el cual se registran 6 actividades que conforman la operación de estampado.

Tabla 28. Cursograma analítico método actual – Área de Estampado

|                                                                                    |                                               |                                                                                                                                                                 |              |                      |            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                               | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |              |                      |            | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO                                                          |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO                                                               |                                               |                                                                                                                                                                 |              |                      |            | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO                                                             |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                                |                                               | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |              | MÉTODO:              |            | Actual                                                                               |                                                                                       | HOJA # : 1 de 1                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| DEPARTAMENTO:                                                                      |                                               | Producción                                                                                                                                                      |              | REALIZADO POR:       |            | Roger Toaza                                                                          |                                                                                       | DIAGRAMA # : 1                                                                        |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| AREA/PROCESO:                                                                      |                                               | Estampado de piezas                                                                                                                                             |              | APROBADO POR :       |            | Ing. Daysi Ortiz                                                                     |                                                                                       | FECHA : 04/06/2025                                                                    |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| LUGAR:                                                                             |                                               | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |              | OPERARIO(S) A CARGO: |            |                                                                                      |                                                                                       | FECHA:                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| Identificación de Actividades                                                      |                                               |                                                                                                                                                                 |              | SIMBOLO              |            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| N.º                                                                                | Descripción                                   |                                                                                                                                                                 | Cantidad     | Distancia (m)        | Tiempo (s) |  |  |  |  |  |  | Observaciones                                                                           |
| 1                                                                                  | Recepción y verificación de los cortes        |                                                                                                                                                                 |              |                      | 45,39      |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| 2                                                                                  | Clasificación de piezas a estampar            |                                                                                                                                                                 |              |                      | 62,38      |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| 3                                                                                  | Estampado de piezas                           |                                                                                                                                                                 |              |                      | 1524,8     |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| 4                                                                                  | Colocación de materiales extras en la gaveta  |                                                                                                                                                                 |              |                      | 880,45     |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| 5                                                                                  | Enfundado de piezas y colocacion en la gaveta |                                                                                                                                                                 |              |                      | 190,34     |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| 6                                                                                  | Transporte de gaveta al área de aparato       |                                                                                                                                                                 |              | 8,338                | 22,13      |  |  |  |  |  |  |                                                                                         |
| RESUMEN                                                                            |                                               |                                                                                                                                                                 |              |                      |            |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| ACTIVIDAD                                                                          |                                               | NUMERO                                                                                                                                                          | DISTANCIA(m) |                      | TIEMPO(s)  | TIEMPO (h/min/s):                                                                    |                                                                                       | 0                                                                                     |                                                                                       | 45                                                                                    | 25                                                                                    | Observaciones Generales:<br>Información obtenida para un lote de 12 pares de zapatillas |
| OPERACIÓN                                                                          |                                               | 4                                                                                                                                                               |              |                      | 2657,97    | DISTANCIA (m):                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | 8,338                                                                                 |                                                                                       |                                                                                         |
| TRANSPORTE                                                                         |                                               | 1                                                                                                                                                               | 8,34         |                      | 22,13      |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| INSPECCIÓN                                                                         |                                               | 0                                                                                                                                                               |              |                      | 0          |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| DEMORA                                                                             |                                               | 0                                                                                                                                                               |              |                      | 0          |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| ALMACENAJE                                                                         |                                               | 0                                                                                                                                                               |              |                      | 0          |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| COMBINDAS                                                                          |                                               | 1                                                                                                                                                               |              |                      | 45,39      |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |
| TOTAL                                                                              |                                               | 6                                                                                                                                                               | 8,338        |                      | 2725,49    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |

El cursograma registra 4 operaciones, 1 transporte y 1 operación combinada. Además, muestra una distancia recorrida de 8,34 metros y un tiempo total de 2.725,49 segundos, equivalente a 45 minutos con 25 segundos. La actividad de mayor peso en esta área es el estampado de piezas con 1.524,80 segundos, seguida de la colocación de materiales extras con 880,45 segundos, representando conjuntamente el 88,1% del tiempo total del área.

### c. Área de Aparado

La Tabla 29 presenta el cursograma analítico del método actual para el área de aparado, en el cual se registran 9 actividades que conforman el aparado de los cortes.

Tabla 29. Cursograma analítico método actual – Área de Aparado

|                                                                                   |                                                                                     |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|  |                                                                                     | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |               |                      |                                                                                         | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO                                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                         | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO                                                              |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                               |                                                                                     | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |               | MÉTODO:              |                                                                                         | Actual                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| DEPARTAMENTO:                                                                     |                                                                                     | Producción                                                                                                                                                      |               | REALIZADO POR:       |                                                                                         | Roger Toaza                                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| ÁREA/PROCESO:                                                                     |                                                                                     | Aparado                                                                                                                                                         |               | APROBADO POR:        |                                                                                         | Ing. Daysi Ortiz                                                                      |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| LUGAR:                                                                            |                                                                                     | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |               | OPERARIO(S) A CARGO: |                                                                                         | FECHA:                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| FECHA:                                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| Identificación de Actividades                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                 |               | SIMBOLO              |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| N.º                                                                               | Descripción                                                                         | Cantidad                                                                                                                                                        | Distancia (m) | Tiempo (s)           |        |    |    |    |    |    | Observaciones                     |
| 1                                                                                 | Recepción y verificación de cortes preparados                                       |                                                                                                                                                                 |               | 44,23                |        |    |    |    |    |    | Se recepta en mesa de preparación |
| 2                                                                                 | Clasificación de los cortes                                                         |                                                                                                                                                                 |               | 579,45               |        |    |    |    |    |    |                                   |
| 3                                                                                 | Aparado de los cortes                                                               |                                                                                                                                                                 |               | 10404,23             |        |    |    |    |    |    | En máquinas de aparar             |
| 4                                                                                 | Aparado de lengüetas                                                                |                                                                                                                                                                 |               | 2986,87              |        |    |    |    |    |    |                                   |
| 5                                                                                 | Unión de los cortes con los forros                                                  |                                                                                                                                                                 |               | 1809,84              |        |    |    |    |    |    |                                   |
| 6                                                                                 | Unión de los cortes forrados con las lengüetas                                      |                                                                                                                                                                 |               | 1904,64              |      |  |  |  |  |  |                                   |
| 7                                                                                 | Colocación de las esponjas dentro del corte                                         |                                                                                                                                                                 |               | 471,28               |      |  |  |  |  |  |                                   |
| 8                                                                                 | Colocación de cortes terminados en la gaveta                                        |                                                                                                                                                                 |               | 57,78                |      |  |  |  |  |  |                                   |
| 9                                                                                 | Transporte de gaveta al área de montaje                                             |                                                                                                                                                                 | 4,076         | 15,08                |      |  |  |  |  |  |                                   |
| RESUMEN                                                                           |                                                                                     |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| ACTIVIDAD                                                                         |                                                                                     | NUMERO                                                                                                                                                          | DISTANCIA(m)  | TIEMPO(s)            | TIEMPO (h/min/s):                                                                       |                                                                                       | 5                                                                                     | 4                                                                                     | 33                                                                                    |                                                                                       |                                   |
| OPERACIÓN                                                                         |  | 7                                                                                                                                                               |               | 18214,09             | DISTANCIA (m):                                                                          |                                                                                       | 4,076                                                                                 |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| TRANSPORTE                                                                        |  | 1                                                                                                                                                               | 4,08          | 15,08                | Observaciones Generales:<br>Información obtenida para un lote de 12 pares de zapatillas |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| INSPECCIÓN                                                                        |  | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| DEMORA                                                                            |  | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| ALMACENAJE                                                                        |  | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| COMBINDAS                                                                         |  | 1                                                                                                                                                               |               | 44,23                |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |
| TOTAL                                                                             |                                                                                     | 9                                                                                                                                                               | 4,076         | 18273,4              |                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                   |

El cursograma registra 7 operaciones, 1 transporte y 1 operación combinada. Además, muestra una distancia recorrida de 4,08 metros y un tiempo total de 18.273,40 segundos, equivalente a 5 horas con 4 minutos y 33 segundos. Esta área concentra el mayor tiempo de proceso de toda la línea productiva, siendo el aparado de los cortes en la máquina la actividad crítica con 10.404,23 segundos, seguida del aparado de lengüetas con 2.986,87 segundos, confirmando al área de aparado como el cuello de botella del proceso productivo.

### d. Área de Montaje

La Tabla 30 presenta el cursograma analítico del método actual para el área de montaje, en el cual se registran 23 actividades que se realizan en el área.

Tabla 30. Cursograma analítico método actual – Área de Montaje

|                                                                                   |                                                                         |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|----|---|--|---------------|
|  |                                                                         | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |               |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO |        |    |   |  |               |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO                                                              |                                                                         |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO    |        |    |   |  |               |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                               |                                                                         | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |               | MÉTODO:              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Actual                      |        |    |   |  |               |
| DEPARTAMENTO:                                                                     |                                                                         | Producción                                                                                                                                                      |               | REALIZADO POR:       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Roger Toaza                 |        |    |   |  |               |
| ÁREA/PROCESO:                                                                     |                                                                         | Montaje                                                                                                                                                         |               | APROBADO POR:        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ing. Davsi Ortiz            |        |    |   |  |               |
| LUGAR:                                                                            |                                                                         | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |               | OPERARIO(S) A CARGO: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | FECHA:                      |        |    |   |  |               |
| Identificación de Actividades                                                     |                                                                         | Cantidad                                                                                                                                                        | Distancia (m) | Tiempo (s)           | SIMBOLO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                             |        |    |   |  | Observaciones |
| N.º                                                                               | Descripción                                                             |                                                                                                                                                                 |               |                      |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 1                                                                                 | Recepción y verificación de cortes aparados                             |                                                                                                                                                                 |               | 34,24                |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 2                                                                                 | Clasificación de los cortes y plantillas                                |                                                                                                                                                                 |               | 128,34               |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 3                                                                                 | Transporte de los cortes a zona de prefomado                            |                                                                                                                                                                 | 10,227        | 25,37                |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 4                                                                                 | Colocación puntera termo adherible y prefomar                           |                                                                                                                                                                 |               | 345,6                |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 5                                                                                 | Colocación talón termo adherible y prefomar                             |                                                                                                                                                                 |               | 354,12               |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 6                                                                                 | Transporte de cortes prefomados a máquina strobel                       |                                                                                                                                                                 | 10,227        | 26,41                |                   |                             |        |    |   |  |               |
| 7                                                                                 | Rectificado de los bordes sobresalientes de forro y empastado del corte |                                                                                                                                                                 |               | 227,52               |             |                             |        |    |   |  |               |
| 8                                                                                 | Cosido del corte con la plantilla en máquina strobel                    |                                                                                                                                                                 |               | 322,24               |       |                             |        |    |   |  |               |
| 9                                                                                 | Colocación de los cortes en zona de empaste                             |                                                                                                                                                                 |               | 37,23                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 10                                                                                | Preparación de la serie de hormas según la orden de producción          |                                                                                                                                                                 |               | 45,67                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 11                                                                                | Traslado a zona de bodega de plantas                                    |                                                                                                                                                                 | 6,626         | 17,53                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 12                                                                                | Preparación de la serie de plantas según la orden de producción         |                                                                                                                                                                 |               | 84,2                 |       |                             |        |    |   |  |               |
| 13                                                                                | Transporte de las plantas a zona de empaste                             |                                                                                                                                                                 | 6,626         | 17,24                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 14                                                                                | Calzado del corte en hormas                                             |                                                                                                                                                                 |               | 225,6                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 15                                                                                | Rayado de la suela en el corte homado                                   |                                                                                                                                                                 |               | 331,8                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 16                                                                                | Cementado de los cortes                                                 |                                                                                                                                                                 |               | 1016,16              |       |                             |        |    |   |  |               |
| 17                                                                                | Cementado de las plantas                                                |                                                                                                                                                                 |               | 115,78               |       |                             |        |    |   |  |               |
| 18                                                                                | Reactivado del corte y planta                                           |                                                                                                                                                                 |               | 1373,4               |       |                             |        |    |   |  |               |
| 19                                                                                | Pegado de la planta en el corte hormado                                 |                                                                                                                                                                 |               | 790,24               |       |                             |        |    |   |  |               |
| 20                                                                                | Prensado del calzado                                                    |                                                                                                                                                                 |               | 1120,8               |       |                             |        |    |   |  |               |
| 21                                                                                | Espera del calzado hasta enfriarse                                      |                                                                                                                                                                 |               | 620                  |       |                             |        |    |   |  |               |
| 22                                                                                | Deshomado del calzado                                                   |                                                                                                                                                                 |               | 542,4                |       |                             |        |    |   |  |               |
| 23                                                                                | Trasporte del calzado al área de terminado                              |                                                                                                                                                                 | 2,786         | 6,67                 |       |                             |        |    |   |  |               |
| RESUMEN                                                                           |                                                                         |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
| ACTIVIDAD                                                                         |                                                                         | NUMERO                                                                                                                                                          | DISTANCIA(m)  | TIEMPO(s)            | TIEMPO (h/min/s):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                             | 2      | 10 | 9 |  |               |
| OPERACIÓN                                                                         |                                                                         | 16                                                                                                                                                              |               | 7061,1               | DISTANCIA (m):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             | 36,492 |    |   |  |               |
| TRANSPORTE                                                                        |                                                                         | 5                                                                                                                                                               | 36,49         | 93,22                | Observaciones Generales:<br>Información obtenida para un lote de 12 pares de zapatillas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                             |        |    |   |  |               |
| INSPECCIÓN                                                                        |                                                                         | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
| DEMORA                                                                            |                                                                         | 1                                                                                                                                                               |               | 620                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
| ALMACENAJE                                                                        |                                                                         | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
| COMBIDAS                                                                          |                                                                         | 1                                                                                                                                                               |               | 34,24                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |
| TOTAL                                                                             |                                                                         | 23                                                                                                                                                              | 36,492        | 7808,56              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |        |    |   |  |               |

En el cursograma se incluyen 16 operaciones, 5 transportes, 1 demora y 1 operación combinada. Se registra una distancia recorrida de 36,49 metros y un tiempo total de 7.808,56 segundos, equivalente a 2 horas con 10 minutos y 9 segundos. Esta área presenta el mayor número de actividades y transportes del proceso, siendo los traslados entre las subzonas de prefomado, strobbel, empaste y bodega de plantas los que generan el mayor recorrido improductivo. La única demora inevitable del proceso corresponde al enfriamiento del calzado tras el prensado, con una duración de 620 segundos.

### e. Área de Terminado

La Tabla 31 presenta el cursograma analítico del método actual para el área de terminado, donde se registraron 6 actividades que conforman el proceso final del producto.

Tabla 31. Cursograma analítico método actual – Área de Terminado

|                                                                                   |                                                    |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  |                                                    | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS. ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |               |                      |                                                                                     | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO                                                              |                                                    |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO                                                              |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                               |                                                    | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |               | MÉTODO:              |                                                                                     | Actual                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| DEPARTAMENTO:                                                                     |                                                    | Producción                                                                                                                                                      |               | REALIZADO POR:       |                                                                                     | Roger Toaza                                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| AREA/PROCESO:                                                                     |                                                    | Terminado                                                                                                                                                       |               | APROBADO POR:        |                                                                                     | Ing. Davy Ortiz                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| LUGAR:                                                                            |                                                    | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |               | OPERARIO(S) A CARGO: |                                                                                     | FECHA:                                                                                |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| FECHA:                                                                            |                                                    |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| Identificación de Actividades                                                     |                                                    | Cantidad                                                                                                                                                        | Distancia (m) | Tiempo (s)           | SIMBOLO                                                                             |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       | Observaciones |
| N.º                                                                               | Descripción                                        |                                                                                                                                                                 |               |                      |    |    |    |    |      |    |               |
| 1                                                                                 | Recepción del calzado                              |                                                                                                                                                                 |               | 9,78                 |    |    |    |    |      |    |               |
| 2                                                                                 | Inspección y limpieza del calzado                  |                                                                                                                                                                 |               | 1080,23              |    |    |    |    |      |    |               |
| 3                                                                                 | Colocación de plantillas                           |                                                                                                                                                                 |               | 166,96               |    |    |    |    |      |    |               |
| 4                                                                                 | Colocación de pasadores                            |                                                                                                                                                                 |               | 372,64               |  |  |  |  |    |  |               |
| 5                                                                                 | Empacado del producto según la orden de producción |                                                                                                                                                                 |               | 244,45               |  |  |  |  |    |  |               |
| 6                                                                                 | Almacenamiento o despacho del pedido               |                                                                                                                                                                 |               | 221,6                |  |  |  |  |    |  |               |
| RESUMEN                                                                           |                                                    |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| ACTIVIDAD                                                                         |                                                    | NUMERO                                                                                                                                                          | DISTANCIA(m)  | TIEMPO(s)            | TIEMPO (h/min/s):                                                                   |                                                                                       | 0                                                                                     |                                                                                       | 34                                                                                      |                                                                                       | 56            |
| OPERACIÓN                                                                         |                                                    | 4                                                                                                                                                               |               | 793,83               | DISTANCIA (m):                                                                      |                                                                                       | 0                                                                                     |                                                                                       | Observaciones Generales:<br>Información obtenida para un lote de 12 pares de zapatillas |                                                                                       |               |
| TRANSPORTE                                                                        |                                                    | 0                                                                                                                                                               | 0,00          | 0                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| INSPECCION                                                                        |                                                    | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| DEMORA                                                                            |                                                    | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| ALMACENAJE                                                                        |                                                    | 1                                                                                                                                                               |               | 221,6                |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| COMBINADAS                                                                        |                                                    | 1                                                                                                                                                               |               | 1080,23              |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |
| TOTAL                                                                             |                                                    | 6                                                                                                                                                               | 0             | 2095,66              |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                         |                                                                                       |               |

La actividad de mayor duración es la inspección y limpieza del calzado con 1.080,23 segundos, representando el 51,5% del tiempo total del área, tiempo que está directamente condicionado por la cantidad de residuos de cemento provenientes del área de montaje, constituyendo una oportunidad de mejora vinculada al control del proceso de cementado en la etapa anterior.

### 3.1.12 Medición del trabajo

La medición del trabajo permite establecer el tiempo necesario para ejecutar operaciones bajo condiciones y ritmos estándar. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia operativa estandarizando el tiempo al considerar la valoración del

desempeño y los suplementos asignados por necesidades humanas, fatiga y demoras inevitables.

#### *a. Valorización del ritmo de trabajo*

El ritmo de trabajo de los operarios se ha evaluado con la calificación del sistema Westinghouse, esta valoración se basa en el conocimiento de las tareas, su ejecución y experiencia superior a tres años, lo que les confiere la habilidad y el rendimiento óptimo para el trabajo. Es importante destacar que esta evaluación se realiza de forma individual a cada una de las actividades en el cálculo del tiempo normal.

- *Corte*

La valoración del ritmo de trabajo del área de corte se establece en la Tabla 32.

Tabla 32. Valoración ritmo de trabajo - Corte

| Factor       | Nivel    | Valor | Descripción                                                   |
|--------------|----------|-------|---------------------------------------------------------------|
| Habilidad    | Buena    | +0,06 | Habilidad por encima del promedio; conoce bien la operación.  |
| Esfuerzo     | Bueno    | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante. |
| Condiciones  | Normales | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                    |
| Consistencia | Regular  | -0,02 | Variación notable entre ciclos de trabajo.                    |

La valoración del operario refleja un desempeño general por encima del nivel estándar, la habilidad del operario fue calificada como "buena" (+0,06), evidenciando un conocimiento adecuado de la operación de corte de materiales. El esfuerzo fue valorado como "bueno" (+0,05), lo que indica un rendimiento constante y sostenido durante la jornada. Las condiciones de trabajo están dentro de los parámetros típicos del sector productivo, por lo que recibieron una calificación normal (0,00). Sin embargo, la consistencia fue calificada como "regular" (-0,02), reflejando una variación notable entre ciclos de trabajo, donde la disposición del material sobre la mesa y el trazado de las piezas introduce diferencias de tiempo entre una observación y otra.

- **Estampado**

La valoración del ritmo de trabajo del área de estampado se establece en la Tabla 33.

Tabla 33. Valoración ritmo de trabajo - Estampado

| Factor       | Nivel    | Valor | Descripción                                                   |
|--------------|----------|-------|---------------------------------------------------------------|
| Habilidad    | Buena    | +0,06 | Habilidad por encima del promedio; conoce bien la operación.  |
| Esfuerzo     | Bueno    | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante. |
| Condiciones  | Normales | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                    |
| Consistencia | Buena    | +0,01 | Ligera variación que no afecta la productividad.              |

La valoración de la operaria presenta un índice de desempeño idéntico al del corte en sus factores de habilidad y esfuerzo, pero se diferencia por una consistencia ligeramente positiva. La habilidad de la operaria fue calificada como "buena" (+0,06), dado que conoce bien el manejo de la plancha de estampado y los tiempos requeridos para cada pieza. El esfuerzo fue valorado como "bueno" (+0,05), coherente con el ritmo sostenido que demanda esta actividad. Las condiciones del área se mantienen dentro de los parámetros normales del sector (0,00). La consistencia recibió una calificación de "buena" (+0,01), lo que indica que la variación entre ciclos es ligera y no afecta significativamente la productividad, resultado esperado dado que el estampado se realiza con apoyo de una plancha que regula tiempos y temperatura, reduciendo la variabilidad propia del trabajo manual.

- **Aparado**

La valoración del ritmo de trabajo del área de aparado se establece en la Tabla 34.

Tabla 34. Valoración ritmo de trabajo - Aparado

| Factor       | Nivel     | Valor | Descripción                                                        |
|--------------|-----------|-------|--------------------------------------------------------------------|
| Habilidad    | Excelente | +0,11 | Habilidad superior; ritmo consistente y sin dudas en la ejecución. |
| Esfuerzo     | Bueno     | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante.      |
| Condiciones  | Normales  | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                         |
| Consistencia | Excelente | +0,03 | Variación muy pequeña entre ciclos.                                |

La valoración de la operaria muestra el índice de desempeño más alto de toda la línea productiva. La habilidad de la operaria fue calificada como "excelente" (+0,11), reflejo de un dominio en el manejo de las máquinas de aparar, con un ritmo consistente y sin pausas ni dudas en la ejecución de las costuras. El esfuerzo fue valorado como "bueno" (+0,05), indicando un rendimiento por encima del promedio de manera constante. Las condiciones de trabajo son normales (0,00). La consistencia fue calificada como "excelente" (+0,03), evidenciando una variación muy pequeña entre ciclos de trabajo. A pesar de contar con el factor de desempeño más alto del proceso, el área de aparado registra el mayor tiempo de la línea, lo que subraya que la densidad operativa del proceso es intrínseca a la tarea y no atribuible al rendimiento del operario.

- **Montaje**

La valoración del ritmo de trabajo del área de aparado se establece en la Tabla 35.

Tabla 35. Valoración ritmo de trabajo - Montaje

| Factor       | Nivel     | Valor | Descripción                                                   |
|--------------|-----------|-------|---------------------------------------------------------------|
| Habilidad    | Buena     | +0,06 | Habilidad por encima del promedio; conoce bien la operación.  |
| Esfuerzo     | Bueno     | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante. |
| Condiciones  | Normales  | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                    |
| Consistencia | Excelente | +0,03 | Variación muy pequeña entre ciclos.                           |
| Consistencia | Buena     | +0,01 | Ligera variación que no afecta la productividad.              |

La valoración del operario presenta un índice de desempeño determinado por una combinación de factores positivos distribuidos entre habilidad, esfuerzo y consistencia. La habilidad fue calificada como "buena" (+0,06), lo que refleja que el operario conoce adecuadamente las múltiples actividades que componen esta área, la más compleja de la línea con 23 elementos distintos. El esfuerzo fue valorado como "bueno" (+0,05), consistente con la demanda física que implican actividades como el preformado, el cementado y el prensado. Las condiciones de trabajo son normales (0,00). La consistencia recibió una calificación de "excelente" (+0,03) para la mayoría de las actividades, evidenciando una variación muy pequeña entre ciclos en las tareas de mayor repetitividad como el cementado y el prensado. No obstante, actividades como el calzado del corte en horma y el deshormado recibieron una consistencia

"regular" (-0,02), debido a que estas tareas dependen del ajuste físico entre el corte y la horma, lo que introduce mayor variabilidad entre pares de diferente talla.

- **Terminado**

La valoración del ritmo de trabajo del área de terminado se establece en la Tabla 36.

Tabla 36. Valoración ritmo de trabajo - Terminado

| Factor       | Nivel     | Valor | Descripción                                                        |
|--------------|-----------|-------|--------------------------------------------------------------------|
| Habilidad    | Excelente | +0,11 | Habilidad superior; ritmo consistente y sin dudas en la ejecución. |
| Esfuerzo     | Bueno     | +0,05 | Esfuerzo por encima del promedio; buen rendimiento constante.      |
| Condiciones  | Normales  | 0,00  | Condiciones típicas del sector productivo.                         |
| Consistencia | Excelente | +0,03 | Variación muy pequeña entre ciclos.                                |

La valoración del operario registra un índice de desempeño igual al del área de armado y el más alto compartido de la línea. La habilidad de la operaria fue calificada como "excelente" (+0,11), evidenciando un dominio completo de las actividades de inspección, limpieza, colocación de plantillas y pasadores, y empackado del producto, todas ejecutadas con un ritmo consistente y sin interrupciones. El esfuerzo fue valorado como "bueno" (+0,05), coherente con el nivel de atención y destreza que requiere la inspección de calidad y el acabado final del calzado. Las condiciones de trabajo son normales (0,00). La consistencia fue calificada como "excelente" (+0,03), indicando una variación mínima entre ciclos, atribuible a la naturaleza estandarizada y repetitiva de las actividades de terminado. Este alto índice de desempeño refleja la experiencia consolidada de la operaria en el control de calidad del producto terminado, siendo esta área la que presenta el ritmo de trabajo más uniforme y predecible de toda la línea productiva.

**b. Determinación de suplementos**

La Tabla 37 describe los suplementos considerados en el estudio de tiempos determinados conforme a la metodología de la OIT.

Tabla 37. Descripción de los suplementos seleccionados

| Suplementos constantes                          |   |   | E. Condiciones Atmosféricas      |   |   |
|-------------------------------------------------|---|---|----------------------------------|---|---|
| Suplementos por                                 | H | M | kata (mili-calorías/cm2/segundo) |   |   |
| Necesidades personales                          | 5 | 7 | 16                               | 0 |   |
| Suplementos base por fatiga                     | 4 | 4 | <b>F. Concentración intensa</b>  | H | M |
| <b>Suplementos variables</b>                    |   |   | Trabajos de precisión o fatigoso | 2 | 2 |
| <b>A. Por trabajar de pie</b>                   | 2 | 4 | <b>G. Ruido</b>                  |   |   |
| <b>B. Por postura anormal</b>                   |   |   | Continuo                         | 0 | 0 |
| Ligeramente incómoda                            | 0 | 1 | <b>H. Tensión mental</b>         |   |   |
| <b>C. Uso de la fuerza o de la energía</b>      |   |   | Proceso bastante complejo        | 1 | 1 |
| Peso levantado por kilogramo                    |   |   | <b>I. Monotonía</b>              |   |   |
| 5                                               | 1 | 2 | Trabajo algo monótono            | 0 | 0 |
| <b>D. Mala iluminación</b>                      |   |   | <b>J. tedio</b>                  |   |   |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0 | 0 | Trabajo algo aburrido            | 0 | 0 |

Los suplementos se aplican de manera más específica en cada una de las actividades en el cálculo del tiempo estándar.

### 3.1.13 Estudio de tiempos

Para definir el tiempo estándar de cada área se optó por el método de cronometraje de vuelta a cero, mediante este método se registra el tiempo desde el primer ciclo hasta el final del ciclo de cada elemento, posteriormente se regresa a cero el conteo del cronómetro para la siguiente muestra.

#### *a. Número de observaciones a cronometrar en cada área*

La Tabla 38 muestra el criterio de la General Electric para el número de observaciones en el estudio de tiempos de la fabricación de calzado.

Tabla 38. Tabla de Criterio de la General Electric

| Tiempo de ciclo (min) | Número de observaciones recomendados |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 2.00 a 5.00           | 15                                   |
| 5.00 a 10.00          | 10                                   |
| 10.00 a 20.00         | 8                                    |
| 20.00 a 40.00         | 5                                    |

Para tiempos de 2 a 5 minutos la General Electric recomienda realizar 15 observaciones, para tiempos de 5 a 10 minutos se realiza 10 observaciones, para tiempos de 10 a 20 minutos se realiza 8 observaciones y para tiempos de 20 a 40 minutos se realiza 5 observaciones.

En la tabla 39 se establece el número de observaciones requeridos para cada área.

Tabla 39. Número de observaciones

| Área      | T. total (seg)<br>para 12 pares | T. total (min)<br>para 12 pares | T(min)/(par) | Núm.<br>Observaciones |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------|
| Corte     | 2861,85                         | 47,6975                         | 3,9748       | 15                    |
| Estampado | 2725,49                         | 45,4248                         | 3,7854       | 15                    |
| Aparado   | 18273,4                         | 304,5567                        | 25,3797      | 5                     |
| Montaje   | 7808,56                         | 130,1427                        | 10,8452      | 8                     |
| Terminado | 2095,66                         | 34,9277                         | 2,9106       | 15                    |

El área de aparado registra el mayor tiempo de ciclo por par con 25,38 minutos, lo que corresponde a solo 5 observaciones necesarias según el criterio aplicado. En las áreas de corte, estampado y terminado, con tiempos de ciclo de 3,97, 3,79 y 2,91 minutos por par respectivamente, requirieron 15 observaciones cada una al ubicarse en rangos de menor duración. El área de montaje, con un tiempo de ciclo de 10,85 minutos por par, requirió 8 observaciones. Esta diferencia en el número de observaciones garantiza la representatividad estadística de los datos recolectados en cada área, asegurando que los tiempos promedio obtenidos sean confiables para el cálculo del tiempo normal y estándar.

#### ***b. Tiempo Normal***

El tiempo normal lo calculamos aplicando la ecuación 2, esto lo realizamos en cada una de las áreas del proceso.

- ***Área de Corte***

La Tabla 40 muestra el cálculo del tiempo normal del área de corte. Se utilizó el método de cronometraje vuelta a cero detallado en el Anexo A para establecer el tiempo de cada actividad. El tiempo promedio de cada elemento fue ajustado por un

índice de desempeño (ID) resultante de la sumatoria de la valoración del ritmo de trabajo asignados a habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 40. Tiempo normal del área de corte

| Cálculo del tiempo normal – Área de corte |                                                   |       |           |          |             |              |      |               |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|---------------|
| Nº                                        | Descripción                                       | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn            |
| 1                                         | MP al área de corte                               | 0,045 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | -0,02        | 0,98 | 0,044         |
| 2                                         | Revisar la orden de producción y recepción de MP  | 0,056 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,056         |
| 3                                         | Buscar los moldes y cuchilla                      | 0,025 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,06 | 0,026         |
| 4                                         | Colocar la cuerina en la mesa de corte            | 0,021 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,021         |
| 5                                         | Corte de piezas de cuerina                        | 6,504 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09 | 7,090         |
| 6                                         | Colocar forro en la mesa de corte                 | 0,021 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,021         |
| 7                                         | Corte de forros                                   | 2,070 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09 | 2,256         |
| 8                                         | Colocar plancha de plantillas en la mesa de corte | 0,017 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,017         |
| 9                                         | Corte de plantillas                               | 0,885 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09 | 0,964         |
| 10                                        | Clasificación y marcado de piezas                 | 0,588 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,06 | 0,623         |
| 11                                        | Enfundado de piezas y colocación en gaveta        | 0,264 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,264         |
| 12                                        | Gavetas a zona de preparado                       | 0,026 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,026         |
| <b>Total (min)</b>                        |                                                   |       |           |          |             |              |      | <b>11,409</b> |
| <b>Total (horas)</b>                      |                                                   |       |           |          |             |              |      | <b>0,190</b>  |

Las actividades de corte propiamente dicho concentran la mayor parte del tiempo normal del área: el corte de piezas de cuero registra un tiempo normal de 7,090 minutos, equivalente al 62,1% del total del área, mientras que el corte de forros aporta 2,256 minutos adicionales (19,8%). En conjunto, estas dos actividades representan el 81,9% del tiempo normal total de 11,409 minutos. Cabe destacar que al corte de piezas de cuero se le aplicó un factor de desempeño de 1,09, mientras que las actividades de preparación y manejo recibieron factores iguales a 1,00, lo que refleja que el rendimiento del operario es superior al estándar únicamente en las actividades de corte de materiales.

- *Área de Estampado*

La Tabla 41 muestra el cálculo del tiempo normal del área de estampado. Se utilizó el método de cronometraje vuelta a cero detallado en el Anexo B para establecer el tiempo de cada actividad. El tiempo promedio de cada actividad fue ajustado por un índice de desempeño (ID) resultante de la sumatoria de la valoración del ritmo de trabajo asignados a habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 41. Tiempo normal del área de estampado

| Método cronometraje vuelta a cero |                                    |       |           |          |             |              |      |       |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|-------|
| Nº                                | Descripción                        | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn    |
| 1                                 | Recepción y verificación de cortes | 0,062 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,067 |
| 2                                 | Clasificación de piezas a estampar | 0,088 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 0,098 |
| 3                                 | Estampado de piezas                | 2,147 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 2,405 |
| 4                                 | Colocación de materiales extras    | 1,214 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,226 |
| 5                                 | Enfundado de piezas                | 0,266 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,268 |
| 6                                 | Gaveta al área de aparado          | 0,032 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,032 |
| Total (min)                       |                                    |       |           |          |             |              |      | 4,097 |
| Total (horas)                     |                                    |       |           |          |             |              |      | 0,068 |

Los resultados muestran un total de 4,097 minutos, esta área registra el tercer tiempo normal más bajo del proceso. La actividad de estampado de piezas es la de mayor duración con 2,405 minutos (58,7% del total), seguida por la colocación de materiales extras en la gaveta con 1,226 minutos (29,9%). Entre ambas actividades acumulan el 88,6% del tiempo normal del área. El factor de desempeño aplicado al estampado fue de 1,12, resultado de una habilidad buena (+0,06), esfuerzo bueno (+0,05) y consistencia ligeramente favorable (+0,01), lo que indica que la operaria ejecuta esta tarea por encima del ritmo estándar.

- *Área de Aparado*

La Tabla 42 muestra el cálculo del tiempo normal del área de aparado. Se utilizó el método de cronometraje vuelta a cero detallado en el Anexo C para establecer el tiempo de cada actividad. El tiempo promedio de cada elemento fue ajustado por un

índice de desempeño (ID) resultante de la sumatoria de la valoración del ritmo de trabajo asignados a habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 42. Tiempo normal del área de aparado

| Método cronometraje vuelta a cero |                                         |        |           |          |             |              |      |              |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|------|--------------|
| Nº                                | Descripción                             | T      | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn           |
| 1                                 | Recepción y verificación de cortes      | 0,060  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,060        |
| 2                                 | Clasificación de piezas                 | 0,803  | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,875        |
| 3                                 | Aparado de los cortes                   | 14,639 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 17,420       |
| 4                                 | Aparado de lengüetas                    | 4,074  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 4,848        |
| 5                                 | Unión de cortes con los forros          | 2,522  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 3,001        |
| 6                                 | Unión de los cortes con las lengüetas   | 2,625  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 3,124        |
| 7                                 | Colocación de esponjas dentro del corte | 0,702  | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,765        |
| 8                                 | Colocación de cortes en gaveta          | 0,081  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,081        |
| 9                                 | Gaveta al área de montaje               | 0,022  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,022        |
| <b>Total (min)</b>                |                                         |        |           |          |             |              |      | <b>30,20</b> |
| <b>Total (horas)</b>              |                                         |        |           |          |             |              |      | <b>0,503</b> |

El área de aparado concentra el tiempo normal más elevado de toda la línea productiva, alcanzando 30,20 minutos por lote de 12 pares. Este valor supera en más del doble a la segunda área con mayor tiempo normal (montaje, con 12,36 minutos), confirmando al aparado como el principal cuello de botella del proceso. La actividad crítica es el aparado de los cortes en máquina con un tiempo normal de 17,420 minutos, representando el 57,7% del tiempo normal total del área. Le siguen el aparado de lengüetas (4,848 min, 16,1%), la unión de cortes con lengüetas (3,124 min, 10,3%) y la unión de cortes con forros (3,001 min, 9,9%). Estas cuatro actividades de costura concentran el 94,0% del tiempo normal del área. Al área de aparado se le aplicó el factor de desempeño más alto del proceso, con ID = 1,19 para las actividades de costura (habilidad excelente +0,11, esfuerzo bueno +0,05, consistencia excelente +0,03), lo que indica que el operario trabaja con un rendimiento notablemente superior al estándar, y que aun así el tiempo requerido es significativamente mayor al de las demás áreas, lo cual evidencia la densidad operativa intrínseca del proceso de aparado.

- *Área de Montaje*

La Tabla 43 muestra el cálculo del tiempo normal del área de montaje. Se utilizó el método de cronometraje vuelta a cero detallado en el Anexo D para establecer el tiempo de cada actividad. El tiempo promedio de cada elemento fue ajustado por un índice de desempeño (ID) resultante de la sumatoria de la valoración del ritmo de trabajo asignados a habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 43. Tiempo normal del área de montaje

| Método cronometraje vuelta a cero |                                                              |       |           |          |             |              |      |      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|------|
| Nº                                | Descripción                                                  | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn   |
| 1                                 | Recepción y verificación de cortes aparados                  | 0,049 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,05 |
| 2                                 | Clasificar cortes y plantillas                               | 0,174 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,20 |
| 3                                 | Cortes a zona de preformado                                  | 0,036 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,03 | 0,04 |
| 4                                 | Colocar puntera termo adherible y preformar                  | 0,484 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,55 |
| 5                                 | Colocar talón termo adherible y preformar                    | 0,492 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,56 |
| 6                                 | Cortes a máquina strobel                                     | 0,037 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,03 | 0,04 |
| 7                                 | Rectificado de los bordes sobresalientes de forro y empastar | 0,317 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,35 |
| 8                                 | Coser el corte con la plantilla en máquina strobel           | 0,448 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 0,50 |
| 9                                 | Colocar los cortes en zona de empaste                        | 0,054 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,05 |
| 10                                | Preparar serie de hormas                                     | 0,063 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,06 |
| 11                                | Traslado a bodega de plantas                                 | 0,025 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,03 |
| 12                                | Preparar serie de plantas                                    | 0,116 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,12 |
| 13                                | Plantas a zona de empaste                                    | 0,024 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,02 |
| 14                                | Calzar el corte en hormas                                    | 0,317 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | -0,02        | 1,04 | 0,33 |
| 15                                | Rayado de la suela en el corte hormado                       | 0,464 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,50 |
| 16                                | Cementado de los cortes                                      | 1,425 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,44 |
| 17                                | Cementado de las plantas                                     | 1,147 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,16 |

| Método cronometraje vuelta a cero |                               |       |           |          |             |              |      |        |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|--------|
| Nº                                | Descripción                   | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn     |
| 18                                | Reactivado del corte y planta | 1,921 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,94   |
| 19                                | Pegado de la planta           | 1,117 | 0,06      | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 1,25   |
| 20                                | Prensado del calzado          | 1,558 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | -0,02        | 0,98 | 1,53   |
| 21                                | Enfriamiento del calzado      | 0,873 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,88   |
| 22                                | Sacar de horma                | 0,765 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | -0,02        | 0,98 | 0,75   |
| 23                                | Producto al área de terminado | 0,011 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,01   |
| Total (min)                       |                               |       |           |          |             |              |      | 12,359 |
| Total (horas)                     |                               |       |           |          |             |              |      | 0,206  |

El tiempo normal del área de montaje es de 12,359 minutos, siendo la segunda área de mayor carga temporal del proceso. Esta área comprende 23 elementos cronometrados, lo que refleja la mayor complejidad operativa de la línea. Las actividades de mayor peso son el reactivado del corte y la planta con 1,94 minutos (15,7%), el cementado de los cortes con 1,44 minutos (11,7%), el pegado de la planta con 1,25 minutos (10,1%) y el prensado del calzado con 1,53 minutos (12,4%). En conjunto, estas cuatro actividades representan el 50,0% del tiempo normal del área. La única demora inevitable del proceso, el enfriamiento del calzado post-prensado aporta 0,88 minutos al tiempo normal.

- *Área de Terminado*

La Tabla 44 muestra el cálculo del tiempo normal del área de terminado. Se utilizó el método de cronometraje vuelta a cero detallado en el Anexo E para establecer el tiempo de cada actividad. El tiempo promedio de cada elemento fue ajustado por un índice de desempeño (ID) resultante de la sumatoria de la valoración del ritmo de trabajo asignados a habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Tabla 44. Tiempo normal del área de terminado

| Método cronometraje vuelta a cero |                        |       |           |          |             |              |      |       |
|-----------------------------------|------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|-------|
| Nº                                | Descripción            | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn    |
| 1                                 | Recepción del producto | 0,014 | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,014 |

| Método cronometraje vuelta a cero |                                      |       |           |          |             |              |      |       |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------|-----------|----------|-------------|--------------|------|-------|
| Nº                                | Descripción                          | T     | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | Tn    |
| 2                                 | Inspección y limpieza del producto   | 1,510 | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 1,646 |
| 3                                 | Colocación de plantillas             | 0,236 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 0,281 |
| 4                                 | Colocación de pasadores              | 0,517 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 0,616 |
| 5                                 | Empacado del producto                | 0,342 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 0,407 |
| 6                                 | Almacenamiento o despacho del pedido | 0,310 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 0,369 |
| Total (min)                       |                                      |       |           |          |             |              |      | 3,335 |
| Total (horas)                     |                                      |       |           |          |             |              |      | 0,056 |

El tiempo normal del área de terminado es de 3,335 minutos, siendo el más bajo de toda la línea productiva. Sin embargo, la actividad de inspección y limpieza del calzado registra 1,646 minutos, representando el 49,3% del tiempo normal del área. Este elevado porcentaje está directamente condicionado por la cantidad de residuos de cemento que llegan del área de montaje, constituyendo una oportunidad de mejora vinculada al control del proceso de cementado en la etapa anterior. Las actividades de colocación de pasadores (0,616 min, 18,5%) y empacado del producto (0,407 min, 12,2%) son la segunda y tercera actividades de mayor duración.

### c. Cálculo del tiempo estándar

- *Área de Corte*

En la Tabla 45 se muestra el cálculo tiempo estándar de área de corte, para el análisis se aplicó los suplementos detallados en el Anexo F.

Tabla 45. Tiempo estándar del área de corte

| Aplicación de suplementos |                                                  |       |      |       |       |
|---------------------------|--------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|
| Nº                        | Descripción                                      | Tn    | S    | (S+1) | Ts    |
| 1                         | MP al área de corte                              | 0,044 | 0,12 | 1,12  | 0,050 |
| 2                         | Revisar la orden de producción y recepción de MP | 0,056 | 0,11 | 1,11  | 0,062 |
| 3                         | Buscar los moldes y cuchilla                     | 0,026 | 0,11 | 1,11  | 0,029 |
| 4                         | Colocar la cuerina en la mesa de corte           | 0,021 | 0,11 | 1,11  | 0,023 |
| 5                         | Corte de piezas de cuerina                       | 7,090 | 0,13 | 1,13  | 8,011 |

| Aplicación de suplementos |                                                   |       |      |       |               |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-------|------|-------|---------------|
| Nº                        | Descripción                                       | Tn    | S    | (S+1) | Ts            |
| 6                         | Colocar forro en la mesa de corte                 | 0,021 | 0,11 | 1,11  | 0,024         |
| 7                         | Corte de forros                                   | 2,256 | 0,13 | 1,13  | 2,549         |
| 8                         | Colocar plancha de plantillas en la mesa de corte | 0,017 | 0,11 | 1,11  | 0,019         |
| 9                         | Corte de plantillas                               | 0,964 | 0,13 | 1,13  | 1,090         |
| 10                        | Clasificación y marcado de piezas                 | 0,623 | 0,11 | 1,11  | 0,692         |
| 11                        | Enfundado de piezas y colocación en gaveta        | 0,264 | 0,11 | 1,11  | 0,293         |
| 12                        | Gavetas a zona de preparado                       | 0,026 | 0,12 | 1,12  | 0,029         |
| Total (min)               |                                                   |       |      |       | <b>12,871</b> |
| Total (horas)             |                                                   |       |      |       | 0,215         |

Al aplicar los suplementos OIT al tiempo normal, el área de corte obtiene un tiempo estándar total de 12,871 minutos por lote de 12 pares. La actividad de corte de piezas de cuero concentra el mayor tiempo estándar con 8,011 minutos (62,2% del total), seguida del corte de forros con 2,549 minutos (19,8%). Las actividades de corte de materiales reciben un suplemento del 13%, mientras que las actividades de preparación y transporte reciben entre 11% y 12%, reflejando las diferencias en esfuerzo físico entre tareas.

- *Área de Estampado*

En la Tabla 46 se muestra el cálculo del tiempo estándar de área de estampado, para el análisis se aplicó los suplementos detallados en el Anexo G.

Tabla 46. Tiempo normal del área de estampado

| Aplicación de suplementos |                                    |       |      |       |              |
|---------------------------|------------------------------------|-------|------|-------|--------------|
| Nº                        | Descripción                        | Tn    | S    | (S+1) | Ts           |
| 1                         | Recepción y verificación de cortes | 0,067 | 0,15 | 1,15  | 0,077        |
| 2                         | Clasificación de piezas a estampar | 0,098 | 0,15 | 1,15  | 0,113        |
| 3                         | Estampado de piezas                | 2,405 | 0,15 | 1,15  | 2,766        |
| 4                         | Colocación de materiales extras    | 1,226 | 0,15 | 1,15  | 1,410        |
| 5                         | Enfundado de piezas                | 0,268 | 0,15 | 1,15  | 0,309        |
| 6                         | Gaveta al área de aparado          | 0,032 | 0,17 | 1,17  | 0,038        |
| Total (min)               |                                    |       |      |       | <b>4,712</b> |
| Total (horas)             |                                    |       |      |       | 0,079        |

El tiempo estándar del área de estampado alcanza 4,712 minutos por lote de 12 pares, resultado de aplicar un suplemento uniforme del 15% a todas las actividades del área, con excepción del transporte hacia el área de aparado que recibe un 17%. El estampado de piezas representa la actividad de mayor tiempo estándar con 2,766 minutos (58,7%), seguida de la colocación de materiales extras con 1,410 minutos (29,9%), acumulando entre ambas el 88,6% del tiempo total del área. Este resultado posiciona al estampado como el área con mayor holgura productiva de la línea.

- **Área de Aparado**

En la Tabla 47 se muestra el cálculo del tiempo estándar de área de aparado, para el análisis se aplicó los suplementos detallados en el Anexo H.

Tabla 47. Tiempo normal del área de aparado

| Aplicación de suplementos |                                         |        |      |       |               |
|---------------------------|-----------------------------------------|--------|------|-------|---------------|
| Nº                        | Descripción                             | Tn     | S    | (S+1) | Ts            |
| 1                         | Recepción y verificación de cortes      | 0,060  | 0,11 | 1,11  | 0,067         |
| 2                         | Clasificación de piezas                 | 0,875  | 0,15 | 1,15  | 1,007         |
| 3                         | Aparado de los cortes                   | 17,420 | 0,14 | 1,14  | 19,859        |
| 4                         | Aparado de lengüetas                    | 4,848  | 0,14 | 1,14  | 5,527         |
| 5                         | Unión de cortes con los forros          | 3,001  | 0,14 | 1,14  | 3,421         |
| 6                         | Unión de los cortes con las lengüetas   | 3,124  | 0,14 | 1,14  | 3,561         |
| 7                         | Colocación de esponjas dentro del corte | 0,765  | 0,11 | 1,11  | 0,849         |
| 8                         | Colocación de cortes en gaveta          | 0,081  | 0,11 | 1,11  | 0,090         |
| 9                         | Gaveta al área de montaje               | 0,022  | 0,17 | 1,17  | 0,026         |
| <b>Total (min)</b>        |                                         |        |      |       | <b>34,407</b> |
| <b>Total (horas)</b>      |                                         |        |      |       | <b>0,573</b>  |

El área de aparado registra el tiempo estándar más alto de toda la línea con 34,407 minutos por lote de 12 pares, tras aplicar un suplemento del 14% a las actividades de costura. El aparado de los cortes en máquina escala a 19,859 minutos (57,7% del total), seguido del aparado de lengüetas con 5,527 minutos y las actividades de unión de cortes con 3,561 y 3,421 minutos respectivamente, acumulando entre las cuatro actividades de costura el 94,1% del tiempo estándar del área, lo que confirma al aparado como el cuello de botella del proceso productivo.

- *Área de Montaje*

En la Tabla 48 se muestra el cálculo del tiempo estándar de área de montaje, para el análisis se aplicó los suplementos detallados en el Anexo I.

Tabla 48. Tiempo normal del área de montaje

| Aplicación de suplementos |                                                              |       |      |       |               |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|------|-------|---------------|
| Nº                        | Descripción                                                  | Tn    | S    | (S+1) | Ts            |
| 1                         | Recepción y verificación de cortes aparados                  | 0,048 | 0,09 | 1,09  | 0,0518        |
| 2                         | Clasificar cortes y plantillas                               | 0,178 | 0,09 | 1,09  | 0,1943        |
| 3                         | Cortes a zona de preformado                                  | 0,035 | 0,12 | 1,12  | 0,0395        |
| 4                         | Colocar puntera termo adherible y preformar                  | 0,480 | 0,11 | 1,11  | 0,5328        |
| 5                         | Colocar talón termo adherible y preformar                    | 0,492 | 0,11 | 1,11  | 0,5459        |
| 6                         | Cortes a máquina strobel                                     | 0,037 | 0,12 | 1,12  | 0,0411        |
| 7                         | Rectificado de los bordes sobresalientes de forro y empastar | 0,316 | 0,09 | 1,09  | 0,3444        |
| 8                         | Coser el corte con la plantilla en máquina strobel           | 0,448 | 0,09 | 1,09  | 0,488         |
| 9                         | Colocar los cortes en zona de empaste                        | 0,052 | 0,09 | 1,09  | 0,056         |
| 10                        | Preparar serie de hormas                                     | 0,063 | 0,09 | 1,09  | 0,069         |
| 11                        | Traslado a bodega de plantas                                 | 0,024 | 0,12 | 1,12  | 0,027         |
| 12                        | Preparar serie de plantas                                    | 0,117 | 0,11 | 1,11  | 0,130         |
| 13                        | Plantas a zona de empaste                                    | 0,024 | 0,11 | 1,11  | 0,027         |
| 14                        | Calzar el corte en hormas                                    | 0,313 | 0,10 | 1,10  | 0,345         |
| 15                        | Rayado de la suela en el corte hormado                       | 0,461 | 0,11 | 1,11  | 0,512         |
| 16                        | Cementado de los cortes                                      | 1,411 | 0,09 | 1,09  | 1,538         |
| 17                        | Cementado de las plantas                                     | 1,135 | 0,11 | 1,11  | 1,259         |
| 18                        | Reactivado del corte y planta                                | 1,908 | 0,09 | 1,09  | 2,079         |
| 19                        | Pegado de la planta                                          | 1,098 | 0,12 | 1,12  | 1,229         |
| 20                        | Prensado del calzado                                         | 1,557 | 0,09 | 1,09  | 1,697         |
| 21                        | Enfriamiento del calzado                                     | 0,861 | 0,09 | 1,09  | 0,939         |
| 22                        | Sacar de horma                                               | 0,753 | 0,12 | 1,12  | 0,844         |
| 23                        | Producto al área de terminado                                | 0,009 | 0,12 | 1,12  | 0,010         |
| <b>Total (min)</b>        |                                                              |       |      |       | <b>12,999</b> |
| <b>Total (horas)</b>      |                                                              |       |      |       | <b>0,217</b>  |

El tiempo estándar del área de montaje totaliza 12,999 minutos por lote de 12 pares, con suplementos que oscilan entre el 9% y el 12% según la naturaleza de cada actividad. Las actividades de mayor peso son el reactivado del corte y la planta con 2,079 minutos, el prensado del calzado con 1,697 minutos y el cementado de los cortes

con 1,538 minutos, representando conjuntamente el 41,0% del tiempo estándar total del área. El enfriamiento del calzado aporta 0,939 minutos como demora inevitable post-prensado.

- **Área de Terminado**

En la Tabla 49 se muestra el cálculo del tiempo estándar de área de terminado, para el análisis se aplicó los suplementos detallados en el Anexo J.

Tabla 49. Tiempo normal del área de terminado

| Aplicación de suplementos |                                      |       |      |       |              |
|---------------------------|--------------------------------------|-------|------|-------|--------------|
| Nº                        | Descripción                          | Tn    | S    | (S+1) | Ts           |
| 1                         | Recepción del producto               | 0,014 | 0,15 | 1,15  | 0,017        |
| 2                         | Inspección y limpieza del producto   | 1,646 | 0,15 | 1,15  | 1,893        |
| 3                         | Colocación de plantillas             | 0,281 | 0,15 | 1,15  | 0,324        |
| 4                         | Colocación de pasadores              | 0,616 | 0,15 | 1,15  | 0,708        |
| 5                         | Empacado del producto                | 0,407 | 0,15 | 1,15  | 0,469        |
| 6                         | Almacenamiento o despacho del pedido | 0,369 | 0,17 | 1,17  | 0,432        |
| <b>Total (min)</b>        |                                      |       |      |       | <b>3,842</b> |
| <b>Total (horas)</b>      |                                      |       |      |       | 0,064        |

El área de terminado presenta el tiempo estándar más bajo de la línea con 3,842 minutos por lote de 12 pares, aplicando un suplemento del 15% de manera uniforme y del 17% para el almacenamiento y despacho. La inspección y limpieza del calzado concentra 1,893 minutos (49,3% del total), valor condicionado directamente por los residuos de cemento provenientes del área de montaje, seguida de la colocación de pasadores con 0,708 minutos y el empacado con 0,469 minutos, confirmando que esta área no representa ninguna restricción al flujo productivo de la empresa.

**d. Cálculo de la capacidad de producción con el método actual**

El cálculo de la capacidad de producción por trabajador se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50. Capacidad de producción para un trabajador

| Capacidad de producción por trabajador |       |              |              |                 |                  |              |                   |                    |
|----------------------------------------|-------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Nº                                     | Áreas | Ts (min/par) | Cp (par/min) | Cp (pares/hora) | Cp (docenas/día) | Trabajadores | Producción diaria | Producción semanal |
| 1                                      | Corte | 12,87        | 0,0777       | 4,6616          | 3,1078           | 1            | 3,11              | 15,54              |

| Capacidad de producción por trabajador |           |                 |                 |                    |                     |              |                      |                       |
|----------------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| Nº                                     | Áreas     | Ts<br>(min/par) | Cp<br>(par/min) | Cp<br>(pares/hora) | Cp<br>(docenas/día) | Trabajadores | Producción<br>diaria | Producción<br>semanal |
| 2                                      | Estampado | 4,71            | 0,2122          | 12,7344            | 8,4896              | 1            | 8,49                 | 42,45                 |
| 3                                      | Aparado   | 34,41           | 0,0291          | 1,7438             | 1,1626              | 1            | 1,16                 | 5,81                  |
| 4                                      | Montaje   | 13,00           | 0,0769          | 4,6158             | 3,0772              | 1            | 3,08                 | 15,39                 |
| 5                                      | Terminado | 3,84            | 0,2603          | 15,6156            | 10,4104             | 1            | 10,41                | 52,05                 |

La capacidad de producción por trabajador revela un marcado desequilibrio entre las áreas de la línea productiva. El área de terminado registra la mayor capacidad individual con 10,41 docenas por día, seguida del estampado con 8,49 docenas, mientras que el área de aparado presenta la capacidad más baja con apenas 1,16 docenas por día por trabajador, resultado directo de su tiempo estándar de 34,41 minutos por par. Esta diferencia de casi 9 veces entre la capacidad del área de terminado y la del aparado evidencia la magnitud del desequilibrio existente en la línea y la necesidad urgente de intervenir en el área de aparado para incrementar la productividad global de la empresa.

La capacidad de producción real se calcula en la Tabla 51, en la cual se detalla el número total de trabajadores por área.

Tabla 51. Capacidad de producción total

| Capacidad de producción total |           |                 |                 |                |                     |              |                      |                       |
|-------------------------------|-----------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| Nº                            | Áreas     | Ts<br>(min/par) | CP<br>(par/min) | CP<br>(u/hora) | Cp<br>(docenas/día) | Trabajadores | Producción<br>diaria | Producción<br>semanal |
| 1                             | Corte     | 12,87           | 0,0777          | 4,6616         | 3,1078              | 3            | 9,32                 | 46,62                 |
| 2                             | Estampado | 4,71            | 0,2122          | 12,7344        | 8,4896              | 1            | 8,49                 | 42,45                 |
| 3                             | Aparado   | 34,41           | 0,0291          | 1,7438         | 1,1626              | 3            | 3,49                 | 17,44                 |
| 4                             | Montaje   | 13,00           | 0,0769          | 4,6158         | 3,0772              | 2            | 6,15                 | 30,77                 |
| 5                             | Terminado | 3,84            | 0,2603          | 15,6156        | 10,4104             | 1            | 10,41                | 52,05                 |

La capacidad de producción total incorpora la cantidad de máquinas disponibles en cada área, escalando la producción máxima posible de la empresa. Con 3 trabajadores en corte y aparado, y 2 en montaje, las capacidades semanales ascienden a 46.62, 17.44 y 30.77 docenas respectivamente. Sin embargo, el área de aparado con sus 3 trabajadores sigue siendo la restricción real de toda la línea al registrar la menor capacidad semanal de 17,44 docenas, valor que se encuentra por debajo de la demanda creciente de 20 a 40 docenas semanales requerida por los clientes mayoristas,

cuantificando así la brecha productiva que debe ser atendida mediante una propuesta de mejora.

#### **3.1.14 Propuesta de mejora**

Para el desarrollo de la propuesta de mejora, la selección de las herramientas se fundamenta en los hallazgos obtenidos durante el diagnóstico, el estudio de tiempos, el análisis de movimientos y los cursogramas analíticos del proceso productivo de la empresa HCH-Shoes. Principalmente los problemas de distribución actual y el flujo de materiales evidenciaron que el flujo entre las áreas es ineficiente por la disposición no secuencial de las subzonas (preformado, strobel, encementado y conformado), registrando transportes reiterados hacia la bodega de plantas y retornos al área de empaste, actividades que no agregan valor.

#### **3.1.15 Redistribución de la planta – Método Guerchet**

La propuesta de mejora aborda la redistribución física de las áreas productivas de la empresa HCH-Shoes. Esta propuesta se fundamenta en tres pilares: el análisis de los principios de distribución de planta aplicados a la situación actual, la evaluación de los tipos de distribución aplicables a la empresa, y el cálculo del espacio requerido mediante el Método Guerchet, que determina de manera técnica y objetiva las necesidades de superficie de cada área en función de sus máquinas, equipos y condiciones de trabajo.

#### **3.1.16 Análisis de los Principios de Distribución de Planta**

Los principios de distribución de planta establecen los criterios fundamentales que debe cumplir una instalación industrial para garantizar la eficiencia del flujo de materiales, la seguridad del personal y el aprovechamiento óptimo del espacio. A continuación, la Tabla 52 analiza el grado de cumplimiento de cada principio en las instalaciones actuales de HCH-Shoes, con base en la información recopilada durante las visitas técnicas, el diagrama de recorrido actual y los cursogramas analíticos.

Tabla 52. Análisis de los principios de distribución de planta – HCH-Shoes

| Principio                         | Descripción / Ideal                                                                                 | Situación Actual en HCH-Shoes                                                                                                                                                                                                       | Evidencia                                                                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Integración de conjunto</b>    | Todos los factores (hombre, máquina, material) deben integrarse en un sistema productivo coherente. | CUMPLE PARCIALMENTE. Las áreas están en un mismo espacio, pero la bodega de plantas y el conformado de cortes están separados del flujo principal, generando transportes innecesarios.                                              |    |
| <b>Mínima distancia recorrida</b> | El material debe recorrer la menor distancia posible entre operaciones.                             | NO CUMPLE. El diagrama de recorrido registró 36,49 m de transporte solo en montaje por lote, con traslados a bodega de plantas (6,63 m) y retornos al área de empaque no contiguos.                                                 |    |
| <b>Flujo óptimo de materiales</b> | Las áreas deben ordenarse siguiendo la secuencia del proceso para evitar cruces y retrocesos.       | CUMPLE PARCIALMENTE. El flujo Corte, Estampado, Aparado, Montaje es lógico, pero dentro del montaje existen subzonas (preformado, strobbel, encementado, conformado) con disposición no secuencial.                                 |    |
| <b>Espacio cúbico</b>             | Aprovechar el volumen disponible (altura) además del área de piso.                                  | CUMPLE PARCIALMENTE. Los elementos en bodega de plantas, área de terminado y montaje se almacenan en repisas de alrededor de 2m de altura, sin embargo, la bodega de materia prima almacena los recursos acomodándolos en el suelo. |   |
| <b>Satisfacción y seguridad</b>   | La distribución debe proporcionar condiciones seguras y cómodas para el trabajador.                 | NO CUMPLE. El diagnóstico reveló acumulación de residuos en el piso, materiales mezclados que obstruyen el paso y falta de demarcación de pasillos.                                                                                 |  |
| <b>Flexibilidad</b>               | La planta debe poder adaptarse a cambios en el producto o volumen de producción.                    | CUMPLE PARCIALMENTE. Las mesas y equipos son en su mayoría móviles (mesas móviles para corte), pero no existe una planificación formal de reconfiguración ante cambios de modelo.                                                   |  |

Con el análisis se concluye que la empresa HCH-Shoes cumple parcialmente con 3 de los 6 principios de distribución de planta y no cumple con los 3 restantes. Los principios de mínima distancia recorrida, espacio cúbico y satisfacción/seguridad son los de mayor incumplimiento, y coinciden directamente con los problemas identificados en el estudio de tiempos: 36,49 m de recorrido en montaje por lote, altura de repisas no aprovechada, y acumulación de residuos en el piso.

### 3.1.17 Análisis de los Tipos de Distribución de Planta Aplicables

Existen cuatro tipos de distribución de planta: por proceso (funcional), por producto (en línea), por posición fija e híbrida/celular. Cada tipo presenta ventajas y limitaciones que determinan su aplicabilidad según el volumen de producción, la variedad de productos y el tipo de proceso productivo se presentan en la Tabla 53.

Tabla 53. Tipos de distribución de planta y aplicabilidad a HCH-Shoes

| Tipo de Distribución                  | Características Principales                                                                        | Ventajas / Desventajas                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Aplicabilidad a HCH-Shoes                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Por Proceso (Funcional)</b>        | Agrupar máquinas del mismo tipo en un área. Adecuado para producción variada en bajos volúmenes.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Flexibilidad ante cambios de modelo</li> <li>+ Facilita supervisión por especialidad</li> <li>+ Demanda de producto baja o intermitente</li> <li>+ Tamaño pequeño de lotes</li> <li>- Altos tiempos de transporte</li> <li>- Mayor inventario en proceso</li> </ul> | <p>APLICABLE</p> <p>Actualmente la empresa agrupa por proceso (corte, aparado, montaje). Funciona para la variedad de modelos, pero genera transporte excesivo en montaje.</p>                |
| <b>Por Producto (Línea)</b>           | Máquinas dispuestas en secuencia del proceso. Ideal para producción en serie de un mismo producto. | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mínimo transporte y tiempo de ciclo</li> <li>+ Fácil control del flujo</li> <li>- Poca flexibilidad ante cambios</li> <li>- Parada de línea si falla una máquina</li> </ul>                                                                                         | <p>APLICABLE EN MONTAJE</p> <p>La secuencia lineal Strobbel, Encementado, Conformado. Prensado es susceptible de organizarse en línea, reduciendo los 36,49 m de recorrido identificados.</p> |
| <b>Por Posición Fija</b>              | El producto permanece fijo y los recursos se desplazan hacia él. Usado en productos grandes.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sin transporte del producto principal</li> <li>- Alto movimiento de operarios y equipos</li> <li>- No aplica a productos pequeños en serie</li> </ul>                                                                                                               | <p>NO APLICABLE</p> <p>El calzado es un producto pequeño que se desplaza a través de las estaciones.</p>                                                                                      |
| <b>Distribución Híbrida / Celular</b> | Combina agrupación por proceso con mini-líneas (celdas) para familias de productos similares.      | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Reduce transporte y tiempo de ciclo</li> <li>+ Mantiene flexibilidad de producto</li> <li>+ Facilita el control de calidad</li> <li>- Requiere planificación cuidadosa</li> </ul>                                                                                   | <p>NO APLICABLE</p> <p>La variedad de productos que se fabrican tiene similitud en los procesos. No hay mayor relevancia para crear familias de productos.</p>                                |

De acuerdo con el análisis de distribución de planta, la empresa debe mantener la distribución por proceso, sin embargo, la raíz del problema radica en la inadecuada

ubicación de las áreas de producción que están dispuestas por la limitación del espacio de la empresa, en el cual existe espacios desperdiciados por máquinas sin utilizar.

### 3.1.18 Cálculo del requerimiento de superficie - Método Guerchet

La propuesta de mejora aborda la redistribución física de las áreas productivas de la empresa HCH-Shoes. Esta propuesta se fundamenta en tres pilares: el análisis de los principios de distribución de planta aplicados a la situación actual, la evaluación de los tipos de distribución aplicables a la empresa, y el cálculo del espacio requerido mediante el Método Guerchet, que determina de manera técnica y objetiva las necesidades de superficie de cada área en función de sus máquinas, equipos y condiciones de trabajo.

A continuación, se realiza detalladamente el cálculo de la superficie de los elementos del área de corte.

- ***Superficie estática***

Para la aplicación del cálculo de la superficie estática se considera las características de la maquinaria y elementos estáticos que se usan en el proceso productivo. La Tabla 54 muestra las máquinas y elementos que se encuentran en el área de corte.

Tabla 54. Descripción de las máquinas y elementos en el área de corte

| Máquina/elemento | Área de Corte |           |          |
|------------------|---------------|-----------|----------|
|                  | Largo (m)     | Ancho (m) | Alto (m) |
| Mesa de corte    | 1,3           | 0,8       | 1        |
| Mesa de apoyo    | 1             | 0,5       | 1        |

En el área de corte se identifica como elementos las mesas de corte y las mesas de apoyo de los cuales se describe los datos necesarios para el cálculo de la superficie estática.

La superficie estática se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_s = Largo_{máq} * Ancho_{máq}$$

Mesa de corte

$$S_s = 1,3m * 0,8m$$

$$S_s = 1,04m^2$$

Mesa de apoyo

$$S_s = 1,0m * 0,5m$$

$$S_s = 0,5m^2$$

- **Superficie de gravitación**

La superficie de gravitación se determina por el espacio que el operario necesita para la manipulación de la máquina, en la Figura 14 se considera el número de caras para la mesa de corte.

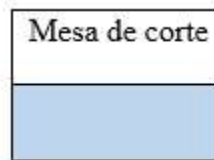


Figura 14. Caras de operación de la mesa de corte

Se observa que el número de caras por las que se puede realizar la operación es de 1.

En la Figura 15 se considera el número de caras para la mesa de apoyo.

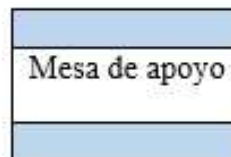


Figura 15. Caras de operación de la mesa de corte

Se observa que el número de caras por las que se puede realizar la operación es de 2.

La superficie de gravitación se calcula con la siguiente ecuación:

$$S_g = S_s * n$$

Mesa de corte

$$S_g = 1,04m^2 * 1$$

$$S_g = 1,04m^2$$

Mesa de apoyo

$$S_g = 0,5m^2 * 2$$

$$S_g = 1$$

- ***Coefficiente de evolución K***

El coeficiente K es la relación entre las alturas promedio de los operarios entre el doble de la altura de los equipos fijos:

$$K = \frac{APO}{2 * CME}$$

Mesa de corte

$$K = \frac{1,6}{2 * 1}$$

$$K = 0,8$$

Mesa de apoyo

$$K = \frac{1,6}{2 * 1}$$

$$K = 0,8$$

El cálculo del coeficiente K de todas las máquinas y elementos se muestra en la Tabla 55

Tabla 55. Cálculo del coeficiente K

| Coeficiente K     |                     |      |     |      |
|-------------------|---------------------|------|-----|------|
| Operación         | Máquina             | APO  | CME | K    |
| Corte             | Mesa de corte       | 1,6  | 1   | 0,80 |
|                   | Mesa de apoyo       | 1,6  | 1   | 0,80 |
| Estampado         | Mesa de estampado   | 1,5  | 0,8 | 0,94 |
|                   | Mesa de apoyo       | 1,5  | 1   | 0,75 |
| Aparado           | Máquina de aparado  | 1,55 | 0,8 | 0,97 |
|                   | Mesa de apoyo       | 1,55 | 1   | 0,78 |
| Preformado        | Mesa de preformado  | 1,6  | 0,8 | 1,00 |
| Strobel           | Máquina Strobel     | 1,6  | 0,8 | 1,00 |
|                   | Mesa                | 1,6  | 0,8 | 1,00 |
| Encementado       | Mesa                | 1,6  | 0,8 | 1,00 |
|                   | Estante             | 1,6  | 1   | 0,80 |
| Prensado          | Horno de reactivado | 1,6  | 1,5 | 0,53 |
|                   | Prensa Neumática    | 1,6  | 1   | 0,80 |
|                   | Estante             | 1,6  | 2   | 0,40 |
| Bodega de plantas | Estante de plantas  | 1,6  | 2   | 0,40 |
|                   | Mesa                | 1,6  | 0,8 | 1,00 |

| Coeficiente K |                         |     |     |      |
|---------------|-------------------------|-----|-----|------|
| Operación     | Máquina                 | APO | CME | K    |
| Terminado     | Estante                 | 1,6 | 2   | 0,40 |
|               | Mesa limpieza de cortes | 1,6 | 1   | 0,80 |
|               | Estante pequeño         | 1,6 | 1   | 0,80 |

Se determinó el coeficiente K mediante la altura promedio de los trabajadores que operan en cada área y la altura de las máquinas o elementos. La descripción necesaria de las dimensiones de las máquinas se muestra en el Anexo K.

- ***Superficie de evolución***

Este cálculo representa la superficie que se reserva entre los puestos para el desplazamiento del personal y de los equipos.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

Mesa de corte

$$S_e = (1,04 + 0,5) * 0,8$$

$$S_e = 1,232m^2$$

Mesa de apoyo

$$S_e = (0,5 + 1) * 0,8$$

$$S_e = 1,2m^2$$

La superficie requerida para la manipulación adecuada de las operaciones viene dada por la ecuación siguiente:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

Mesa de corte

$$S_T = 1,04 + 0,5 + 1,232$$

$$S_T = 2,772m^2$$

Mesa de apoyo

$$S_T = 0,5 + 1 + 1,2$$

$$S_e = 2,7m^2$$

El cálculo de las superficies necesarias para cada área se muestra en la Tabla 56, el detalle del análisis se indica en el Anexo K.

Tabla 56. Resumen del cálculo de las superficies - Método Guerchet

| Zonas                    | Máquina/elemento        | Ss   | Sg   | Se   | St    |
|--------------------------|-------------------------|------|------|------|-------|
| <b>Corte</b>             | Mesa de corte           | 1,04 | 1,04 | 1,66 | 18,72 |
|                          | Mesa de apoyo           | 0,50 | 0,50 | 0,80 | 3,60  |
| <b>Estampado</b>         | Mesa de estampado       | 0,66 | 0,66 | 1,24 | 2,56  |
|                          | Mesa de apoyo           | 0,50 | 0,50 | 0,75 | 1,75  |
| <b>Aparado</b>           | Máquina de aparado      | 0,66 | 0,66 | 1,28 | 12,99 |
|                          | Mesa de apoyo           | 0,50 | 1,00 | 1,16 | 2,66  |
| <b>Preformado</b>        | Mesa de preformado      | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64  |
| <b>Strobel</b>           | Máquina Strobel         | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64  |
|                          | Mesa                    | 0,32 | 0,32 | 0,64 | 1,28  |
| <b>Encementado</b>       | Mesa                    | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64  |
|                          | Estante                 | 0,30 | 0,60 | 0,72 | 1,62  |
| <b>Prensado</b>          | Horno de reactivado     | 0,36 | 0,36 | 0,38 | 1,10  |
|                          | Prensa Neumática        | 0,32 | 0,32 | 0,51 | 1,15  |
|                          | Estante                 | 0,45 | 0,90 | 0,54 | 1,89  |
| <b>Bodega de Plantas</b> | Estante de plantas      | 0,80 | 0,80 | 0,64 | 2,24  |
|                          | Mesa                    | 1,20 | 1,20 | 2,40 | 4,80  |
| <b>Terminado</b>         | Estante                 | 0,60 | 0,60 | 0,48 | 1,68  |
|                          | Mesa limpieza de cortes | 0,96 | 0,96 | 1,54 | 3,46  |
|                          | Estante pequeño         | 0,30 | 0,30 | 0,48 | 1,08  |

De acuerdo con el análisis de la superficie necesaria, las máquinas y elementos del área de corte y aparado requieren una mayor superficie que el resto de las áreas. Esto se debe a la similitud de la cantidad de máquinas y elementos que se tiene en cada una de estas áreas.

En la Tabla 57 se muestra el resumen del cálculo de la superficie total por zonas.

Tabla 57. Resumen del cálculo de superficies

| Análisis de las superficies |                            |                   |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Zonas                       | Superficie total necesaria | Superficie actual |
| Corte                       | 22,32                      | 17,68             |
| Estampado                   | 4,31                       | 4,83              |
| Aparado                     | 15,66                      | 11                |
| Preformado                  | 2,64                       | 2,89              |
| Strobel                     | 3,92                       | 2,19              |
| Encementado                 | 4,26                       | 2,71              |

| Análisis de las superficies |                            |                   |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Zonas                       | Superficie total necesaria | Superficie actual |
| Prensado                    | 4,15                       | 4,13              |
| Bodega de plantas           | 7,04                       | 5,80              |
| Terminado                   | 6,22                       | 6,88              |
| Total                       | 70,51                      | 58,11             |

Con el resultado del cálculo, se determina que las superficies actuales no cumplen con lo requerido por las máquinas, siendo el área de corte con mayor diferencia en los resultados. Sin embargo, el análisis de la capacidad productiva del área de corte trabaja con 3 operarios u supera la producción de 40 docenas semanales. Por esta razón se determina que el área de corte está sobre dimensionada con cinco puestos de trabajo.

### 3.1.19 Análisis SLP

Para facilitar el análisis SLP se establece en la Tabla 58 la codificación de las áreas.

Tabla 58. Codificación de las áreas

| Áreas             | Código |
|-------------------|--------|
| Bodega de MP      | 1      |
| Corte             | 2      |
| Estampado         | 4      |
| Aparado           | 3      |
| Preformado        | 5      |
| Strobel           | 6      |
| Encementado       | 7      |
| Prensado          | 8      |
| Bodega de plantas | 9      |
| Terminado         | 10     |

La codificación se realiza a todas las áreas dando un valor del 1 al 8 respectivamente. Esto se realiza para facilitar el análisis del diagrama de relación.

- ***Criterios de clasificación***

Para la clasificación de las condiciones de la empresa se establece los criterios mostrados en la Tabla 59.

Tabla 59. Criterios de calificación

| Código | Criterio                  | Observación                                                                          |
|--------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Por flujo de material     | El flujo de material es constante entre las áreas reduciendo el tiempo de transporte |
| 2      | Por secuencia             | Los procesos se deben ubicar de manera que el material mantenga una secuencia.       |
| 3      | Mejor control del proceso | Para mantener un adecuado control del proceso que se envía                           |
| 4      | Por conveniencia          | Aprovechar áreas vacías desaprovechadas                                              |

Con el criterio de calificación establecido se procede a determinar la calificación y el diagrama de relación.

- *Aplicación del criterio de calificación*

A continuación, en la figura 16 se muestra la calificación de la relación entre los procesos.

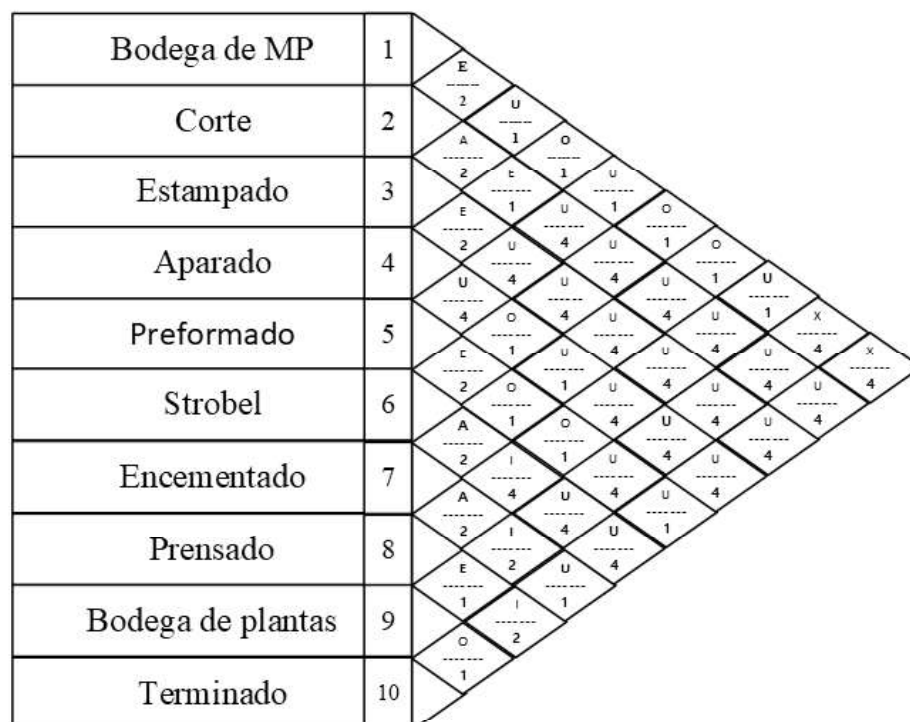


Figura 16. Criterios relacionales

La matriz es coherente con el flujo productivo: las relaciones A siguen estrictamente la secuencia operativa, las X aparecen donde hay riesgo de contaminación del producto

terminado por procesos con solventes/cementos, y las O/U cubren combinaciones de áreas que no interactúan directamente en el flujo, pero podrían compartir espacio sin problema.

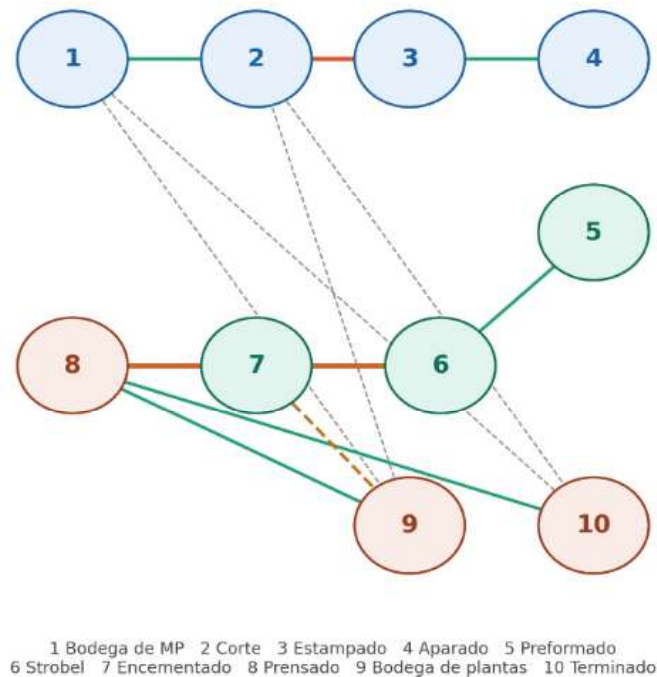
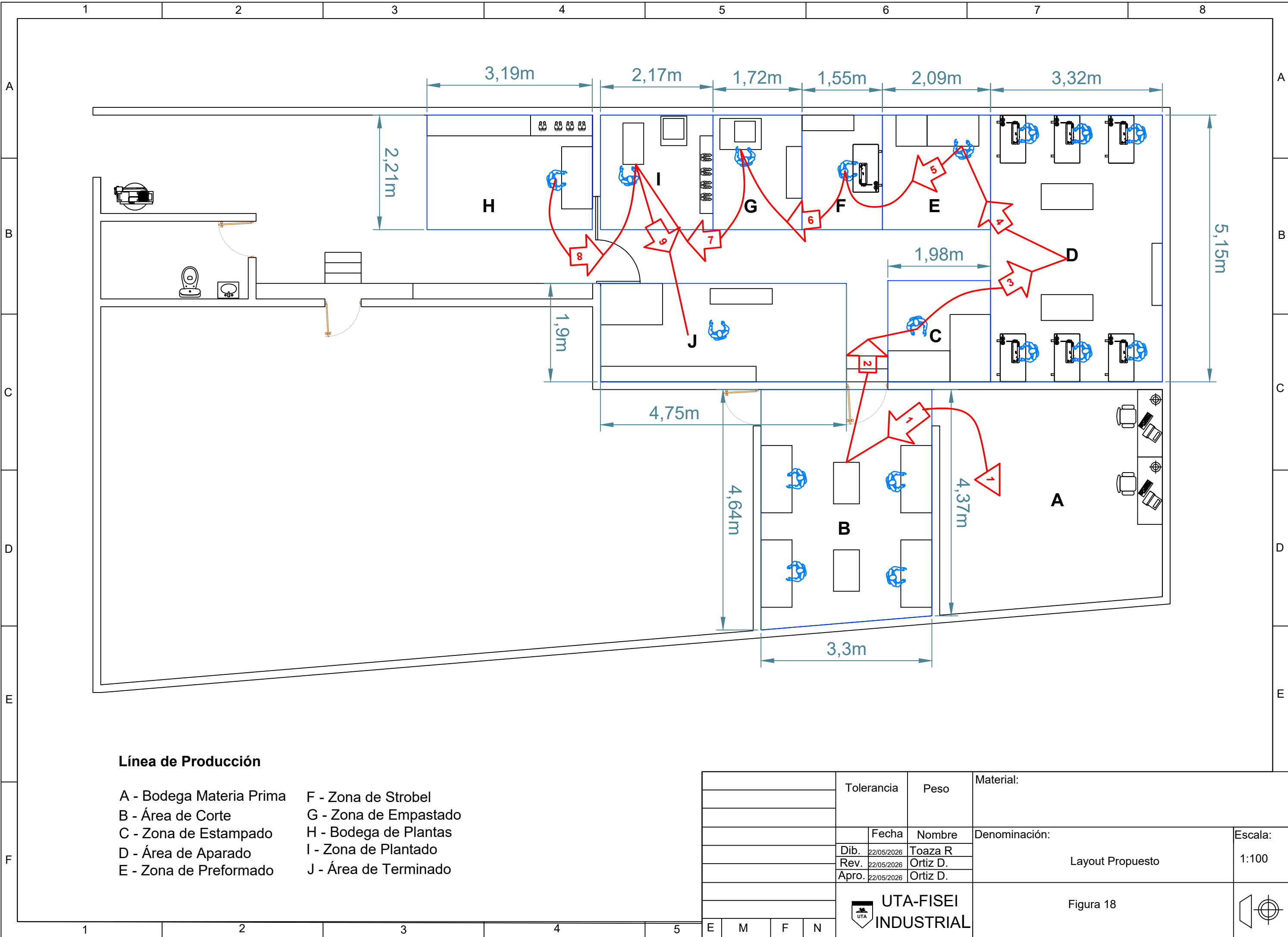


Figura 17. Diagrama relacional de distancias

El diagrama relacional de actividades, donde cada círculo representa un área según la codificación y las líneas representan las relaciones de cercanía codificadas por color, según la convención típica del SLP.

- ***Distribución propuesta***

Considerando el análisis de relaciones de distancia se presenta a continuación la Figura 18, que muestra el layout de la distribución propuesta por el autor tomando en cuenta la superficie necesaria para cada área.



**Línea de Producción**

- A - Bodega Materia Prima

B - Área de Corte

C - Zona de Estampado

D - Área de Aparado

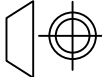
E - Zona de Preformado
- F - Zona de Strobel

G - Zona de Empastado

H - Bodega de Plantas

I - Zona de Plantado

J - Área de Terminado

|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|---------------------------------------|-----------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|   |   |   |   | Tolerancia                                                                                                                           |            | Peso     |                                       | Material: |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      | Fecha      | Nombre   | Denominación:<br><br>Layout Propuesto |           |  | Escala:<br><br>1:100                                                                  |  |
|   |   |   |   | Dib.                                                                                                                                 | 22/05/2026 | Toaza R  |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   | Rev.                                                                                                                                 | 22/05/2026 | Ortiz D. |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   | Apro.                                                                                                                                | 22/05/2026 | Ortiz D. |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   | <div></div> <div>UTA-FISEI<br/>INDUSTRIAL</div> |            |          | Figura 18                             |           |  |  |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
|   |   |   |   |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |
| E | M | F | N |                                                                                                                                      |            |          |                                       |           |  |                                                                                       |  |

Como se puede observar en la propuesta de distribución, los cambios efectuados es la utilización de áreas desperdiciadas, en el caso del área de corte se trasladó junto a la bodega de materia prima reduciendo considerablemente la distancia de recorrido de la materia prima. Además, se reordenaron las áreas incluyendo la zona de preformado en el interior de la línea de producción. El área de bodegas de plantas se mantuvo en el lugar sin embargo la relación mejoró con el proceso de plantado o prensado.

En la Tabla 60 se compara las superficies calculadas, las actuales y las propuestas.

Tabla 60. Análisis de las superficies

| Análisis de las superficies |                            |                   |                      |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------|
| Zonas                       | Superficie total necesaria | Superficie actual | Superficie propuesta |
| Corte                       | 22,32                      | 17,68             | 14,87                |
| Estampado                   | 4,31                       | 4,83              | 3,87                 |
| Aparado                     | 15,66                      | 11                | 17,08                |
| Preformado                  | 2,64                       | 2,89              | 4,64                 |
| Strobel                     | 3,92                       | 2,19              | 3,43                 |
| Encementado                 | 4,26                       | 2,71              | 3,80                 |
| Prensado                    | 4,15                       | 4,13              | 4,80                 |
| Bodega de plantas           | 7,04                       | 5,80              | 7,06                 |
| Terminado                   | 6,22                       | 6,88              | 9,01                 |
| Total                       | 70,51                      | 58,11             | 68,60                |

Se puede apreciar que las superficies propuestas varían con 1,91m del total de las superficies necesarias. A diferencia de las superficies actuales que superan con 10,49m.

### 3.1.20 Análisis del método propuesto para las actividades

Este análisis se realiza con el objetivo de optimizar las actividades innecesarias y reducir las distancias respecto al layout propuesto.

y dividir los procesos en subprocessos del proceso de conformado las cuales pueden ser ejecutados paralelamente por otro operario, de esta manera determinar la ubicación adecuada de cada una de las zonas conforme lo requiera el proceso.

- ***Área de corte***

En el área de corte no se presentan cambios en las actividades. Sin embargo, con la nueva distribución los tiempos de transporte se reducen significativamente como se muestra en la Tabla 61.

Tabla 61. Propuesta de mejora - Corte

| Descripción                                     | Layout actual |            | Layout propuesto |            |
|-------------------------------------------------|---------------|------------|------------------|------------|
|                                                 | Distancia (m) | Tiempo (s) | Distancia (m)    | Tiempo (s) |
| Transporte de la materia prima al área de corte | 14,046        | 29,33      | 5,1              | 10,64      |
| Transporte de la gaveta a la zona de preparado  | 8,995         | 18,74      | 4,21             | 8,76       |

El tiempo propuesto se reduce en 10,02 segundos debido a la disminución de la distancia del transporte de 8,99m a 4,21m.

- ***Área de Estampado***

En el área de estampado no se presentan cambios en las actividades. Sin embargo, con la nueva distribución los tiempos de transporte se reducen significativamente como se muestra en la Tabla 62.

Tabla 62. Propuesta de mejora - Estampado

| Descripción                             | Layout actual |            | Layout propuesto |            |
|-----------------------------------------|---------------|------------|------------------|------------|
|                                         | Distancia (m) | Tiempo (s) | Distancia (m)    | Tiempo (s) |
| Transporte de gaveta al área de aparado | 8,338         | 22,13      | 3,85             | 10,20      |

El tiempo propuesto se reduce en 11,33 segundos debido a la disminución de la distancia del transporte de 8,33m a 3,85m.

- ***Área de Aparado***

En el área de aparado no se presentan cambios en las actividades. Sin embargo, con la nueva distribución los tiempos de transporte se reducen significativamente como se muestra en la Tabla 63.

Tabla 63. Propuesta de mejora - Aparado

| Descripción                             | Layout actual |            | Layout propuesto |            |
|-----------------------------------------|---------------|------------|------------------|------------|
|                                         | Distancia (m) | Tiempo (s) | Distancia (m)    | Tiempo (s) |
| Transporte de gaveta al área de montaje | 4,07          | 15,08      | 3,24             | 12         |

El tiempo propuesto se reduce en 3,08 segundos debido a la disminución de la distancia del transporte de 4,07m a 3,24m.

- **Área de Montaje**

En el área de montaje presenta cambios en sus procesos con la nueva distribución para el cual se propone el siguiente método detallado en la Tabla 64.

Tabla 64. Propuesta de mejora - Montaje

| Nº | Actividades método actual                                                | Actividades método propuesto |    |                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Recepción y verificación de cortes aparados                              | Zona de preformado           | 1  | Clasificación de cortes por talla                                                     |
| 2  | Clasificación de cortes y plantillas por talla                           |                              | 2  | Colocación de puntera termo adherible y preformar                                     |
| 3  | Trasporte de los cortes a la zona de preformado                          |                              | 3  | Colocación de talón termo adherible y preformar                                       |
| 4  | Colocación puntera termo adherible y preformar                           |                              | 4  | Transporte de cortes preformados a máquina strobel                                    |
| 5  | Colocación talón termo adherible y preformar                             | Zona de máquina Strobel      | 5  | Rectificado de los bordes sobresalientes del forro y empastado del interior del corte |
| 6  | Transporte de cortes preformados a máquina strobel                       |                              | 5  | Clasificación plantillas por talla                                                    |
| 7  | Rectificado de los bordes sobresalientes del forro y empastado del corte |                              | 7  | Cosido del corte con la plantilla en máquina                                          |
| 8  | Cosido del corte con la plantilla en máquina strobel                     |                              | 4  | Colocación de los cortes en la zona de empaste                                        |
| 9  | Colocación de los cortes en la zona de empaste                           | Zona de bodega               | 5  | Preparación de la serie de plantas                                                    |
| 10 | Preparación de la serie de hormas según la orden de producción           |                              | 6  | Transporte de plantas a zona de empaste                                               |
| 11 | Colocar hormas en zona de empaste                                        | Zona de cementado            | 7  | Preparación de la serie de hormas según la orden de producción                        |
| 12 | Preparación de la serie de plantas según la orden de producción          |                              | 12 | Colocación del corte en las hormas                                                    |
| 13 | Transporte de las plantas a zona de empaste                              |                              | 13 | Rayado de la suela en el corte hormado                                                |
| 14 | Calzado del corte en las hormas                                          |                              | 14 | Cementado de los cortes                                                               |
| 15 | Rayado de la suela en el corte hormado                                   |                              | 15 | Cementado de las plantas                                                              |

| Nº | Actividades método actual                   | Actividades método propuesto |                                                |
|----|---------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|
| 16 | Cementado de los cortes                     | Zona de plantado             | 16 Reactivado del corte y la planta            |
| 17 | Cementado de las plantas                    |                              | 17 Pegado de la planta en el corte hormado     |
| 18 | Reactivado del corte y la planta            |                              | 18 Prensado del calzado                        |
| 19 | Pegado de la planta en el corte hormado     |                              | 20 Transporte del calzado al área de terminado |
| 20 | Prensado del calzado                        |                              |                                                |
| 21 | Espera del calzado hasta enfriarse          |                              |                                                |
| 22 | Deshormado del calzado                      |                              |                                                |
| 23 | Transporte del calzado al área de terminado |                              |                                                |

La mejora describe el nuevo método en el cual los cortes llegan del área de corte hacia la zona de preformado, continuando con Strobel, bodega, cementado y por último el plantado, de esta manera se reducen transportes y tiempos en el proceso. Los detalles se presentan en el Anexo L.

La tabla 65 presenta el resumen del análisis de la propuesta de mejora del proceso de conformado.

Tabla 65. Resumen de la propuesta de mejora del área de conformado

|            |                                                                                     | RESUMEN |              |           |                  |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|-----------|------------------|
| ACTIVIDAD  |                                                                                     | NUMERO  | DISTANCIA(m) | TIEMPO(s) | TIEMPO (h:min:s) |
| OPERACIÓN  |  | 16      |              | 6577,23   |                  |
| TRANSPORTE |  | 3       | 7,92         | 20,02     |                  |
| INSPECCIÓN |  | 0       |              | 0         |                  |
| DEMORA     |  | 0       |              | 0         |                  |
| ALMACENAJE |  | 0       |              | 0         |                  |
| COMBINADAS |  | 0       |              | 0         |                  |
| TOTAL      |                                                                                     | 19      | 7,92         | 6597,25   |                  |

Los resultados muestran una reducción de la distancia de recorrido, en el método actual la distancia ronda los 36,49m a diferencia de 7,92m en la mejora del Layout. Además, se evidencia la reducción del tiempo de 2h10min a 1h49min. Con el layout propuesto se tiene como resultado mayor fluides con menor distancia de recorrido.

#### a. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos se realizó mediante los movimientos conocidos como therbligs, que son las unidades básicas de movimiento definidas por Gilbreth. Los therbligs se clasifican en eficientes (agregan valor al proceso) e ineficientes (no agregan valor y deben eliminarse o reducirse). A continuación, se presenta el análisis para cada área del proceso.

- **Área de Corte**

La Tabla 66 muestra los siguientes therbligs durante las operaciones de corte de piezas, forros y plantillas.

Tabla 66. Análisis de therbligs – Área de Corte

| Therbligs EFICIENTES                                        | Therbligs INEFICIENTES                                                         |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Alcanzar (AL): tomar el material de la mesa                 | Buscar (B): búsqueda de moldes no organizados por modelo                       |
| Tomar (T): sujetar el molde o cuchilla                      | Seleccionar (SE): selección de moldes entre mezcla de tallas                   |
| Mover (M): desplazar el material hacia la posición de corte | Colocar en posición (P): ajuste repetido del material en la mesa               |
| Usar (U): cortar piezas con la cuchilla sobre el molde      | Demora evitable (DET): espera por confirmación de la orden de producción       |
| Soltar (SI): liberar las piezas cortadas                    | Sostener (SO): sujetar el material manualmente mientras se corta sin guía fija |
| Ensamblar (E): clasificar y agrupar piezas por talla        |                                                                                |

Los therbligs ineficientes identificados en esta área se relacionan principalmente con la falta de organización de moldes y la ausencia de guías de posicionamiento en la mesa de corte. La búsqueda y selección de moldes generan tiempos improductivos que pueden eliminarse con un sistema de organización por modelo y talla.

- **Área de Estampado**

En el área de estampado los principales therbligs identificados se muestran en la Tabla 67.

Tabla 67. Análisis de therbligs – Área de Estampado

| Therbligs EFICIENTES                                        | Therbligs INEFICIENTES                                                             |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcanzar (AL): tomar las piezas de la gaveta                | Seleccionar (SE): selección de piezas a estampar sin clasificación previa          |
| Tomar (T): sujetar las piezas a estampar                    | Inspeccionar (I): revisión repetida por falta de estándar de calidad del estampado |
| Mover (M): posicionar las piezas en la máquina de estampado | Demora evitable (DET): espera por falta de sincronización con el área de corte     |
| Usar (U): operar la máquina de estampado                    |                                                                                    |
| Soltar (SI): depositar piezas estampadas                    |                                                                                    |
| Mover (M): incorporar materiales adicionales a la gaveta    |                                                                                    |

La principal ineficiencia en esta área es la demora evitable generada por la falta de sincronización con el área de corte, que provoca que la zona de estampado espere la llegada de piezas. Una programación de producción coordinada reduciría este tiempo improductivo.

- **Área de Aparado**

En el área de aparado, que concentra el mayor tiempo estándar del proceso, se identificaron los siguientes therbligs descritos en la Tabla 68.

Tabla 68. Análisis de therbligs – Área de Aparado

| Therbligs EFICIENTES                                            | Therbligs INEFICIENTES                                                                |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcanzar (AL): tomar los cortes de la gaveta                    | Buscar (B): localización de piezas no clasificadas correctamente                      |
| Tomar (T): sujetar el corte para posicionarlo en la máquina     | Inspeccionar (I): revisión de costuras por falta de estándar de tensión en máquina    |
| Mover (M): guiar el corte bajo la aguja de la máquina de aparar | Demora inevitable (DI): tiempo de costura condicionado por la complejidad del modelo  |
| Usar (U): operar la máquina de aparar                           | Sostener (SO): sujetar el corte con ambas manos sin apoyo adicional durante el cosido |
| Ensamblar (E): unir cortes con forros y lengüetas               |                                                                                       |
| Soltar (SI): depositar el corte aparado en la gaveta            |                                                                                       |

Al ser el área cuello de botella, la reducción de therbligs ineficientes tiene el mayor impacto en la capacidad del proceso. La implementación de guías en las máquinas de aparar y la estandarización de la tensión del hilo eliminaría las inspecciones repetidas y reduciría el tiempo de ciclo del área.

- **Área de Montaje**

El área de montaje presenta la mayor variedad de therbligs debido al número de subprocesos que la conforman. En la Tabla 69 se detalla el análisis.

Tabla 69. Análisis de therbligs – Área de Montaje

| Therbligs EFICIENTES                          | Therbligs INEFICIENTES                                                       |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Alcanzar (AL): tomar cortes, hormas y plantas | Buscar (B): búsqueda de hormas y plantas por falta de organización por serie |

|                                                                       |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Tomar (T): sujetar el corte para calzarlo en la horma                 | Seleccionar (SE): seleccionar hormas y plantas de la serie correcta          |
| Mover (M): desplazar el calzado entre zonas del área                  | Demora inevitable (DI): enfriamiento del calzado después del prensado        |
| Usar (U): operar máquina strobrel, reactivadora y prensa              | Demora evitable (DET): espera de reactivación por temperatura inadecuada     |
| Ensamblar (E): unir corte con plantilla y suela                       | Transportes innecesarios: múltiples desplazamientos entre zonas no contiguas |
| Preparar posición (PP): posicionar el corte en la horma correctamente |                                                                              |

Los transportes entre zonas (preformado, strobrel, empaste, bodega de plantas) representan el principal therblig ineficiente del área de montaje en términos de tiempo acumulado. Una redistribución del layout que acerque las zonas de trabajo secuenciales reduciría significativamente los desplazamientos no agregadores de valor.

- **Área de Terminado**

La Tabla 70 detalla el análisis en el área de terminado, los therbligs identificados reflejan un proceso relativamente simple, pero con oportunidades de mejora en la etapa de limpieza:

Tabla 70. Análisis de therbligs – Área de Terminado

| Therbligs EFICIENTES                                                | Therbligs INEFICIENTES                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Alcanzar (AL): tomar el calzado para inspección                     | Inspeccionar (I): revisión extendida por exceso de residuos de pegamento del montaje |
| Tomar (T): sujetar el calzado durante la limpieza                   | Demora evitable (DET): espera por falta de coordinación en el despacho del pedido    |
| Usar (U): aplicar limpiador de pegamento                            | Sostener (SO): sujetar la caja mientras se completa el empaque sin soporte           |
| Mover (M): posicionar el calzado para colocar plantilla y pasadores |                                                                                      |
| Ensamblar (E): insertar plantilla y pasadores                       |                                                                                      |
| Soltar (SI): depositar el calzado en la caja de empaque             |                                                                                      |

La principal ineficiencia en el área de terminado es el tiempo de inspección y limpieza extendido, que está directamente condicionado por la calidad del proceso de cementado en el área de montaje. Una aplicación más controlada del cemento en montaje reduciría el tiempo de limpieza en terminado.

Con el análisis de la situación actual de la empresa se determinaron los factores que inciden negativamente en la producción debido a la desorganización y desorden en cada una de las áreas que ocasionan que la productividad se vea afectada.

Con base en los resultados obtenidos del estudio de tiempos, el análisis de therbligs y los cursogramas analíticos del proceso productivo de la empresa HCH-Shoes, se identificaron múltiples ineficiencias asociadas directamente a la desorganización del ambiente de trabajo. Entre los problemas más críticos se destacan: la búsqueda prolongada de moldes no clasificados en el área de corte, los transportes innecesarios por la deficiente organización de hormas y plantas en montaje, la acumulación de residuos de cemento que incrementa el tiempo de limpieza en terminado, y la ausencia de señalización en todas las áreas del proceso.

### 3.1.21 Metodología de las 5S

La metodología 5S, originaria del sistema de producción Toyota (TPS), constituye la base del mejoramiento continuo en entornos de manufactura. Su implementación en la empresa HCH-Shoes permitirá establecer un ambiente de trabajo organizado, limpio y estandarizado, reduciendo los tiempos improductivos identificados en el estudio, mejorando la seguridad del personal, y creando las condiciones necesarias para la aplicación de herramientas de mejora más avanzadas. Las cinco etapas de la metodología son: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplinar).

#### *a. Diagnóstico inicial de la metodología de las 5S*

Dentro de las cinco áreas del proceso productivo, la evaluación se efectuó mediante observación directa durante las visitas técnicas, utilizando una escala de puntaje de 0 a 4, como se muestra en la Tabla 71.

Tabla 71. Criterios de evaluación 5S

| Criterios de evaluación |                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Calificación            | Descripción                                          |
| 0                       | Ausente / No existe                                  |
| 1                       | Deficiente / Muy por debajo del estándar             |
| 2                       | Regular / Con oportunidades de mejora significativas |

| Criterios de evaluación |                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| Calificación            | Descripción                               |
| 3                       | Aceptable / Cercano al estándar           |
| 4                       | Óptimo / Cumple completamente el estándar |

Esta ponderación prioriza las deficiencias que presentan los procesos de la empresa. Para el cual se realiza el diagnóstico inicial de la Tabla 72.

Tabla 72. Diagnóstico inicial 5S

| Área             | Aspecto Evaluado                                 | Puntaje (0-4) | Estado            | Observación                 |
|------------------|--------------------------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>Corte</b>     | Materiales innecesarios en mesas de corte        | 1             | <b>Deficiente</b> | Moldes y retazos mezclados  |
| <b>Corte</b>     | Organización de moldes por modelo y talla        | 1             | <b>Deficiente</b> | Sin clasificación visible   |
| <b>Corte</b>     | Limpieza de área y mesas de trabajo              | 2             | <b>Regular</b>    | Retazos en el piso          |
| <b>Corte</b>     | Señalización de zonas de trabajo                 | 0             | <b>Ausente</b>    | Sin demarcación             |
| <b>Estampado</b> | Clasificación de piezas previo al estampado      | 1             | <b>Deficiente</b> | Piezas mezcladas en gaveta  |
| <b>Estampado</b> | Orden de materiales extras (esponjas, riatas)    | 1             | <b>Deficiente</b> | Sin ubicación fija          |
| <b>Estampado</b> | Limpieza de la máquina de estampado              | 2             | <b>Regular</b>    | Limpieza ocasional          |
| <b>Estampado</b> | Señalización de zonas de almacenamiento temporal | 0             | <b>Ausente</b>    | Sin identificación          |
| <b>Aparado</b>   | Organización de cortes en máquinas de aparar     | 1             | <b>Deficiente</b> | Cortes apilados sin orden   |
| <b>Aparado</b>   | Estado y orden de hilos y agujas                 | 2             | <b>Regular</b>    | Hilos en desorden           |
| <b>Aparado</b>   | Limpieza bajo mesas y máquinas                   | 1             | <b>Deficiente</b> | Acumulación de residuos     |
| <b>Aparado</b>   | Señalización de puesto de cada operario          | 0             | <b>Ausente</b>    | Puestos sin identificar     |
| <b>Montaje</b>   | Organización de hormas por talla y modelo        | 1             | <b>Deficiente</b> | Hormas mezcladas            |
| <b>Montaje</b>   | Orden de plantas y suela en bodega               | 1             | <b>Deficiente</b> | Sin estante clasificado     |
| <b>Montaje</b>   | Limpieza de zona de cementado y prensado         | 1             | <b>Deficiente</b> | Residuos de cemento en piso |
| <b>Montaje</b>   | Señalización de zonas (preformado, strobel)      | 0             | <b>Ausente</b>    | Sin demarcación de zonas    |
| <b>Terminado</b> | Organización de cajas y fundas de empaque        | 2             | <b>Regular</b>    | Cajas apiladas sin orden    |
| <b>Terminado</b> | Disponibilidad de herramientas de limpieza       | 2             | <b>Regular</b>    | Herramientas compartidas    |
| <b>Terminado</b> | Limpieza general del área                        | 2             | <b>Regular</b>    | Mejor que otras áreas       |

| Área      | Aspecto Evaluado                                | Puntaje (0-4) | Estado     | Observación                 |
|-----------|-------------------------------------------------|---------------|------------|-----------------------------|
| Terminado | Señalización y etiquetado de producto terminado | 1             | Deficiente | Sin identificación de lotes |

Los resultados de la evaluación revelan un estado crítico generalizado en todas las áreas productivas. El resumen consolidado por área se presenta en la Tabla 73, donde se observa que ninguna área supera el 50% del puntaje máximo posible.

Tabla 73. Resumen de la evaluación por áreas

| Área            | Puntaje Total (sobre 16) | Porcentaje (%) | Calificación | Principal Oportunidad de Mejora               |
|-----------------|--------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------|
| Corte           | 4                        | 25%            | Crítico      | Organización de moldes y señalización         |
| Estampado       | 4                        | 25%            | Crítico      | Clasificación de piezas y señalización        |
| Aparado         | 4                        | 25%            | Crítico      | Orden en máquinas y limpieza profunda         |
| Montaje         | 3                        | 19%            | Crítico      | Organización de hormas, plantas y demarcación |
| Terminado       | 7                        | 44%            | Deficiente   | Señalización y orden de empaque               |
| <b>PROMEDIO</b> | 4,4                      | 27%            | Crítico      | Implementación integral de 5S                 |

El promedio general de la empresa es de 4,4 puntos sobre 16 posibles, equivalente al 27% del estado óptimo. Este resultado ratifica la necesidad urgente de implementar la metodología 5S de manera integral. Las áreas de Corte, Estampado y Aparado presentan los puntajes más bajos (25%), siendo Montaje el área con mayor impacto en términos de tiempo perdido por ineficiencias organizativas, conforme se evidenció en el análisis de therbligs.

#### ***b. Propuesta de Implementación de la metodología 5S***

- ***Primera S – Seiri (Clasificar)***

Seiri consiste en diferenciar los elementos necesarios de los innecesarios dentro de cada área de trabajo, retirando todo aquello que no agrega valor al proceso productivo. En HCH-Shoes, esta etapa cobra especial relevancia dado que el análisis de therbligs identificó la búsqueda (B) y la selección (SE) como therbligs ineficientes predominantes en el área de corte y montaje, directamente atribuibles a la presencia de elementos innecesarios en los puestos de trabajo.

- **Criterios de Clasificación**

Para la clasificación de elementos se propone el sistema de tarjetas rojas, bajo los siguientes criterios:

- Necesario y en uso frecuente: permanece en el puesto de trabajo.
- Necesario, pero de uso poco frecuente: se ubica en zona de almacenamiento secundario.
- Dudoso o de uso incierto: se etiqueta con tarjeta roja para decisión del jefe de producción.
- Innecesario u obsoleto: se retira, archiva, recicla o desecha según corresponda.

La Tabla 74 muestra todos los elementos identificados como innecesarios en los procesos de calzado.

Tabla 74. Identificación y clasificación de elementos por área - Seiri

| Área             | Elemento Identificado                   | Cantidad Aprox. | Categoría          | Acción Propuesta          |
|------------------|-----------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|
| <b>Corte</b>     | Moldes de modelos discontinuados        | 18 moldes       | <b>Innecesario</b> | Retirar y archivar        |
| <b>Corte</b>     | Retazos de cuerina sin uso definido     | ~5 kg           | <b>Innecesario</b> | Clasificar o desechar     |
| <b>Corte</b>     | Cuchillas en mal estado                 | 4 unidades      | <b>Innecesario</b> | Reemplazar o desechar     |
| <b>Corte</b>     | Moldes en uso por modelo y talla        | 60 moldes       | <b>Necesario</b>   | Organizar en tablero      |
| <b>Estampado</b> | Tintas vencidas o sin uso               | 3 frascos       | <b>Innecesario</b> | Desechar                  |
| <b>Estampado</b> | Materiales extras sin clasificación     | Mezclados       | <b>Innecesario</b> | Clasificar por tipo       |
| <b>Estampado</b> | Piezas de modelos anteriores en gavetas | ~30 piezas      | <b>Innecesario</b> | Separar o desechar        |
| <b>Aparado</b>   | Hilos de colores en desuso              | 8 carretes      | <b>Innecesario</b> | Retirar del área          |
| <b>Aparado</b>   | Herramientas rotas (tenazas, agujas)    | 5 unidades      | <b>Innecesario</b> | Desechar o reparar        |
| <b>Aparado</b>   | Cortes de modelos anteriores apilados   | ~24 pares       | <b>Innecesario</b> | Revisar vigencia y actuar |
| <b>Montaje</b>   | Hormas de tallas discontinuadas         | 12 pares        | <b>Innecesario</b> | Retirar y archivar        |
| <b>Montaje</b>   | Plantas de modelos anteriores sin uso   | ~20 pares       | <b>Innecesario</b> | Inventariar y retirar     |

| Área             | Elemento Identificado                     | Cantidad Aprox. | Categoría          | Acción Propuesta     |
|------------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| <b>Montaje</b>   | Envases de cemento vacíos                 | 6 envases       | <b>Innecesario</b> | Desechar             |
| <b>Terminado</b> | Cajas dañadas no aptas para empaque       | ~15 cajas       | <b>Innecesario</b> | Desechar             |
| <b>Terminado</b> | Pasadores de colores sin stock suficiente | Dispersos       | <b>Necesario</b>   | Clasificar y reponer |

Del análisis de la Tabla 55 se identificaron un total de 11 categorías de elementos innecesarios distribuidas en las cinco áreas productivas. La acción inmediata de retiro y clasificación de estos elementos liberará espacio de trabajo, eliminará los therbligs de búsqueda y selección identificados en el estudio de movimientos, y reducirá el riesgo de confusión entre lotes de producción. Se estima que la correcta clasificación en el área de corte puede reducir el tiempo de búsqueda de moldes en aproximadamente 1,5 minutos por lote, y en el área de montaje puede eliminar 0,8 minutos de búsqueda de hormas por lote.

- ***Segunda S – Seiton (Ordenar)***

Seiton establece que cada elemento necesario debe tener un lugar definido, señalado y de fácil acceso, de modo que cualquier operario pueda encontrarlo y devolverlo en el menor tiempo posible. El principio fundamental de esta etapa es: un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

En HCH-Shoes, la aplicación de Seiton se enfoca en eliminar los transportes innecesarios detectados en los cursogramas analíticos, especialmente en el área de montaje donde se registraron 5 transportes con un recorrido total de 36,49 m por lote, así como en reducir los tiempos de demora por búsqueda en todas las áreas. Sin embargo, en la propuesta del layout se pudo eliminar dichas deficiencias de transportes. La Tabla 75 muestra la propuesta de implementación para el ordenamiento.

Tabla 75. Propuesta de ordenamiento por área – Seiton

| Área  | Elemento        | Ubicación Propuesta                             | Método de Identificación                                  |
|-------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Corte | Moldes de corte | Tablero vertical clasificado por modelo y talla | Etiquetas de color por modelo; silueta pintada en tablero |

|           |                               |                                                        |                                                       |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Corte     | Cuchillas y herramientas      | Portaherramientas fijo junto a cada mesa de corte      | Sombra pintada del contorno de cada herramienta       |
| Corte     | Rollos/planchas de materiales | Estante lateral ordenado por tipo de material          | Etiqueta de identificación en cada estante            |
| Estampado | Materiales extras (esponjas)  | Gavetas clasificadas por tipo de material en estante   | Etiqueta de contenido y color en cada gaveta          |
| Estampado | Tintas y accesorios           | Organizador fijo en puesto de estampado                | Etiqueta con nombre, uso y fecha de apertura          |
| Aparado   | Carretes de hilo              | Porta-carretes vertical junto a cada máquina de aparar | Identificación por color y número de máquina          |
| Aparado   | Herramientas (tenazas, etc.)  | Tablero de herramientas junto a zona de aparado        | Sombra del contorno; etiqueta con nombre              |
| Aparado   | Gavetas de cortes entrantes   | Área de entrada demarcada, con separación por talla    | Señal visual en piso + etiqueta de gaveta             |
| Montaje   | Hormas                        | Estante metálico clasificado por talla (36–44)         | Número de talla visible en cada soporte               |
| Montaje   | Plantas/suelas                | Bodega de plantas con división por modelo              | Etiqueta de código de modelo y talla en cada división |
| Montaje   | Cementos y adhesivos          | Mesa de cementado con espacio fijo por producto        | Etiqueta de producto, tiempo de uso y precaución      |
| Terminado | Cajas de empaque              | Área delimitada en estante, clasificadas por talla     | Etiqueta de talla en cada nivel del estante           |
| Terminado | Pasadores y accesorios        | Organizador de gavetas junto a mesa de terminado       | Etiqueta de color y talla en cada compartimiento      |

La implementación del sistema de tablero con siluetas pintadas para moldes en el área de corte es una de las acciones de mayor impacto: permite la identificación visual inmediata de cualquier molde faltante o fuera de lugar en menos de 5 segundos. En el área de montaje, el estante clasificado por talla para hormas y plantas eliminará los traslados a bodega registrados en las actividades 11 (traslado a bodega de plantas: 0,025 min/par) y 13 (plantas a zona de empaste: 0,024 min/par) del cursograma analítico.

- ***Tercera S – Seiso (Limpiar)***

Seiso implica limpiar el área de trabajo a fondo, incluyendo maquinaria, herramientas y espacios, con el objetivo de identificar fuentes de suciedad y eliminarlas. En el contexto de HCH-Shoes, la limpieza es un aspecto crítico por dos razones fundamentales: en primer lugar, el proceso de cementado genera residuos de pegamento que se acumulan en el piso y las superficies del área de montaje; en segundo lugar, el exceso de residuos de cemento en el calzado proveniente de montaje incrementa directamente el tiempo de inspección y limpieza en el área de terminado (TS = 1.737 min/par, equivalente al 51.5% del tiempo estándar del área).

La etapa Seiso no se limita a limpiar en un evento único, sino que establece rutinas de limpieza integradas a la jornada laboral, convirtiendo la limpieza en parte del trabajo estándar de cada operario como se detalla en la Tabla 76.

Tabla 76. Plan de limpieza por área – Seiso

| Área             | Actividad de Limpieza                            | Responsable             | Frecuencia              | Estándar de Limpieza                        |
|------------------|--------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Corte</b>     | Barrer retazos y virutas del piso                | Operario de corte       | Diaria (fin de jornada) | Piso libre de residuos al 100%              |
| <b>Corte</b>     | Limpiar mesas de corte y tablero de moldes       | Operario de corte       | Diaria (fin de jornada) | Sin polvo ni residuos sobre superficies     |
| <b>Corte</b>     | Limpieza profunda de área (incluye equipos)      | Todo el equipo de corte | Semanal (viernes)       | Inspección visual sin observaciones         |
| <b>Estampado</b> | Limpiar plataforma de la máquina de estampado    | Operario de estampado   | Diaria (cada turno)     | Plataforma libre de tintas y residuos       |
| <b>Estampado</b> | Limpiar gavetas y área de clasificación          | Operario de estampado   | Diaria (fin de jornada) | Gavetas vacías al cierre de cada lote       |
| <b>Aparado</b>   | Limpiar hilo residual y fragmentos bajo máquinas | Operario de aparado     | Diaria (fin de jornada) | Sin acumulación de hilos en el piso         |
| <b>Aparado</b>   | Revisar y limpiar agujas y guías de máquinas     | Operario de aparado     | Semanal                 | Agujas sin hilo adherido; guías limpias     |
| <b>Aparado</b>   | Limpieza profunda de máquinas de aparar          | Operario + jefe prod.   | Mensual                 | Sin residuos internos; lubricación correcta |
| <b>Montaje</b>   | Limpiar residuos de cemento en piso y mesa       | Operario de montaje     | Diaria (cada lote)      | Sin manchas de cemento en zona de trabajo   |
| <b>Montaje</b>   | Limpiar zona de reactivado y prensado            | Operario de montaje     | Diaria (fin de jornada) | Superficie libre de adhesivo y residuos     |
| <b>Montaje</b>   | Limpieza profunda de prensa y reactivadora       | Operario + jefe prod.   | Semanal                 | Equipos sin residuo; revisión de seguridad  |
| <b>Terminado</b> | Limpiar mesa de inspección y empackado           | Operario de terminado   | Diaria (fin de jornada) | Superficie limpia sin residuos de pegamento |
| <b>Terminado</b> | Organizar área de almacenamiento de PT           | Operario de terminado   | Diaria                  | Producto terminado sin mezcla de modelos    |
| <b>General</b>   | Inspección y limpieza de pasillos y señalización | Jefe de producción      | Semanal                 | Señalización legible; pasillos despejados   |

El plan de limpieza establece responsabilidades individuales para cada área, con rutinas diarias al final de cada turno y limpiezas profundas semanales. Un aspecto crítico del plan es la limpieza de la zona de cementado después de cada lote en el área de montaje, ya que la reducción de residuos de cemento en el calzado tiene impacto directo en la reducción del tiempo de limpieza en el área de terminado. Se estima que un control adecuado del cemento puede reducir el tiempo de inspección y limpieza del área de terminado en hasta un 20%, equivalente a 0,30 min/par.

- **Cuarta S – Seiketsu (Estandarizar)**

Seiketsu consiste en mantener y consolidar los logros alcanzados en las tres primeras S mediante la creación de estándares visuales, procedimientos documentados y controles periódicos. Sin esta etapa, los resultados de Seiri, Seiton y Seiso tienden a deteriorarse con el tiempo al no existir mecanismos que garanticen su mantenimiento.

En HCH-Shoes, la estandarización se puede lograr a través de: (a) cartillas visuales publicadas en cada área que muestran el estado esperado del puesto de trabajo; (b) procedimientos de orden y limpieza por área; (c) indicadores de cumplimiento monitoreados por el jefe de producción; y (d) señalización permanente en pisos y estantes. La Tabla 77 detalla los indicadores de cumplimiento recomendado para la implementación.

Tabla 77. Estándares por área y responsabilidades – Seiketsu

| Área             | Estándar Establecido                                                                | Indicador de Cumplimiento                                        | Responsable de Control |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Corte</b>     | Todo molde debe retornar a su posición en el tablero al finalizar el corte          | % de moldes en posición correcta al cierre del turno $\geq 95\%$ | Jefe de producción     |
| <b>Corte</b>     | Mesa de corte debe quedar libre de retazos al terminar cada lote                    | Número de no conformidades por turno = 0                         | Operario de corte      |
| <b>Corte</b>     | Piezas cortadas deben enfundarse y etiquetarse antes de pasar a preparado           | % de lotes con etiquetado correcto $\geq 98\%$                   | Operario de corte      |
| <b>Estampado</b> | Gavetas de piezas deben estar identificadas por talla y modelo antes del estampado  | Auditoría visual diaria; 0 lotes sin identificar                 | Jefe de producción     |
| <b>Estampado</b> | Materiales extras deben regresar a gaveta clasificada al finalizar la operación     | % de gavetas en orden al cierre del turno $\geq 90\%$            | Operario de estampado  |
| <b>Aparado</b>   | Cortes en proceso deben estar en bandeja etiquetada junto a la máquina del operario | % de puestos con bandeja etiquetada = 100%                       | Operario de aparado    |
| <b>Aparado</b>   | Al final del turno no debe haber cortes sobre las mesas o el piso                   | Inspección visual fin de turno; 0 cortes fuera de lugar          | Jefe de producción     |
| <b>Montaje</b>   | Hormas deben organizarse por talla en su estante antes de iniciar la serie          | % de lotes con hormas organizadas $\geq 95\%$                    | Operario de montaje    |
| <b>Montaje</b>   | Cemento y adhesivos deben cerrarse y retornar a posición después de cada uso        | Inspección visual; 0 envases abiertos sin uso activo             | Jefe de producción     |
| <b>Montaje</b>   | Zona de cementado debe limpiarse después de cada lote prensado                      | Número de observaciones en auditoría semanal = 0                 | Operario de montaje    |
| <b>Terminado</b> | Producto terminado debe estar en la caja o funda etiquetada antes de almacenarse    | % de PT etiquetado al cierre del día $\geq 100\%$                | Operario de terminado  |

|                |                                                     |                                                              |                    |
|----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>General</b> | Auditoría 5S semanal con registro en formato físico | 1 evaluación/semana registrada; puntaje mínimo acumulado 70% | Jefe de producción |
|----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|

Los estándares establecidos en la Tabla 58 deben publicarse en cada área de trabajo mediante cartillas plastificadas a la vista de los operarios. Cada estándar incluye un indicador de cumplimiento medible que permite evaluar objetivamente el estado de cada área durante las auditorías internas. El jefe de producción es responsable de verificar el cumplimiento de los estándares durante las rondas diarias de supervisión.

- **Quinta S – Shitsuke (Disciplinar)**

Shitsuke es la S más difícil de mantener, pues implica convertir las cuatro S anteriores en hábitos permanentes del personal. Su fundamento es el compromiso voluntario del equipo humano con los estándares establecidos, respaldado por liderazgo activo de la gerencia y el jefe de producción.

Para HCH-Shoes, la implementación de Shitsuke incluye: la realización de evaluaciones internas periódicas con formatos estandarizados, reuniones de seguimiento quincenales, reconocimiento al área con mejor puntaje mensual, y capacitación continua sobre los principios de la metodología. En la Tabla 78 se detalla ítems de evaluación sobre las 5S.

Tabla 78. Formato de evaluación interna 5S – Criterios

| Criterio de Evaluación            | Descripción                                                   | Puntaje Máx. | Frecuencia | Responsable        |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------------------|
| <b>Clasificación (Seiri)</b>      | Ausencia de elementos innecesarios en todas las áreas         | 20           | Semanal    | Jefe de Producción |
| <b>Orden (Seiton)</b>             | Elementos en ubicación correcta y señalizada                  | 20           | Semanal    | Jefe de Producción |
| <b>Limpieza (Seiso)</b>           | Áreas, equipos y herramientas limpios y en buen estado        | 20           | Semanal    | Operarios / Jefe   |
| <b>Estandarización (Seiketsu)</b> | Cumplimiento de formatos, etiquetas y procedimientos visibles | 20           | Mensual    | Jefe de Producción |
| <b>Disciplina (Shitsuke)</b>      | Personal conoce y aplica los estándares 5S                    | 20           | Mensual    | Gerencia / Jefe    |
| <b>TOTAL</b>                      | Puntaje acumulado de la auditoría interna 5S                  | 100          | —          | —                  |

La evaluación interna se realizará con una frecuencia mínima semanal para los criterios de Seiri, Seiton y Seiso, y mensual para Seiketsu y Shitsuke. Los resultados de cada evaluación deben registrarse en un formato físico publicado en el tablero de

producción, con la evolución del puntaje acumulado visible para todo el personal. Se establece como meta de largo plazo.

**c. Plan de Implementación de la Metodología 5S**

La implementación de las 5S en HCH-Shoes se planifica en un horizonte de 8 semanas, organizadas en fases secuenciales que corresponden a cada una de las cinco S. La Tabla 79 presenta el plan detallado con actividades, responsables, recursos, plazos e indicadores de éxito.

Tabla 79. Plan de implementación de la metodología 5S – HCH-Shoes

| Nº | Actividad                                                                   | Responsable                   | Recursos Necesarios             | Plazo    | Indicador de Éxito                              | Estado    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| 1  | Capacitación a todo el personal sobre metodología 5S                        | Jefe de producción / Gerencia | Material didáctico, sala        | Sem. 1   | 100% del personal capacitado                    | Propuesto |
| 2  | Jornada de clasificación: retirar elementos innecesarios de todas las áreas | Todo el equipo de producción  | Tarjetas rojas, bolsas, gavetas | Sem. 2   | Reducción $\geq 30\%$ de elementos innecesarios | Propuesto |
| 3  | Inventariar y archivar moldes descontinuados                                | Operarios de corte            | Estante de archivo, etiquetas   | Sem. 2   | 100% de moldes inventariados                    | Propuesto |
| 4  | Fabricar tableros de moldes para área de corte                              | Jefe de producción            | Madera, tornillos, pintura      | Sem. 3   | Tablero instalado y en uso                      | Propuesto |
| 5  | Instalar estantes clasificados para hormas y plantas                        | Jefe de producción            | Estantes metálicos              | Sem. 3-4 | Estantes con etiquetas de talla                 | Propuesto |
| 6  | Demarcar zonas de trabajo con pintura en piso                               | Jefe de producción            | Pintura industrial, cinta       | Sem. 4   | 100% de zonas demarcadas                        | Propuesto |
| 7  | Instalar etiquetas e identificadores en gavetas y estantes                  | Operarios por área            | Etiquetas, impresora            | Sem. 4   | Todos los elementos identificados               | Propuesto |
| 8  | Elaborar cronograma de limpieza por área                                    | Jefe de producción            | Formato impreso, cartón         | Sem. 5   | Cronograma publicado en cada área               | Propuesto |
| 9  | Primera jornada de limpieza                                                 | Todo el equipo                | Implementos de limpieza         | Sem. 5   | Inspección visual sin observaciones             | Propuesto |

| Nº | Actividad                                                          | Responsable                   | Recursos Necesarios       | Plazo    | Indicador de Éxito                          | Estado    |
|----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------|---------------------------------------------|-----------|
|    | profunda en todas las áreas                                        |                               |                           |          |                                             |           |
| 10 | Adquirir implementos de limpieza por área                          | Jefe de producción            | Presupuesto de compras    | Sem. 5   | Kit de limpieza en cada área                | Propuesto |
| 11 | Publicar estándares visuales (cartillas) en cada puesto de trabajo | Jefe de producción            | Impresión, plastificado   | Sem. 6   | Cartilla visible en cada área               | Propuesto |
| 12 | Elaborar y socializar procedimiento de orden y limpieza            | Jefe de producción            | Documento físico, reunión | Sem. 6   | Procedimiento firmado por operarios         | Propuesto |
| 13 | Diseñar formato de evaluación interna 5S                           | Jefe de producción / Gerencia | Formato impreso           | Sem. 7   | Formato aprobado y en uso                   | Propuesto |
| 14 | Realizar primera evaluación interna 5S                             | Jefe de producción            | Formato de auditoría      | Sem. 8   | Puntaje $\geq 60/100$ en primera evaluación | Propuesto |
| 15 | Establecer reunión quincenal de seguimiento 5S                     | Gerencia / Jefe de prod.      | Sala de reuniones         | Continuo | Reuniones registradas + acción correctiva   | Propuesto |

El plan de implementación requiere una inversión estimada en materiales (tableros, estantes, pintura, etiquetas e implementos de limpieza) de bajo costo relativo frente al beneficio en productividad esperado. La fase crítica es la semana 2, correspondiente a la jornada de clasificación Seiri, que demanda la participación de todo el equipo de producción y debe coordinarse con una semana de menor demanda para minimizar el impacto en la producción.

#### ***d. Beneficios Esperados de la Implementación 5S***

Con base en el diagnóstico realizado y los tiempos improductivos identificados en el estudio de tiempos y movimientos, se proyectan los siguientes beneficios cuantificables tras la implementación de la metodología 5S:

- Reducción del tiempo de búsqueda de moldes en área de corte: ~1,5 min/lote, equivalente a una mejora del 14% en el tiempo normal del área.

- Eliminación de transportes innecesarios en área de montaje (traslados a bodega de plantas y hormas): reducción estimada de 0,049 min/par en transportes.
- Reducción del tiempo de inspección y limpieza en área de terminado por menor contaminación de cemento: ~0,30 min/par (mejora del ~20% en el elemento de mayor peso del área).
- Eliminación de therbligs inefficientes de Buscar (B) y Seleccionar (SE) en las áreas de corte, aparado y montaje, reduciendo tiempos de ciclo en cada área.
- Mejora en las condiciones de seguridad laboral al reducir la acumulación de residuos, obstrucciones en pasillos y riesgos de caída.
- Generación de la cultura de orden y limpieza como base para la aplicación de otras herramientas de mejora continua (balanceo de líneas, redistribución de layout).

La metodología 5S constituye una parte importante la propuesta de mejora integral para HCH-Shoes. Su implementación exitosa crea las condiciones necesarias para optimizar la redistribución del layout propuesto y la estandarización del proceso de aparado, que es el cuello de botella con un tiempo estándar de 34,41 min/par.

## **CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- Se diagnosticó la situación actual del proceso de producción de calzado deportivo en la empresa HCH-Shoes, identificando que las cinco áreas que conforman la línea (corte, estampado, aparado, montaje y terminado) operan de manera empírica, sin estandarización de tiempos ni métodos de trabajo, lo cual genera tiempos improductivos, transportes innecesarios y acumulación de materia prima entre estaciones.
- Mediante el estudio de tiempos por cronometraje vuelta a cero y la aplicación de suplementos, se determinó el tiempo estándar de cada área del proceso para un lote de 12 pares, evidenciando que el área de aparado constituye el principal cuello de botella de la línea, con un tiempo estándar de 34,41 minutos por lote, valor que supera en más del doble al de la segunda área más demandante (montaje, con 12,99 minutos).
- Dentro del área de aparado, las actividades de costura (aparado de cortes, aparado de lengüetas, unión de cortes con forros y unión de cortes con lengüetas) concentran el 94% del tiempo normal del área, lo que confirma que la restricción de capacidad de la línea depende fundamentalmente de estas operaciones manuales de costura.
- El cálculo de capacidades semanales mostró que, con la configuración actual de personal (2 operarios en corte, 3 en aparado y 2 en montaje), el área de aparado registra la menor capacidad de producción con 17,44 docenas semanales, cifra inferior a la demanda de los clientes mayoristas (entre 20 y 40 docenas semanales), lo que cuantifica la brecha productiva existente en la empresa.
- El análisis de cursogramas analíticos y diagramas de recorrido permitió identificar ineficiencias asociadas a la desorganización del ambiente de trabajo, tales como la búsqueda prolongada de moldes no clasificados en el área de corte, transportes innecesarios por la deficiente organización de hormas y plantas en montaje, acumulación de residuos de cemento que incrementa el

tiempo de limpieza en terminado (1,646 min/par, equivalente al 51,5% del tiempo estándar del área), y ausencia de señalización en las áreas del proceso.

- Como propuesta de mejora se planteó la redistribución de la planta mediante el Método Guerchet, obteniendo una superficie total propuesta de 68,60 m<sup>2</sup> frente a 70,51 m<sup>2</sup> de superficie necesaria calculada, y 58,11 m<sup>2</sup> de superficie actual, lo que demuestra que la distribución actual presenta un déficit de 12,40 m<sup>2</sup> respecto al requerimiento técnico, mientras que la propuesta reduce esta diferencia a solo 1,91 m<sup>2</sup>.
- Se diseñó una propuesta de implementación de la metodología 5S, estructurada en un plan de 8 semanas con 15 actividades específicas, que incluye capacitación, clasificación de elementos, demarcación de áreas, estandarización mediante cartillas visuales y un sistema de evaluación interna periódica, orientada a sostener en el tiempo las mejoras alcanzadas con la redistribución de planta y la estandarización del proceso de armado.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Implementar de manera prioritaria la propuesta de redistribución de planta basada en el Método Guerchet, comenzando por las áreas críticas de armado y montaje, con el fin de reducir distancias de recorrido y transportes innecesarios identificados en los cursogramas analíticos.
- Ejecutar el plan de implementación de la Metodología 5S en 8 semanas, gestionando de forma diferenciada cada fase: la semana 1 de capacitación es el punto de partida que condiciona el éxito de las etapas siguientes; la semana 2 (Seiri) es la de mayor impacto operativo y debe coordinarse en una semana de menor demanda, ya que requiere la participación simultánea de todas las áreas; las semanas 3 y 4 (Seiton) son prioritarias en corte y montaje para eliminar las pérdidas de tiempo por desorganización de moldes y hormas; la semana 5 (Seiso) se enfoca en montaje y terminado; y las semanas 6 a 8 (Seiketsu y Shitsuke) consolidan la sostenibilidad de las mejoras mediante un tablero de evaluación con puntaje visible para todo el personal.

- Evaluar la posibilidad de reasignar o incrementar personal en el área de armado, dado que esta constituye el cuello de botella del proceso y limita la capacidad semanal de toda la línea de producción frente a la demanda de los clientes mayoristas.
- Capacitar al personal operativo en los fundamentos de la ingeniería de métodos, el estudio del trabajo y la metodología 5S, con el propósito de generar una cultura de mejora continua que sustente en el tiempo los cambios propuestos.
- Realizar un seguimiento periódico de los tiempos estándar mediante nuevos estudios de cronometraje, una vez implementadas las mejoras propuestas, con el fin de cuantificar el impacto real de la redistribución de planta y la metodología 5S sobre la productividad de la empresa HCH-Shoes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. López, «Estudio del trabajo en los procesos productivos de la empresa de fabricación de suelas “MULTINYEC”», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2024.
- [2] D. Parra, F. Domínguez, y C. Cortes, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias», *Ciencia Administrativa*, vol. 1, p. 9, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>
- [3] A. Muñoz, «Estudio de tiempos y su relación con la productividad», *Cienc. Adm. ENFOQUES*, vol. 5, n.º 17, pp. 40-54, 2021.
- [4] L. Allauca, F. Valencia, y G. Montoya, «Estudio de tiempos para mejorar la productividad en una empresa de producción de calzado», *Investig. Científica Tecnológica Llamkasun*, vol. 5, n.º 1, 2024, doi: <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v5i1.129>.
- [5] C. Flores, «Estudio de métodos como propuesta de mejora del proceso de fabricación de zapatillas en la empresa de calzados blanco», Tesis, Universidad Continental, Arequipa, 2023.
- [6] R. Gómez, «Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa Facalsa de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos», *Ciencia Latina*, vol. 5, n.º 5, pp. 7798-7807, 2021. doi: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.876](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.876).
- [7] D. Domínguez, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de la empresa CEPESA», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [8] CIEN, «Reporte de tendencias Calzado». [En línea]. Disponible en: [https://cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2024/11/CIEN\\_RT\\_Abr2023.pdf](https://cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2024/11/CIEN_RT_Abr2023.pdf)
- [9] E. Gutierrez y K. Amaro, «Análisis de las experiencias de estudio del trabajo para mejorar la productividad en las empresas industriales durante los últimos diez años. una revisión de la literatura», Tesis, Universidad Privada del Norte, Lima, 2022.

- [10] J. Escudero, «Propuesta de mejora basada en estudio de métodos y tiempos para reducir costos de producción en una empresa de calzado», Tesis, Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2023.
- [11] J. Játiva, «Redistribución de instalaciones para la mejora de la productividad en la planta de producción de la empresa calzado Gusmar», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [12] A. Espinoza, «Estudio de tiempos y movimientos aplicado a la producción de calzado en la empresa Ralma», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [13] C. Espín, «Diseño de un sistema de Gestión de calidad en la empresa Calzado SINELL», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [14] J. Wiley, *Ingeniería de métodos*, 11va Ed. México: Limusa, 1994.
- [15] R. Chase y R. Jacobs, *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*, 13va Ed. México: McGrawHill, 2009.
- [16] R. García Criollo, *Estudio de trabajo*, 2da Ed. México: McGrawHill, 2005.
- [17] M. Castellano, «Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa Balanvalle CIA. LTDA.», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [18] A. Martínez, «Estudio de métodos y medición del trabajo en el área de postcosecha de la florícola Favel Flowers Export», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2025.
- [19] E. Remache, «Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos productivos en el área de post cosecha de la empresa florícola Flores La Unión», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [20] L. Gutierrez, «Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa compubordado», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [21] C. Orozco, «Estudio de tiempos y movimientos para la optimización del proceso de producción de yogur en la empresa Pasteurizadora Nutrición y Vida», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [22] I. Lascano y A. Padilla, «Estudio Lean Six Sigma en los procesos de corte y confección de la empresa D'Christian – Maryuri», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2025.

- [23] P. Castillo, «Estudio de tiempo y movimiento de los procesos de producción en el tratamiento de pieles en Curtiduría Pico», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [24] C. Janania, *Manual de tiempos y movimientos*, 1ra Ed. México: Limusa, 2008.
- [25] OIT, *Introducción al estudio del trabajo*, 4ta Ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 2010.
- [26] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, 13va Ed. México: McGrawHill, 2014.
- [27] J. Lluga, «Estudio de tiempos en el área de dosificado de ingredientes para la empresa Bioalimentar CIA. LTDA.», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [28] S. Rodriguez, «Mejora de la producción en la línea de producción de tela kiana de la empresa textil M&B aplicando tiempos y movimientos», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.
- [29] G. Bocángel, C. Rosas, A. Bocángel, R. Perales, y J. Hilario, *Ingeniería de métodos*. 2021.
- [30] M. Socconini, *Lean Manufacturing paso a paso*, 1ra Ed. México: Norma, 2019.
- [31] F. Meyers, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, 3ra Ed. México: Pearson, 2006.
- [32] D. Villalba, «Distribución de instalaciones en la planta de procesamiento de frutas de la junta de riego de la acequia Mocha-Huachi», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2025.
- [33] R. Charris, L. Coronado, D. González, y L. Rivera, «Aplicación del Método Systematic Layout Planing (SLP) en una Estación De Servicios de Puerto Colombia», vol. 5, n.º 2, Boletín de Innovación, Logística y Operaciones, pp. 116-124, 2023. doi: <http://dx.doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.10>.
- [34] J. Ortega, «Redistribución de planta en la empresa textil EDY SÁNCHEZ SPORT», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2024.
- [35] D. Clavón, «Redistribución de instalaciones en el área de producción de la empresa Lácteos AMILAC», Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2023.

- [36] Á. Bone, «Propuesta de distribución de planta y mejoramiento de la producción en la empresa INDUHORST CIA LTDA del cantón Quevedo», Tesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, 2020.

## ANEXOS

### Anexo A. Método cronometraje vuelta a cero del área de corte

En la Figura A1 se detalla las muestras observadas mediante el método de cronometraje vuelta a cero para el cálculo del tiempo normal del área de corte.

| Área de corte - Método cronometraje vuelta a cero |                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |          |             |              |        |       |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|----------|-------------|--------------|--------|-------|
| Nº                                                | Descripción                                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | T     | Habilidad     | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID     | Tn    |
| 1                                                 | MP al área de corte                               | 0,041 | 0,048 | 0,048 | 0,040 | 0,051 | 0,049 | 0,048 | 0,049 | 0,040 | 0,040 | 0,049 | 0,049 | 0,040 | 0,040 | 0,049 | 0,045 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | -0,02        | 0,98   | 0,044 |
| 2                                                 | Revisar la orden de producción y recepción de MP  | 0,049 | 0,058 | 0,059 | 0,060 | 0,059 | 0,049 | 0,058 | 0,058 | 0,049 | 0,049 | 0,049 | 0,060 | 0,060 | 0,060 | 0,058 | 0,056 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,056 |
| 3                                                 | Buscar los moldes y cuchilla                      | 0,021 | 0,026 | 0,025 | 0,026 | 0,026 | 0,025 | 0,025 | 0,026 | 0,021 | 0,026 | 0,026 | 0,021 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,025 | 0,06          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,06   | 0,026 |
| 4                                                 | Colocar la cuerina en la mesa de corte            | 0,017 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,021 |
| 5                                                 | Corte de piezas de cuerina                        | 6,339 | 7,211 | 6,345 | 6,721 | 6,451 | 6,357 | 6,366 | 6,431 | 6,560 | 6,470 | 6,660 | 6,340 | 6,530 | 6,350 | 6,431 | 6,504 | 0,06          | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09   | 7,090 |
| 6                                                 | Colocar forro en la mesa de corte                 | 0,018 | 0,022 | 0,021 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,021 |
| 7                                                 | Corte de forros                                   | 2,062 | 2,089 | 2,125 | 2,101 | 2,087 | 2,077 | 2,063 | 2,067 | 2,050 | 2,070 | 2,000 | 2,060 | 2,070 | 2,060 | 2,067 | 2,070 | 0,06          | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09   | 2,256 |
| 8                                                 | Colocar plancha de plantillas en la mesa de corte | 0,015 | 0,017 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,015 | 0,015 | 0,018 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,017 |
| 9                                                 | Corte de plantillas                               | 0,881 | 0,886 | 0,880 | 0,878 | 0,884 | 0,886 | 0,891 | 0,893 | 0,870 | 0,900 | 0,888 | 0,884 | 0,884 | 0,884 | 0,884 | 0,885 | 0,06          | 0,05     | 0,00        | -0,02        | 1,09   | 0,964 |
| 10                                                | Clasificación y marcado de piezas                 | 0,584 | 0,592 | 0,586 | 0,584 | 0,583 | 0,587 | 0,601 | 0,600 | 0,587 | 0,587 | 0,587 | 0,587 | 0,583 | 0,583 | 0,587 | 0,588 | 0,06          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,06   | 0,623 |
| 11                                                | Enfundado de piezas y colocación en gaveta        | 0,260 | 0,263 | 0,261 | 0,264 | 0,263 | 0,261 | 0,266 | 0,263 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,266 | 0,263 | 0,264 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,264 |
| 12                                                | Gavetas a zona de preparado                       | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,026 | 0,027 | 0,027 | 0,027 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00   | 0,026 |
|                                                   |                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (min)   |          |             |              | 11,409 |       |
|                                                   |                                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (horas) |          |             |              | 0,190  |       |

Figura A1. Cronometraje vuelto a cero – Área de corte

## Anexo B. Método cronometraje vuelta a cero del área de estampado

En la Figura B1 se detalla las muestras observadas mediante el método de cronometraje vuelta a cero, para el cálculo del tiempo normal del área de estampado.

| Área de estampado - Método cronometraje vuelta a cero |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |          |             |              |       |       |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|----------|-------------|--------------|-------|-------|
| Nº                                                    | Descripción                        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | T     | Habilidad     | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID    | Tn    |
| 1                                                     | Recepción y verificación de cortes | 0,063 | 0,059 | 0,057 | 0,061 | 0,065 | 0,063 | 0,061 | 0,064 | 0,065 | 0,063 | 0,062 | 0,064 | 0,062 | 0,063 | 0,062 | 0,062 | 0,06          | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,07  | 0,067 |
| 2                                                     | Clasificación de piezas a estampar | 0,087 | 0,088 | 0,086 | 0,091 | 0,090 | 0,089 | 0,085 | 0,086 | 0,088 | 0,087 | 0,088 | 0,087 | 0,085 | 0,090 | 0,089 | 0,088 | 0,06          | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12  | 0,098 |
| 3                                                     | Estampado de piezas                | 2,118 | 2,215 | 2,117 | 2,112 | 2,119 | 2,090 | 2,101 | 2,200 | 2,118 | 2,115 | 2,116 | 2,256 | 2,132 | 2,276 | 2,122 | 2,147 | 0,06          | 0,05     | 0,00        | 0,01         | 1,12  | 2,405 |
| 4                                                     | Colocación de materiales extras    | 1,223 | 1,169 | 1,224 | 1,226 | 1,223 | 1,235 | 1,237 | 1,219 | 1,189 | 1,197 | 1,201 | 1,213 | 1,221 | 1,226 | 1,209 | 1,214 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01  | 1,226 |
| 5                                                     | Enfundado de piezas                | 0,264 | 0,257 | 0,268 | 0,263 | 0,265 | 0,261 | 0,269 | 0,273 | 0,268 | 0,263 | 0,266 | 0,271 | 0,269 | 0,265 | 0,264 | 0,266 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01  | 0,268 |
| 6                                                     | Gaveta al área de aparado          | 0,031 | 0,027 | 0,032 | 0,033 | 0,031 | 0,035 | 0,032 | 0,034 | 0,034 | 0,030 | 0,033 | 0,035 | 0,031 | 0,027 | 0,033 | 0,032 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01  | 0,032 |
|                                                       |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (min)   |          |             |              | 4,097 |       |
|                                                       |                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (horas) |          |             |              | 0,068 |       |

Figura B1. Cronometraje vuelto a cero – Área de estampado

### Anexo C. Método cronometraje vuelta a cero del área de aparado

En la Figura C1 se detalla las muestras observadas mediante el método de cronometraje vuelta a cero para el cálculo del tiempo normal del área de aparado.

| Área de aparado - Método cronometraje vuelta a cero |                                         |        |        |        |        |        |        |           |          |             |              |      |        |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|----------|-------------|--------------|------|--------|
| Nº                                                  | Descripción                             | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | T      | Habilidad | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID   | TN     |
| 1                                                   | Recepción y verificación de cortes      | 0,061  | 0,059  | 0,063  | 0,060  | 0,058  | 0,060  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,060  |
| 2                                                   | Clasificación de piezas                 | 0,805  | 0,789  | 0,813  | 0,817  | 0,791  | 0,803  | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,875  |
| 3                                                   | Aparado de los cortes                   | 14,450 | 14,984 | 14,489 | 14,689 | 14,582 | 14,639 | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 17,420 |
| 4                                                   | Aparado de lengüetas                    | 4,148  | 4,124  | 4,008  | 4,012  | 4,079  | 4,074  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 4,848  |
| 5                                                   | Unión de cortes con los forros          | 2,514  | 2,560  | 2,505  | 2,519  | 2,512  | 2,522  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 3,001  |
| 6                                                   | Unión de los cortes con las lengüetas   | 2,645  | 2,601  | 2,628  | 2,619  | 2,632  | 2,625  | 0,11      | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19 | 3,124  |
| 7                                                   | Colocación de esponjas dentro del corte | 0,883  | 0,632  | 0,687  | 0,664  | 0,642  | 0,702  | 0,06      | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,765  |
| 8                                                   | Colocación de cortes en gaveta          | 0,080  | 0,076  | 0,084  | 0,082  | 0,081  | 0,081  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,081  |
| 9                                                   | Gaveta al área de montaje               | 0,021  | 0,023  | 0,021  | 0,022  | 0,023  | 0,022  | 0,00      | 0,00     | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,022  |
| Total (min)                                         |                                         |        |        |        |        |        |        |           |          |             |              |      | 30,20  |
| Total (horas)                                       |                                         |        |        |        |        |        |        |           |          |             |              |      | 0,503  |

Figura C1. Cronometraje vuelto a cero – Área de aparado

# Anexo D. Método cronometraje vuelta a cero del área de montaje

En la Figura D1 se detalla las muestras observadas mediante el método de cronometraje vuelta a cero para el cálculo del tiempo normal del área de montaje.

| Área de montaje - Método cronometraje vuelta a cero |                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |           |           |             |              |      |        |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------------|--------------|------|--------|
| Nº                                                  | Descripción                                                  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | T     | Habilidad | Es fuerza | Condiciones | Consistencia | ID   | TN     |
| 1                                                   | Recepción y verificación de cortes aparados                  | 0,048 | 0,047 | 0,049 | 0,049 | 0,051 | 0,049 | 0,048 | 0,049 | 0,049 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,00         | 1,00 | 0,05   |
| 2                                                   | Clasificar cortes y plantillas                               | 0,178 | 0,176 | 0,169 | 0,174 | 0,171 | 0,173 | 0,176 | 0,175 | 0,174 | 0,06      | 0,05      | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,20   |
| 3                                                   | Cortes a zona de preformado                                  | 0,035 | 0,033 | 0,037 | 0,039 | 0,036 | 0,037 | 0,035 | 0,034 | 0,036 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,03         | 1,03 | 0,04   |
| 4                                                   | Colocar puntera termo adherible y preformar                  | 0,480 | 0,484 | 0,491 | 0,485 | 0,483 | 0,487 | 0,483 | 0,482 | 0,484 | 0,06      | 0,05      | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,55   |
| 5                                                   | Colocar talón termo adherible y preformar                    | 0,492 | 0,496 | 0,495 | 0,489 | 0,488 | 0,493 | 0,491 | 0,492 | 0,492 | 0,06      | 0,05      | 0,00        | 0,03         | 1,14 | 0,56   |
| 6                                                   | Cortes a máquina strobil                                     | 0,037 | 0,035 | 0,039 | 0,036 | 0,037 | 0,038 | 0,037 | 0,036 | 0,037 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,03         | 1,03 | 0,04   |
| 7                                                   | Rectificado de los bordes sobresalientes de forro y empastar | 0,316 | 0,319 | 0,314 | 0,317 | 0,320 | 0,318 | 0,316 | 0,317 | 0,317 | 0,06      | 0,00      | 0,00        | 0,03         | 1,09 | 0,35   |
| 8                                                   | Coser el corte con la plantilla en máquina strobil           | 0,448 | 0,448 | 0,447 | 0,451 | 0,449 | 0,447 | 0,445 | 0,448 | 0,448 | 0,06      | 0,05      | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 0,50   |
| 9                                                   | Colocar los cortes en zona de empaste                        | 0,052 | 0,055 | 0,053 | 0,057 | 0,056 | 0,053 | 0,052 | 0,055 | 0,054 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,05   |
| 10                                                  | Preparar serie de hormas                                     | 0,063 | 0,066 | 0,062 | 0,065 | 0,063 | 0,063 | 0,064 | 0,061 | 0,063 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,06   |
| 11                                                  | Traslado a bodega de plantas                                 | 0,024 | 0,027 | 0,025 | 0,024 | 0,024 | 0,026 | 0,025 | 0,024 | 0,025 | 0,06      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,03   |
| 12                                                  | Preparar serie de plantas                                    | 0,117 | 0,113 | 0,115 | 0,113 | 0,117 | 0,119 | 0,116 | 0,117 | 0,116 | 0,06      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,12   |
| 13                                                  | Plantas a zona de empaste                                    | 0,024 | 0,021 | 0,023 | 0,024 | 0,027 | 0,025 | 0,024 | 0,025 | 0,024 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,02   |
| 14                                                  | Calzar el corte en hormas                                    | 0,313 | 0,321 | 0,320 | 0,317 | 0,313 | 0,315 | 0,313 | 0,324 | 0,317 | 0,06      | 0,00      | 0,00        | -0,02        | 1,04 | 0,33   |
| 15                                                  | Rayado de la suela en el corte hormado                       | 0,461 | 0,472 | 0,465 | 0,463 | 0,461 | 0,461 | 0,464 | 0,463 | 0,464 | 0,06      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,07 | 0,50   |
| 16                                                  | Cementado de los cortes                                      | 1,411 | 1,420 | 1,423 | 1,443 | 1,411 | 1,421 | 1,431 | 1,436 | 1,425 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,44   |
| 17                                                  | Cementado de las plantas                                     | 1,135 | 1,110 | 1,097 | 1,157 | 1,241 | 1,135 | 1,133 | 1,168 | 1,147 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,16   |
| 18                                                  | Reactivado del corte y planta                                | 1,908 | 1,921 | 1,934 | 1,897 | 1,938 | 1,912 | 1,933 | 1,924 | 1,921 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 1,94   |
| 19                                                  | Pegado de la planta                                          | 1,098 | 1,123 | 1,196 | 1,078 | 1,187 | 1,017 | 1,099 | 1,139 | 1,117 | 0,06      | 0,05      | 0,00        | 0,01         | 1,12 | 1,25   |
| 20                                                  | Prensado del calzado                                         | 1,557 | 1,569 | 1,544 | 1,557 | 1,550 | 1,580 | 1,563 | 1,548 | 1,558 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | -0,02        | 0,98 | 1,53   |
| 21                                                  | Enfriamiento del calzado                                     | 0,861 | 0,864 | 0,861 | 0,913 | 0,872 | 0,875 | 0,866 | 0,871 | 0,873 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,88   |
| 22                                                  | Sacar de horma                                               | 0,753 | 0,751 | 0,757 | 0,792 | 0,762 | 0,774 | 0,769 | 0,758 | 0,765 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | -0,02        | 0,98 | 0,75   |
| 23                                                  | Producto al área de terminado                                | 0,009 | 0,013 | 0,011 | 0,009 | 0,010 | 0,009 | 0,012 | 0,011 | 0,011 | 0,00      | 0,00      | 0,00        | 0,01         | 1,01 | 0,01   |
| Total (min)                                         |                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |           |           |             |              |      | 12,359 |
| Total (horas)                                       |                                                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |           |           |             |              |      | 0,206  |

Figura D1. Cronometraje vuelto a cero – Área de montaje

# Anexo E. Método cronometraje vuelta a cero del área de terminado

En la Figura E1 se detalla las muestras observadas mediante el método de cronometraje vuelta a cero para el cálculo del tiempo normal del área de terminado.

| Área de terminado - Método cronometraje vuelta a cero |                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |               |          |             |              |       |       |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|----------|-------------|--------------|-------|-------|
| Nº                                                    | Descripción                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | T     | Habilidad     | Esfuerzo | Condiciones | Consistencia | ID    | TN    |
| 1                                                     | Recepción del producto               | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,015 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,015 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,014 | 0,014 | 0,00          | 0,00     | 0,00        | 0,00         | 1,00  | 0,014 |
| 2                                                     | Inspección y limpieza del producto   | 1,501 | 1,511 | 1,517 | 1,498 | 1,501 | 1,507 | 1,544 | 1,525 | 1,501 | 1,506 | 1,503 | 1,533 | 1,506 | 1,502 | 1,501 | 1,510 | 0,06          | 0,00     | 0,00        | 0,03         | 1,09  | 1,646 |
| 3                                                     | Colocación de plantillas             | 0,232 | 0,236 | 0,233 | 0,271 | 0,231 | 0,239 | 0,235 | 0,232 | 0,234 | 0,231 | 0,236 | 0,237 | 0,233 | 0,236 | 0,231 | 0,236 | 0,11          | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19  | 0,281 |
| 4                                                     | Colocación de pasadores              | 0,518 | 0,517 | 0,529 | 0,513 | 0,515 | 0,513 | 0,517 | 0,516 | 0,511 | 0,518 | 0,518 | 0,514 | 0,521 | 0,523 | 0,519 | 0,517 | 0,11          | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19  | 0,616 |
| 5                                                     | Empacado del producto                | 0,340 | 0,343 | 0,346 | 0,341 | 0,340 | 0,349 | 0,347 | 0,343 | 0,341 | 0,345 | 0,339 | 0,337 | 0,339 | 0,341 | 0,345 | 0,342 | 0,11          | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19  | 0,407 |
| 6                                                     | Almacenamiento o despacho del pedido | 0,308 | 0,307 | 0,316 | 0,319 | 0,313 | 0,308 | 0,311 | 0,310 | 0,306 | 0,309 | 0,308 | 0,307 | 0,311 | 0,317 | 0,307 | 0,310 | 0,11          | 0,05     | 0,00        | 0,03         | 1,19  | 0,369 |
|                                                       |                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (min)   |          |             |              | 3,335 |       |
|                                                       |                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Total (horas) |          |             |              | 0,056 |       |

Figura E1. Cronometraje vuelto a cero – Área de terminado

## Anexo F. Suplementos – Área de corte

En la Figura F1 se detalla los suplementos aplicados para el cálculo de tiempo estándar al área de corte.

| Área de corte - Aplicación de suplementos |                                                   |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |                      |               |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|----------------------|---------------|
| Nº                                        | Descripción                                       | Tn    | NP | Fatiga | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | S    | (S+1)                | Ts            |
| 1                                         | MP al área de corte                               | 0,044 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12                 | 0,050         |
| 2                                         | Revisar la orden de producción y recepción de MP  | 0,056 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,062         |
| 3                                         | Buscar los moldes y cuchilla                      | 0,026 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,029         |
| 4                                         | Colocar la cuerina en la mesa de corte            | 0,021 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,023         |
| 5                                         | Corte de piezas de cuerina                        | 7,090 | 5  | 4      | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 1,13                 | 8,011         |
| 6                                         | Colocar forro en la mesa de corte                 | 0,021 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,024         |
| 7                                         | Corte de forros                                   | 2,256 | 5  | 4      | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 1,13                 | 2,549         |
| 8                                         | Colocar plancha de plantillas en la mesa de corte | 0,017 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,019         |
| 9                                         | Corte de plantillas                               | 0,964 | 5  | 4      | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 1,13                 | 1,090         |
| 10                                        | Clasificación y marcado de piezas                 | 0,623 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,692         |
| 11                                        | Enfundado de piezas y colocación en gaveta        | 0,264 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11                 | 0,293         |
| 12                                        | Gavetas a zona de preparado                       | 0,026 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12                 | 0,029         |
|                                           |                                                   |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total (min)</b>   | <b>12,871</b> |
|                                           |                                                   |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total (horas)</b> | <b>0,215</b>  |

Figura F1. Suplementos – Área de corte

## Anexo G. Suplementos – Área de estampado

En la Figura G1 se detalla los suplementos aplicados para el cálculo de tiempo estándar al área de estampado.

| Área de estampado - Aplicación de suplementos |                                    |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |                      |              |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|-------|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|----------------------|--------------|
| Nº                                            | Descripción                        | Tn    | NP | Fatiga | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | S    | (S+1)                | Ts           |
| 1                                             | Recepción y verificación de cortes | 0,067 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15                 | 0,077        |
| 2                                             | Clasificación de piezas a estampar | 0,098 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15                 | 0,113        |
| 3                                             | Estampado de piezas                | 2,405 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15                 | 2,766        |
| 4                                             | Colocación de materiales extras    | 1,226 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15                 | 1,410        |
| 5                                             | Enfundado de piezas                | 0,268 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15                 | 0,309        |
| 6                                             | Gaveta al área de aparado          | 0,032 | 7  | 4      | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 1,17                 | 0,038        |
|                                               |                                    |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total (min)</b>   | <b>4,712</b> |
|                                               |                                    |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total (horas)</b> | <b>0,079</b> |

Figura G1. Suplementos – Área de estampado

## Anexo H. Suplementos – Área de aparado

En la Figura H1 se detalla los suplementos aplicados para el cálculo de tiempo estándar al área de aparado.

| Área de aparado - Aplicación de suplementos |                                         |        |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |             |        |        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|--------|--------|
| Nº                                          | Descripción                             | TN     | NP | Fatiga | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | S           | (S+1)  | Ts     |
| 1                                           | Recepción y verificación de cortes      | 0,060  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11        | 1,11   | 0,067  |
| 2                                           | Clasificación de piezas                 | 0,875  | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15        | 1,15   | 1,007  |
| 3                                           | Aparado de los cortes                   | 17,420 | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,14        | 1,14   | 19,859 |
| 4                                           | Aparado de lengüetas                    | 4,848  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,14        | 1,14   | 5,527  |
| 5                                           | Unión de cortes con los forros          | 3,001  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,14        | 1,14   | 3,421  |
| 6                                           | Unión de los cortes con las lengüetas   | 3,124  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,14        | 1,14   | 3,561  |
| 7                                           | Colocación de esponjas dentro del corte | 0,765  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11        | 1,11   | 0,849  |
| 8                                           | Colocación de cortes en gaveta          | 0,081  | 7  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11        | 1,11   | 0,090  |
| 9                                           | Gaveta al área de montaje               | 0,022  | 7  | 4      | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17        | 1,17   | 0,026  |
|                                             |                                         |        |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Total (min) | 34,407 |        |
|                                             |                                         |        |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Total       | 0,573  |        |

Figura H1. Suplementos – Área de aparado

## Anexo I. Suplementos – Área de montaje

En la Figura I1 se detalla los suplementos aplicados para el cálculo de tiempo estándar al área de montaje.

| Área de montaje - Aplicación de suplementos |                                                              |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |             |        |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|-------------|--------|
| Nº                                          | Descripción                                                  | TN    | NP | Fatiga | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | S    | (S+1)       | Ts     |
| 1                                           | Recepción y verificación de cortes aparados                  | 0,048 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,0518 |
| 2                                           | Clasificar cortes y plantillas                               | 0,178 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,1943 |
| 3                                           | Cortes a zona de preformado                                  | 0,035 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 0,0395 |
| 4                                           | Colocar puntera termo adherible y preformar                  | 0,480 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 0,5328 |
| 5                                           | Colocar talón termo adherible y preformar                    | 0,492 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 0,5459 |
| 6                                           | Cortes a máquina strobrel                                    | 0,037 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 0,0411 |
| 7                                           | Rectificado de los bordes sobresalientes de forro y empastar | 0,316 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,3444 |
| 8                                           | Coser el corte con la plantilla en máquina strobrel          | 0,448 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,488  |
| 9                                           | Colocar los cortes en zona de empaste                        | 0,052 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,056  |
| 10                                          | Preparar serie de hormas                                     | 0,063 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,069  |
| 11                                          | Traslado a bodega de plantas                                 | 0,024 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 0,027  |
| 12                                          | Preparar serie de plantas                                    | 0,117 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 0,130  |
| 13                                          | Plantas a zona de empaste                                    | 0,024 | 5  | 4      | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 0,027  |
| 14                                          | Calzar el corte en hormas                                    | 0,313 | 5  | 4      | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,10 | 1,10        | 0,345  |
| 15                                          | Rayado de la suela en el corte hormado                       | 0,461 | 5  | 4      | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 0,512  |
| 16                                          | Cementado de los cortes                                      | 1,411 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 1,538  |
| 17                                          | Cementado de las plantas                                     | 1,135 | 5  | 4      | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 1,11        | 1,259  |
| 18                                          | Reactivado del corte y planta                                | 1,908 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 2,079  |
| 19                                          | Pegado de la planta                                          | 1,098 | 5  | 4      | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 1,229  |
| 20                                          | Prensado del calzado                                         | 1,557 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 1,697  |
| 21                                          | Enfriamiento del calzado                                     | 0,861 | 5  | 4      | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,09 | 1,09        | 0,939  |
| 22                                          | Sacar de horma                                               | 0,753 | 5  | 4      | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 0,844  |
| 23                                          | Producto al área de terminado                                | 0,009 | 5  | 4      | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 1,12        | 0,010  |
|                                             |                                                              |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | Total (min) | 12,999 |
|                                             |                                                              |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | Total       | 0,217  |

Figura I1. Suplementos – Área de montaje

## Anexo J. Suplementos – Área de terminado

En la Figura J1 se detalla los suplementos aplicados para el cálculo de tiempo estándar al área de terminado.

| Área de terminado - Aplicación de suplementos |                                      |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |                    |              |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------|----|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|--------------------|--------------|
| Nº                                            | Descripción                          | TN    | NP | Fatiga | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | S    | (S+I)              | Ts           |
| 1                                             | Recepción del producto               | 0,014 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15               | 0,017        |
| 2                                             | Inspección y limpieza del producto   | 1,646 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15               | 1,893        |
| 3                                             | Colocación de plantillas             | 0,281 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15               | 0,324        |
| 4                                             | Colocación de pasadores              | 0,616 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15               | 0,708        |
| 5                                             | Empacado del producto                | 0,407 | 7  | 4      | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,15 | 1,15               | 0,469        |
| 6                                             | Almacenamiento o despacho del pedido | 0,369 | 7  | 4      | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 1,17               | 0,432        |
|                                               |                                      |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total (min)</b> | <b>3,842</b> |
|                                               |                                      |       |    |        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      | <b>Total</b>       | <b>0,064</b> |

Figura I1. Suplementos – Área de terminado

## Anexo K. Cálculo de la superficie – Método Guerchet

En la Figura K1 se detalla el cálculo de las superficies para todos los elementos.

| Máquina/elemento | Área de Corte |   |           |           |          |      |      |      |       |
|------------------|---------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|-------|
|                  | N             | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St    |
| Mesa de corte    | 5             | 1 | 1,3       | 0,8       | 1        | 1,04 | 1,04 | 1,66 | 18,72 |
| Mesa de apoyo    | 2             | 1 | 1         | 0,5       | 1        | 0,50 | 0,50 | 0,80 | 3,60  |

| Máquina/elemento   | Área de Aparado |   |           |           |          |      |      |      |       |
|--------------------|-----------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|-------|
|                    | N               | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St    |
| Máquina de aparado | 5               | 1 | 1,2       | 0,55      | 0,8      | 0,66 | 0,66 | 1,28 | 12,99 |
| Mesa de apoyo      | 1               | 2 | 1         | 0,5       | 1        | 0,50 | 1,00 | 1,16 | 2,66  |

| Máquina/elemento  | Área de Estampado |   |           |           |          |      |      |      |      |
|-------------------|-------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                   | N                 | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Mesa de estampado | 1                 | 1 | 1,2       | 0,55      | 0,8      | 0,66 | 0,66 | 1,24 | 2,56 |
| Mesa de apoyo     | 1                 | 1 | 1         | 0,5       | 1        | 0,50 | 0,50 | 0,75 | 1,75 |

| Máquina/elemento   | Área de preformado |   |           |           |          |      |      |      |      |
|--------------------|--------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                    | N                  | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Mesa de preformado | 1                  | 1 | 1,2       | 0,55      | 0,8      | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64 |

| Máquina/elemento | Área de Strobel |   |           |           |          |      |      |      |      |
|------------------|-----------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                  | N               | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Máquina Strobel  | 1               | 1 | 1,2       | 0,55      | 0,8      | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64 |
| Mesa             | 1               | 1 | 0,8       | 0,4       | 0,8      | 0,32 | 0,32 | 0,64 | 1,28 |

| Máquina/elemento | Área de Encementado |   |           |           |          |      |      |      |      |
|------------------|---------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                  | N                   | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Mesa             | 1                   | 1 | 1,2       | 0,55      | 0,8      | 0,66 | 0,66 | 1,32 | 2,64 |
| Estante          | 1                   | 2 | 1         | 0,3       | 1        | 0,30 | 0,60 | 0,72 | 1,62 |

| Máquina/elemento    | Área de Prensado |   |           |           |          |      |      |      |      |
|---------------------|------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                     | N                | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Horno de reactivado | 1                | 1 | 0,6       | 0,6       | 1,5      | 0,36 | 0,36 | 0,38 | 1,10 |
| Prensa Neumática    | 1                | 1 | 0,4       | 0,8       | 1        | 0,32 | 0,32 | 0,51 | 1,15 |
| Estante             | 1                | 2 | 1,5       | 0,3       | 2        | 0,45 | 0,90 | 0,54 | 1,89 |

| Máquina/elemento   | Área de Bodega de Plantas |   |           |           |          |      |      |      |      |
|--------------------|---------------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                    | N                         | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Estante de plantas | 1                         | 1 | 2         | 0,4       | 2        | 0,80 | 0,80 | 0,64 | 2,24 |
| Mesa               | 1                         | 1 | 1,5       | 0,8       | 0,8      | 1,20 | 1,20 | 2,40 | 4,80 |

| Máquina/elemento        | Área de Terminado |   |           |           |          |      |      |      |      |
|-------------------------|-------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|
|                         | N                 | n | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) | Ss   | Sg   | Se   | St   |
| Estante                 | 1                 | 1 | 2         | 0,3       | 2        | 0,60 | 0,60 | 0,48 | 1,68 |
| Mesa limpieza de cortes | 1                 | 1 | 1,2       | 0,8       | 1        | 0,96 | 0,96 | 1,54 | 3,46 |
| Estante pequeño         | 1                 | 1 | 1         | 0,3       | 1        | 0,30 | 0,30 | 0,48 | 1,08 |

Figura K1. Cálculo de superficies

## Anexo L. Propuesta de mejor - Conformado

En la Figura L1 se detalla el método propuesto del área de conformado.

|                                                                                         |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|        |                                                                                       | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO<br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL<br>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN |               |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | HCH-SHOES CALZADO DEPORTIVO                                                           |               |
| CURSOGRAMA ANALÍTICO OPERARIO MATERIAL/EQUIPO                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| PRODUCTO ANALIZADO:                                                                     |                                                                                       | Calzado Deportivo Modelo 196                                                                                                                                    |               | MÉTODO:              |                                                                                     | Actual                                                                              |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | HOJA #:                                                                               | 2 de 2        |
| DEPARTAMENTO:                                                                           |                                                                                       | Producción                                                                                                                                                      |               | REALIZADO POR:       |                                                                                     | Roger Toaza                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | DIAGRAMA:                                                                             | 2             |
| ÁREA/PROCESO:                                                                           |                                                                                       | Montaje                                                                                                                                                         |               | APROBADO POR:        |                                                                                     | Ing. Daysi Ortiz                                                                    |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | FECHA:                                                                                | 04/06/2025    |
| LUGAR:                                                                                  |                                                                                       | Empresa HCH-Shoes                                                                                                                                               |               | OPERARIO(S) A CARGO: |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | FECHA:                                                                                |               |
| Identificación de Actividades                                                           |                                                                                       | Cantidad                                                                                                                                                        | Distancia (m) | Tiempo (s)           | SIMBOLO                                                                             |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | Observaciones |
| N.º                                                                                     | Descripción                                                                           |                                                                                                                                                                 |               |                      |    |    |    |    |    |    |               |
| 1                                                                                       | Recepción y clasificación de cortes                                                   |                                                                                                                                                                 |               | 128,34               |    |    |    |    |    |    |               |
| 2                                                                                       | Colocación de puntera termo adhesible y preformar                                     |                                                                                                                                                                 |               | 345,6                |    |    |    |    |    |    |               |
| 3                                                                                       | Colocación de talón termo adhesible y preformar                                       |                                                                                                                                                                 |               | 354,12               |    |    |    |    |    |    |               |
| 4                                                                                       | Transporte de cortes preformados a máquina strobel                                    |                                                                                                                                                                 | 2,12          | 5,47                 |    |    |    |    |    |    |               |
| 5                                                                                       | Rectificado de los bordes sobresalientes del forro y empastado del interior del corte |                                                                                                                                                                 |               | 227,52               |    |    |    |    |    |    |               |
| 6                                                                                       | Clasificación plantillas por talla                                                    |                                                                                                                                                                 |               | 20                   |    |    |    |    |    |    |               |
| 7                                                                                       | Cosido del corte con la plantilla en maquina                                          |                                                                                                                                                                 |               | 322,24               |    |    |    |    |    |    |               |
| 8                                                                                       | Colocación de los cortes en la zona de empaste                                        |                                                                                                                                                                 |               | 37,23                |    |    |    |    |    |    |               |
| 9                                                                                       | Preparación de la serie de plantas                                                    |                                                                                                                                                                 |               | 84,2                 |    |    |    |    |    |    |               |
| 10                                                                                      | Transporte de plantas a zona de empaste                                               |                                                                                                                                                                 | 3,20          | 8,33                 |    |    |    |    |    |    |               |
| 11                                                                                      | Preparación de la serie de hormas según la orden de producción                        |                                                                                                                                                                 |               | 84,2                 |  |  |  |  |  |  |               |
| 12                                                                                      | Colocación del corte en las hormas                                                    |                                                                                                                                                                 |               | 225,6                |  |  |  |  |  |  |               |
| 13                                                                                      | Rayado de la suela en el corte hormado                                                |                                                                                                                                                                 |               | 331,8                |  |  |  |  |  |  |               |
| 14                                                                                      | Cementado de los cortes                                                               |                                                                                                                                                                 |               | 1016,16              |  |  |  |  |  |  |               |
| 15                                                                                      | Cementado de las plantas                                                              |                                                                                                                                                                 |               | 115,78               |  |  |  |  |  |  |               |
| 16                                                                                      | Reactivado del corte y la planta                                                      |                                                                                                                                                                 |               | 1373,4               |  |  |  |  |  |  |               |
| 17                                                                                      | Pegado de la planta en el corte hormado                                               |                                                                                                                                                                 |               | 790,24               |  |  |  |  |  |  |               |
| 18                                                                                      | Prensado del calzado                                                                  |                                                                                                                                                                 |               | 1120,8               |  |  |  |  |  |  |               |
| 19                                                                                      | Trasporte del calzado al área de terminado                                            |                                                                                                                                                                 | 2,60          | 6,22                 |  |  |  |  |  |  |               |
| 20                                                                                      |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |  |  |  |  |  |  |               |
| 21                                                                                      |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |  |  |  |  |  |  |               |
| 22                                                                                      |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |  |  |  |  |  |  |               |
| 23                                                                                      |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |  |  |  |  |  |  |               |
| RESUMEN                                                                                 |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| ACTIVIDAD                                                                               |                                                                                       | NUMERO                                                                                                                                                          | DISTANCIA (m) | TIEMPO (s)           | TIEMPO (h min s)                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | 1                                                                                     | 49            |
| OPERACION                                                                               |                                                                                       | 16                                                                                                                                                              |               | 6577,23              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| TRANSPORTE                                                                              |                                                                                       | 3                                                                                                                                                               | 7,92          | 20,02                |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| INSPECCION                                                                              |                                                                                       | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| DEMORA                                                                                  |                                                                                       | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| ALMACENAJE                                                                              |                                                                                       | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| COMBINADAS                                                                              |                                                                                       | 0                                                                                                                                                               |               | 0                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| TOTAL                                                                                   |                                                                                       | 19                                                                                                                                                              | 7,92          | 6597,25              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |
| Observaciones Generales:<br>Información obtenida para un lote de 12 pares de zapatillas |                                                                                       |                                                                                                                                                                 |               |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |               |

Figura L1. Propuesta de mejora