



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E

INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE

AUTOMATIZACIÓN

Tema:

“ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MONTAJE DE CALZADO EN LA EMPRESA GUSMAR”

Trabajo de Graduación Modalidad: TEMI Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de sistemas de planeación y control de la producción de bienes industriales.

AUTOR: Tigse Masaquiza Christian Eduardo

TUTOR: Ing. Víctor Espín G., Mg.

Ambato - Ecuador

Febrero 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Tema: **“ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MONTAJE DE CALZADO EN LA EMPRESA GUSMAR”**, elaborado por el Sr. Tigse Masaquiza Christian Eduardo, 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, considero que el informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo IV, del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero del 2015

EL TUTOR

Ing. Víctor Espín G., Mg.

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación titulado **“ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MONTAJE DE CALZADO EN LA EMPRESA GUSMAR”** 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, Febrero del 2015

Tigse Masaquiza Christian Eduardo

C.I. 180393576-4

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Fernando Urrutia U., Mg. e Ing. Christian Mariño R., Mg., revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado **“ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MONTAJE DE CALZADO EN LA EMPRESA GUSMAR”**, presentado por el señor Christian Eduardo Tigse Masaquiza, de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Vicente Morales L., Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fernando Urrutia U., Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Christian Mariño R., Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Principalmente a mi madre y hermano quienes cada día son un apoyo fundamental en mi continuo crecimiento profesional, por compartir conmigo cada alegría y por constituir un pilar fundamental en mi vida.

A mis queridos abuelos quienes con sus valiosos consejos me han ayudado para seguir adelante mostrándome que el camino hacia la meta se forja día tras día con esfuerzo, amor y entusiasmo.

Christian Eduardo Tigse Masaquiza

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por darme la vida y la oportunidad de seguir adelante cumpliendo cada una de mis metas.

A toda mi familia por darme el apoyo suficiente y ayudarme a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mis grandes amigos por su sincera y grata amistad en especial a Fanny Chamorro porque a lo largo de este trabajo aprendimos que la amistad es hermosa cuando existe afecto y verdadero respeto.

Al Ing. Víctor Espín, por su valiosa ayuda y colaboración en la presente investigación.

Mi sincero agradecimiento a la empresa de calzado GUSMAR, por la colaboración brindada para llevar a cabo este trabajo.

Christian Eduardo Tigse Masaquiza

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO 1	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Delimitación	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos	4
CAPÍTULO 2.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes investigativos	5
2.2 Fundamentación teórica	7
2.2.1 Estudio del trabajo y la productividad	7
2.2.2 Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación.....	8
2.2.3 Ingeniería de métodos.....	8
2.2.4 Alcance de la ingeniería de métodos y estándares	9
2.2.5 Objetivos del estudio de métodos.....	9
2.2.6 Procedimiento del estudio de métodos	10
2.2.7 Estudio de tiempos y medición del trabajo	14
2.2.8 Técnicas de medición del trabajo	14

2.2.9 Estudio de tiempos	14
2.2.10 Importancia y usos del estudio de tiempos	15
2.2.11 Etapas del estudio de tiempos	15
2.2.12 Medición del desempeño de los procesos	22
2.2.13 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto	23
2.2.14 Productividad	24
2.2.15 Distribución de planta	24
2.2.16 Tipos de distribución	25
2.2.17 Evaluación de la superficie necesaria en cada centro: Método de Guerchet	29
2.3 Propuesta de solución	31
CAPÍTULO 3	32
METODOLOGÍA	32
3.1 Modalidad de la investigación	32
3.2 Población y muestra	32
3.3 Recolección de información	33
3.4 Procesamiento y análisis de datos	33
3.5 Desarrollo del proyecto	33
CAPÍTULO 4	35
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	35
4.1 Datos informativos de la empresa	35
4.2 Entrevista	35
4.2.1 Desarrollo de la entrevista	36
4.2.2 Interpretación de la entrevista	37
4.3 Identificación de los procesos para la elaboración del calzado	38
4.3.1 Mapa de procesos global	38
4.3.2 Flujograma de información	38
4.3.3 Descripción de los procesos para la elaboración del calzado	41
4.3.4 Fichas de descripción de los procesos	47
4.3.5 Distribución de las estaciones de trabajo	48
4.4 Máquinas, equipos y herramientas utilizadas	51
4.4.1 Distribución de las máquinas y equipos	52
4.5 Línea de productos	54

4.5.1 Selección del calzado para el estudio	55
4.6 Cursograma sinóptico del proceso de fabricación de zapatos	56
4.7 Diagrama de flujo o recorrido para la elaboración del calzado	59
Procedimientos del estudio de métodos	63
4.8 Selección del trabajo que debe mejorarse en la empresa de calzado GUSMAR ..	63
4.9 Registrar información mediante la recopilación de datos en el área de montaje ..	64
4.9.1 Método de trabajo actual en el área de montaje	64
4.9.2 Cursograma sinóptico del método de trabajo actual en el área de montaje	64
4.9.3 Cursograma analítico del método de trabajo actual en el área de montaje	66
4.9.4 Diagrama de recorrido actual del área de montaje	70
4.9.5 Análisis de la situación actual del área de montaje	72
4.10 Estudio de tiempos	75
4.10.1 Utilización de las tablas y formularios del estudio de tiempos	77
4.10.1 Desarrollo del estudio de tiempos	79
4.10.3 Resumen del estudio de tiempos	86
4.10.4 Análisis e interpretación de resultados del estudio de tiempos	90
4.11 Examen del método de trabajo actual en el área de montaje	91
4.11.1 Mejora de tiempos para las operaciones críticas	92
4.11.2 Análisis de la mejora en tiempos	94
4.11.3 Capacidad de producción de los procesos	95
4.11.4 Medición del desempeño de los procesos	95
4.11.5 Cuello de botella	97
4.11.6 Diagrama de actividades múltiples	97
4.11.6 Tiempo de capacidad específica de producción	105
4.11.7 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto: método actual	106
4.12 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo en el área de montaje	107
4.12.1 Equilibrado de líneas de producción	108
4.12.2 Balanceo de líneas de ensamble	108
4.12.3 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto: método perfeccionado	113
4.12.4 Medición de la productividad	119
4.12.5 Detalles del balanceo de líneas de producción	119

4.12.6 Redistribución del área de montaje	121
4.12.7 Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado	123
4.12.8 Interpretación de resultados del nuevo método de trabajo	126
4.13 Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo	127
4.14 Aplicar en nuevo método de trabajo	127
4.15 Distribución de la nueva instalación para el área de montaje	128
4.15.1 Tipo de distribución a implementar	129
4.15.2 Requerimientos de espacio según el método de Guerchet	130
4.15.3 Método de distancia ponderada	132
4.15.4 Aspectos legales de seguridad y salud en el trabajo	136
4.11.5 Distribución detallada del área de montaje	140
4.11.6 Beneficios aportados por la propuesta de la nueva distribución	140
CAPÍTULO 5	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
5.1 Conclusiones	142
5.2 Recomendaciones	143
Referencias Bibliográficas	145

ANEXOS

Anexo 1. Formato de entrevista	147
Anexo 2. Fichas de levantamiento de procesos	148
Anexo 3. Número de observaciones requeridas para el estudio de tiempos	164
Anexo 4. Formatos para el estudio de tiempos	169
Anexo 5. Estudio de tiempos de los puestos de trabajo en el área de montaje	173
Anexo 6. Tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso	229
Anexo 7. Requerimientos de espacio mediante el método de Guerchet	235
Anexo 8. Certificación del Director de la Investigación	242

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conjunto de símbolos según el estándar ASME	11
Tabla 2. Ritmos de trabajo expresados según la escala de valoración	20
Tabla 3. Personas que intervienen en el área de montaje	33
Tabla 4. Máquinas para la fabricación del calzado	51
Tabla 5. Línea de productos.....	54
Tabla 6. Calzado elegido para el estudio	55
Tabla 7. Detalles de operaciones e inspecciones: proceso de fabricación de zapatos	56
Tabla 8. Cursograma analítico: proceso de fabricación de zapatos	60
Tabla 9. Detalles de operaciones e inspecciones: montaje de zapatos.....	65
Tabla 10. Cursograma analítico: método de trabajo actual	67
Tabla 11. Resumen del cursograma analítico: método de trabajo actual en el área de montaje	70
Tabla 12. Situación actual del área de montaje.....	74
Tabla 13. Número de observaciones requeridas	76
Tabla 14. Elementos y cortes para la operación preparado de cortes	80
Tabla 15. Estudio de tiempos: preparado de cortes.....	81
Tabla 16. Hoja de trabajo: preparado de cortes	82
Tabla 17. Hoja de resumen de estudio: preparado de cortes	83
Tabla 18. Cálculo de suplementos por descanso: preparado de cortes	84
Tabla 19. Cálculo final de suplementos por descanso: preparado de cortes	85
Tabla 20. Tiempo tipo o estándar: preparado de cortes.....	86
Tabla 21. Resumen del estudio de tiempos de la operación: preparado de hormas.....	87
Tabla 22. Resumen del estudio de tiempos de la operación: armado de puntas.....	87
Tabla 23. Resumen del estudio de tiempos de la operación: armado de talones y laterales.....	88
Tabla 24. Resumen del estudio de tiempos de la operación: cardado y rayado	88
Tabla 25. Resumen del estudio de tiempos de la operación: aplicar pegamento.....	89
Tabla 26. Resumen del estudio de tiempos de la operación: preparado de suelas.....	89
Tabla 27. Resumen del estudio de tiempos de la operación: prensado	90
Tabla 28. Resumen del estudio de tiempos de la operación: sacar hormas.....	90
Tabla 29. Tiempo estándar de cada operación.....	91

Tabla 30. Tiempo mejorado para la operación: preparado de cortes	92
Tabla 31. Tiempo mejorado para la operación: preparado de hormas	93
Tabla 32. Tiempo mejorado para la operación: cardado y rayado	93
Tabla 33. Tiempo mejorado para la operación: aplicar pegamento	94
Tabla 34. Resumen del estudio de métodos y tiempos de cada operación.....	94
Tabla 35. Capacidad de producción	95
Tabla 36. Capacidad de producción por puestos de trabajo	96
Tabla 37. Capacidad de producción real por puestos de trabajo.....	105
Tabla 38. Informe de los puestos de trabajo: método actual	106
Tabla 39. Pasos y tiempos para el ensamble de zapatos en el area de montaje	110
Tabla 40. Tareas subsiguientes	111
Tabla 41. Balanceo basado en las reglas de asignación	112
Tabla 42. Informe de los puestos de trabajo: método perfeccionado.....	114
Tabla 43. Balanceo basado en las reglas de asignación	116
Tabla 44. Capacidad de producción balanceada	120
Tabla 45. Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado	123
Tabla 46. Resumen del cursograma analítico: método de trabajo mejorado en el área de montaje	126
Tabla 47. Equipos productivos: Área de montaje	130
Tabla 48. Parámetros del método de Guerchet	131
Tabla 49. Superficie total requerida: Área de montaje.....	132
Tabla 50. Factor de cercanía del area de montaje	133
Tabla 51. Cálculo del puntaje de distancia ponderada: Área de montaje.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estudio del trabajo	8
Figura 2. Suplementos por descanso	21
Figura 3. Tiempo estándar	22
Figura 4. Estudio de tiempos con máquinas	22
Figura 5. Distribución en centros de trabajo	25
Figura 6. Distribución de una línea de producción	26
Figura 7. Celdas de manufactura.....	29
Figura 8. Superficies de Guerchet.....	29
Figura 9. Mapa de procesos global: Empresa de calzado GUSMAR	39
Figura 10. Flujograma de información: Empresa de calzado GUSMAR.....	40
Figura 11. Área de trabajo: Diseño y modelaje	41
Figura 12. Área de trabajo: Troquelado	41
Figura 13. Área de trabajo: Corte de cuero y forros.....	41
Figura 14. Área de trabajo: Destallado y estampado	42
Figura 15. Área de trabajo: Aparado	42
Figura 16. Área de trabajo: Preparado de cortes.....	43
Figura 17. Área de trabajo: Preparado de hormas.....	43
Figura 18. Área de trabajo: Armado de puntas	43
Figura 19. Área de trabajo: Armado de talones y laterales.....	44
Figura 20. Área de trabajo: Cardado y rayado	44
Figura 21. Área de trabajo: Aplicar pegamento	45
Figura 22. Área de trabajo: Preparado de suelas.....	45
Figura 23. Área de trabajo: Prensado	46
Figura 24. Área de trabajo: Sacar hormas	46
Figura 25. Área de trabajo: Terminado	46
Figura 26. Áreas de producción de la empresa GUSMAR: Planta baja.....	49
Figura 27. Áreas de producción de la empresa GUSMAR: Planta alta	50
Figura 28. Máquinas y mobiliarios de la empresa de calzado GUSMAR.....	53
Figura 29. Cursograma sinóptico: proceso de elaboración de zapatos.....	58
Figura 30. Diagrama de recorrido del material de la empresa GUSMAR	62
Figura 31. Cursograma sinóptico: área de montaje.....	66

Figura 32. Diagrama de recorrido actual del área de montaje	71
Figura 33. Representación gráfica del tiempo estándar: preparado de cortes	86
Figura 34. Flujo general del proceso del área de montaje de calzado	96
Figura 35. Proceso restringido por capacidad	97
Figura 36. Diagrama de actividades simultáneas: preparado de cortes.....	98
Figura 37. Diagrama de actividades simultáneas: preparado de hormas.....	99
Figura 38. Diagrama de actividades simultáneas: armado de puntas.....	100
Figura 39. Diagrama de actividades simultáneas: armado de talones y laterales	101
Figura 40. Diagrama de actividades simultáneas: cardado y rayado	102
Figura 41. Diagrama de actividades simultáneas: prensado	103
Figura 42. Diagrama de actividades múltiples.....	104
Figura 43. Procesos restringidos por capacidad en operaciones combinadas	106
Figura 44. Método de trabajo actual.....	107
Figura 45. Diagrama de precedencia: Área de montaje	110
Figura 46. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo: Área de montaje.....	112
Figura 47. Método de trabajo perfeccionado	114
Figura 48. Equilibrado de líneas de producción	117
Figura 49. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo: Área de montaje.....	117
Figura 50. Flujo general del proceso con nueva designación de operarios	118
Figura 51. Diagrama de recorrido mejorado del área de montaje.....	122
Figura 52. Línea de circulación en U	129
Figura 53. Plano de bloques del área de montaje: distribución actual	133
Figura 54. Plano de bloques del área de montaje: distribución propuesta	134
Figura 55. Nueva distribución de planta en el área de montaje	141

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como finalidad estudiar los métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR, mediante el uso de técnicas como el estudio de métodos, tiempos y distribución de planta. Para llevar a cabo este estudio primeramente se realiza un análisis de todo el proceso de producción con el objetivo de entender cómo se elabora el calzado y tener muy en claro cuáles son las entradas y salidas del proceso de montaje, esto se consigue mediante el levantamiento de información de cada proceso. Posteriormente se desarrolla la mejora de los métodos de trabajo en el área de montaje siguiendo paso a paso cada uno de los procedimientos que establece el estudio de métodos, de tal modo que sea posible registrar, analizar y examinar críticamente los métodos de trabajo actuales con la finalidad de encontrar métodos más sencillos y eficaces de realizarlo. El estudio de tiempos que se realiza tiene como propósito conocer el tiempo requerido para efectuar el trabajo y además para determinar las capacidades de producción, medir el grado de aprovechamiento de la línea de montaje y de ese modo conocer la eficiencia y el desequilibrio existente.

Con los datos obtenidos del diagnóstico se procede al desarrollo del nuevo método de trabajo mediante el equilibrado de las líneas de producción de tal modo que se obtiene estaciones de trabajo con tiempos más adecuados y se alcanza una nueva producción. Sin embargo, debido a las necesidades de espacio de la empresa y además con el propósito de mejorar el ambiente de trabajo para los operarios se plantea una distribución totalmente nueva, en la cual se determina el requerimiento de espacio de cada puesto de trabajo mediante el método de Guerchet, para evaluar la localización de los puestos de trabajo en base a factores de proximidad se utiliza el método de distancia ponderada y finalmente se considera los aspectos de seguridad y salud para los trabajadores establecidos en reglamentos y normativas que proporcionan un ambiente de trabajo más seguro. Con todas estas mejoras llevadas a cabo se consigue aumentar la producción, crear un ambiente más seguro para trabajar y sobretodo utilizar los recursos de manera adecuada.

Descriptor: Estudio de métodos, tiempo estándar, distribución de planta, desempeño de los procesos, equilibrado de líneas de producción.

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the work methods employed in the area of shoe assembly of the enterprise GUSMAR, by using techniques such as the study of methods, times, and plants. In order to execute this work, first, an analysis on the production process is carried out, so as to understand how shoes are manufactured, and which are the inputs and outputs of the shoe assembly process; this can be managed by gathering information regarding each stage of the process. Afterwards, an improvement is intended to be made on work methods in the area of shoe assembly by following, step by step each one of the procedures established by the methods study; in this way, it is possible to register, analyze, and critically examine current work methods. Its purpose is to find more simple and efficient ways to carry them out. Times are studied in order to know the time required to conduct the work and to determine production capacities, measure the assembly line's capacity utilization ratio, and define their existing efficiency and imbalance.

With the data obtained from the diagnosis, the new work method is developed. It consists in balancing production lines, so work stations have more adequate times and a new production rate is achieved. Besides, due to the lack of space in the enterprise, and in order to improve its work environment, a new distribution is proposed. It aims to determine the space requirement of each work station by using the Guerchet method. To evaluate the location of work stations on the basis of proximity factors, the distance-weighted mean is used. Finally, workers' safety and health aspects are considered, which are established in regulations and norms that ensure a safer work environment. Once all these improvements have been applied, production can increase, a safer work environment can be attained, and, above all, resources can be used more adequately.

Key words: Methods study, standard time, plant distribution, processes performance, production lines balancing.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Operaciones de valor añadido: Todas las acciones necesarias para cumplir con las especificaciones de un producto y transformarlo, tales como pintar, martillar, etc.

Operaciones eliminables: Son aquellas operaciones que no deberían hacerse y por lo tanto podrían suprimirse.

Productividad: Es la relación entre los resultados logrados (producción) y los recursos empleados (insumo).

Eficiencia: Obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Tarea: Elementos de trabajo, tomar lápiz, poner el lápiz sobre el papel y escribir un número, es un ejemplo de una tarea.

Tiempo de ciclo: es la cantidad de tiempo necesaria para completar una tarea del proceso.

Estación de trabajo: Ubicación física donde se realizan un conjunto particular de tareas.

Capacidad de producción: es la medida de la producción manufacturada durante cierto periodo de tiempo.

Cuello de botella: Es un recurso que limita la capacidad o la producción máxima del proceso.

Layout: Plano de la distribución física de las instalaciones.

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

NTP: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

NECC: Norma estándar para la aplicación de colores de control de riesgos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en casi todas las empresas es común encontrar problemas originados por una inadecuada utilización de sus recursos, tiempos de producción excesivos, mala distribución de los equipos y máquinas que a la larga produce pérdidas a la empresa. Esto se debe a que no se ha realizado un adecuado estudio del trabajo en aquellas empresas y no se conoce los grandes beneficios que aporta este tipo de estudios al mejoramiento de del sistema productivo.

El proyecto de titulación se lo realiza en la empresa de calzado GUSMAR, donde el problema principal radica en que esta empresa no cuenta con un adecuado método de trabajo en especial en el área de montaje, puesto que existe una mala utilización del sitio de trabajo, distribución inadecuada de los equipos y máquinas y baja producción, lo cual motiva a la elaboración de una propuesta de un estudio de métodos de trabajo en dicha área, con lo cual se pretende analizar a detalle todos los aspectos que intervienen en el montaje del calzado y de ese modo dar soluciones viables a aquellos problemas, puesto que el fin que persigue el estudio de métodos de trabajo es detectar todas las operaciones que no añaden valor al producto, y una vez detectadas eliminarlas y las de valor añadido mejorarlas.

Teniendo en cuenta que siempre existe un método mejor para hacer el trabajo, en el área de montaje se pretende mejorar todas aquellas operaciones que presenten inconvenientes reestructurando el método de trabajo actual de tal modo que se obtenga un método más eficiente con las máquinas, equipos y operarios ordenados de mejor manera, los materiales y herramientas de fácil acceso para los operarios, un ambiente más seguro y agradable para realizar el trabajo, considerando todos los aspectos ergonómicos y medidas de seguridad necesarias. Las herramientas que ayudan al desarrollo del proyecto corresponden al estudio de métodos, estudio de tiempos y distribución de planta.

Conforme a los resultados obtenidos del estudio es posible solucionar todos aquellos problemas que presenta el área de montaje, puesto que las mejoras que se plantean representan un beneficio para la empresa debido a que se está aprovechando sus recursos de manera óptima e incrementando los índices de productividad.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Tema

Estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR.

1.2 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la industria de calzado es una de las actividades económicas más competitivas debido a que las barreras para entrar no son muy altas; a la vez, siendo esta intensa en mano de obra y en tecnología, los países en vías de desarrollo aprovechan estos recursos para posesionarse en mercados internacionales. Sin embargo un gran número de estas empresas pueden afrontar serios problemas; como carecer de infraestructura adecuada, tener un limitado uso de tecnología en sus procesos, no fabricar sus propios diseños, además que los precios son extremadamente bajos. Por lo cual estas empresas atienden únicamente al mercado nacional [1].

Eso quiere decir que estas empresas productoras de calzado, a la vez pueden afrontar otras causas que pueden impedir el correcto desempeño de un lugar de trabajo, por ejemplo un ineficiente método de trabajo en sus procesos de producción, lo cual conlleva a una mala disposición y utilización del espacio físico, distancias largas a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores, métodos de trabajo ineficaz, riesgos de accidentes, productividad baja y altos costos de producción.

“En el Ecuador la industria del calzado ha experimentado un importante crecimiento desde el 2009. Según datos del Censo Económico 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el país, existen 870 establecimientos que se dedican a la producción de zapatos. Mientras que según la Cámara de Calzado de Tungurahua (CALTU), hasta este año están registrados 4500 productores, a escala nacional; entre grandes, medianos y artesanos” [2].

Estas empresas productoras de calzado al no disponer de un adecuado método de trabajo pueden mostrar factores negativos que afectan la realización de las operaciones para la producción de calzado, es decir, al no disponer de un adecuado estudio de métodos y medición del trabajo en sus procesos de producción o peor aún tener una mala distribución de sus instalaciones, en especial el área de montaje, podría llevar a una disminución en su producción y pérdidas económicas para la empresa.

En la provincia de Tungurahua existe una amplia gama de productores micro, pequeños y medianos empresarios, los cuales aportan con el 50 por ciento de producción de calzado a nivel nacional [2]. Uno de los mayores productores corresponde al cantón Cevallos que según la Cámara del Calzado de Tungurahua (CALTU), operan entre 50 y 80 microempresas dedicadas a la fabricación de calzado [3], estas microempresas por ser pequeñas podrían no ajustarse a las exigencias del mercado internacional, debido a que suelen presentar problemas en sus procesos de producción. Estos problemas pueden aparecer en muchas empresas donde no se ha realizado un estudio adecuado de métodos de trabajo como es el caso de la empresa de calzado GUSMAR, donde los métodos de producción utilizados en el área de montaje presentan muchos inconvenientes ya que existen operaciones que se realizan con actividades y movimientos innecesarios lo cual generan tiempos improductivos, por ende, aumento en el tiempo de producción de calzado y baja producción.

Esta mala utilización del sitio de trabajo atribuye a los defectos que se puedan presentar en los procesos de elaboración de calzado, es decir a los movimientos innecesarios, tiempos excesivos y utilización ineficaz de todos los recursos de la empresa.

De continuar con el trabajo de esta manera la empresa calzado GUSMAR se ve expuesto a afrontar pérdidas económicas, debido a que el producto no se realiza en el tiempo adecuado y no cumple con la demanda del mercado frente a otras empresas de calzado similares.

Por lo tanto las empresas que no cuenten con un adecuado estudio de métodos de trabajo y una óptima distribución de sus instalaciones no garantizan un eficiente método de producción.

1.3 Delimitación

Área académica: Industrial y Manufactura.

Línea de investigación: Industrial.

Sublínea: Gestión de procesos integrados de diseño y manufactura utilizando sistemas computacionales.

Delimitación temporal: La investigación se desarrolla a partir de Abril a Noviembre del 2014.

Delimitación espacial: Esta investigación se desarrolla en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR. Ubicada en el cantón Cevallos Provincia de Tungurahua, avenida Gonzales Suárez y 13 de Mayo a 100 m del Coliseo Principal.

1.4 Justificación

Actualmente la empresa de calzado GUSMAR busca ser cada vez más competitiva y para ello necesita innovar continuamente, no sólo utilizando las nuevas tecnologías o invirtiendo en nuevos procesos de producción, sino también reorganizando sus métodos de trabajo, optimizando tiempos y mejorando la distribución física de sus instalaciones.

El presente trabajo es de **interés** puesto que presenta una propuesta de un estudio de métodos y medición del trabajo en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR; para lograr simplificar o modificar su método de trabajo de tal modo que se pueda reducir el trabajo innecesario, mejorar la utilización de sus recursos, organizar los puestos de trabajo e incrementar la productividad de la empresa.

Es de **importancia** puesto que permite a la empresa mejorar el proceso de producción en el área de montaje eliminando tiempos innecesarios y reduciendo distancias largas a recorrer por los materiales y productos en elaboración, con la ayuda de una adecuada distribución de los puestos de trabajo.

Es **útil** puesto que el presente estudio pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de trabajo para los empleados que conforman el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR; mediante la aportación de datos obtenidos del estudio,

de tal modo que se pueda satisfacer los requerimientos de seguridad, calidad, rapidez y productividad.

Los **beneficiarios** directos de la presente investigación es todo el personal que forma parte de la empresa de calzado GUSMAR, en especial los que conforman el área de montaje de calzado, además de todos quienes interactúen directa e indirectamente con la empresa.

Existe **factibilidad** para poder realizar la investigación ya que se dispone del conocimiento necesario sobre el tema de estudio, además de contar con la ayuda de recursos necesarios para la investigación como: institucionales, humanos y materiales.

1.5 Objetivos

General

Realizar un estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR.

Específicos

- Analizar los procesos de elaboración de calzado en la empresa GUSMAR.
- Realizar diagramas de operaciones y flujo de material en el área de montaje de calzado.
- Desarrollar un estudio de tiempos en el área de montaje de calzado.
- Analizar la distribución de planta en el área de montaje de calzado para diseñar una propuesta de distribución utilizando el método más eficiente.
- Integrar los resultados de la investigación al proyecto DIDE titulado, “Evaluación antropométrica y de métodos para el diseño de puestos de trabajo en la fabricación de calzado en la pequeña y mediana industria de Tungurahua-Ecuador”.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Muchos han sido los estudios realizados sobre estudio de métodos, medición del trabajo y distribución de planta y todos concuerdan en que el futuro y crecimiento de una empresa se basa en la forma cómo se maneja y se controla la productividad de la empresa y los operarios. Pues gracias al desarrollo de nuevas investigaciones, estos estudios se han extendido de forma que se utiliza con frecuencia en diferentes tipos de empresas, fábricas y talleres; sin embargo hay que tener en cuenta que los proyectos o investigaciones pasadas fueron las precursoras de las nuevas y modernas técnicas del estudio del trabajo.

Frederick W. Taylor se le conoce como el padre de la administración científica y de la ingeniería industrial. Fue la primera persona que se valió de un cronometro para estudiar el contenido del trabajo y como tal, se le tiene como el fundador del estudio de tiempos.

Frank y Lilian Gilbreth son conocidos como los padres de los estudios de movimientos. En su búsqueda de toda la vida del mejor método para llevar a cabo una faena específica, desarrollaron muchas nuevas técnicas de estudio del trabajo.

Elton Mayo inició lo que se conoce como el movimiento de las relaciones humanas. Por accidente, descubrió que las personas trabajan mejor cuando tienen mejor actitud [4].

En base a estos cuatro pioneros del estudio de tiempos y movimientos, es que en la actualidad se lleva a cabo nuevas investigaciones, para determinar los mejores métodos de llevar a cabo el estudio del trabajo.

Fernando Espinosa Fuentes, en un estudio sobre métodos de trabajo y tiempos, da conocer que el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la

utilización de métodos y el estudio de tiempos; puesto que el campo de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería de trabajo.

El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Una vez que se ha establecido cabalmente un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está la responsabilidad de vigilar que se cumplan la norma o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento [5].

En un estudio de tiempos y movimientos realizado para mejorar los procesos de producción en la empresa de calzado Gabriel, se llevó a cabo un análisis de cada uno de los procesos de producción de la empresa para someterlos a mejoras debido a los problemas encontrados tales como: Los métodos de trabajo no eran los óptimos, las distancias que recorría el material de una estación de trabajo a la siguiente eran largas, además no se cumplían con los principios ergonómicos que el obrero requiere para trabajar; de acuerdo a dicha necesidad se realizó un estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción, eliminando así los tiempos y movimientos improductivos e incrementando la productividad de la empresa.

Y mediante dicho estudio se obtuvo como conclusión que el método de trabajo propuesto permitía mejorar los procesos de producción de la empresa [6].

En la planta de producción de la empresa SERTECPET S.A. se realizó un estudio de métodos y tiempos, determinando los tiempos de demoras en cada uno de los procesos; con la aplicación de la técnica de estudio de métodos y tiempos, se alcanzaron grandes beneficios, reduciendo costos de producción, eliminando tiempos innecesarios y reduciendo cuellos de botella; logrando la combinación más eficiente de hombre-máquina mejorando las condiciones de trabajo.

Se efectuó la toma de tiempos con cronómetro, para determinar el tiempo tipo; con la colaboración del operario, tratando de que se realice la operación en tiempos normales; analizando con diagramas de procesos, tipo flujo, recorrido y hombre-máquina.

Con los resultados obtenidos del diagnóstico, se desarrolló una propuesta determinando, el método de trabajo más adecuado para reducir los tiempos de producción, desgaste físico, empleando la hoja de preparación y la ruta programada [7].

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial da a conocer que la distribución física de las instalaciones o también denominado layout, “trata de un término utilizado para designar la disposición física de espacios, equipamientos y puestos de trabajo, y el desplazamiento de personas, insumos y productos, buscando minimizar los costos de almacenamiento, manejo y transporte, por un lado, y facilitar los flujos de información y los procesos de entrada y salida de productos, por otro” [8].

Es así que la importancia de poseer una adecuada disposición y utilización del espacio físico se debe a que, detrás de una distribución incorrecta, existen gran cantidad de costos ocultos, es decir; desplazamientos innecesarios de los materiales, gastos energéticos y de tiempo, desgaste físico adicional del personal, así como una excesiva manipulación de los materiales, lo cual implica riesgos de sufrir golpes, roturas y otros defectos que se traducen en un desperdicio y requieren, muchas veces, volver a hacer el trabajo. Además es importante destacar que un buen layout minimiza el riesgo de accidentes laborales, sobre todo en lo que refiere a la ubicación de las máquinas [8].

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Estudio del trabajo y la productividad

El estudio del trabajo es un examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Por tanto el estudio del trabajo tiene por objetivo examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad [9].

2.2.2 Técnicas del estudio del trabajo y su interrelación

El estudio de métodos: Es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

La medición del trabajo: Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte el trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.

El estudio de métodos y la medición de trabajo están estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con esta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada [9].

La relación entre ambas técnicas se presenta a continuación en el siguiente esquema:

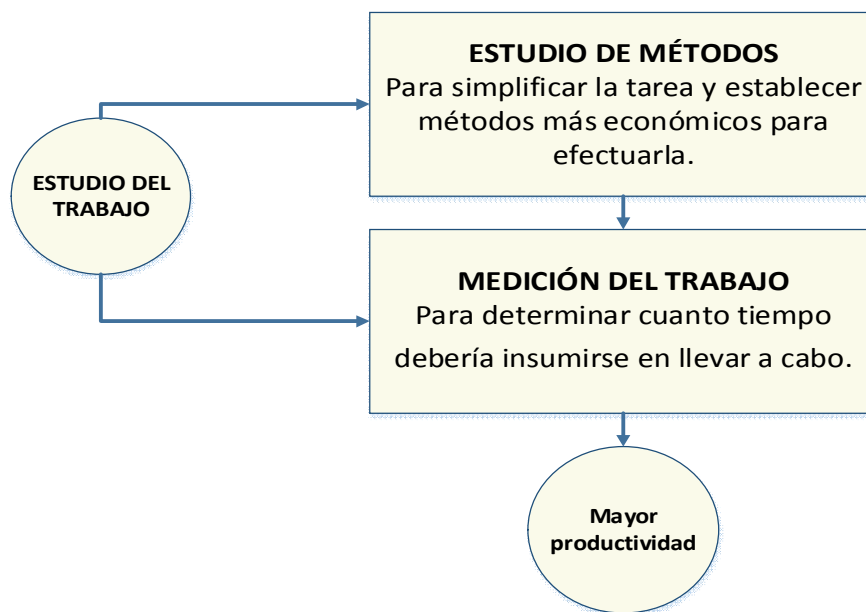


Figura 1. Estudio del trabajo [9]

2.2.3 Ingeniería de métodos

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos. En la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo la

ingeniería de métodos, implica también el análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto.

Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, ese ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad [10].

2.2.4 Alcance de la ingeniería de métodos y estándares

La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. Cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación trabajador-máquina eficiente.

Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto. Además, existe la responsabilidad de observar que 1) los estándares predeterminados sean cumplidos; 2) los trabajadores sean compensados de manera adecuada de acuerdo con su producción, habilidades, responsabilidades y experiencia; y 3) que los trabajadores experimenten un sentimiento de satisfacción por el trabajo que realizan.

El procedimiento completo incluye la definición del problema; dividir el trabajo en operaciones; analizar cada operación con el fin de determinar los procedimientos de fabricación más económicos para la cantidad que se desee producir, considerando la seguridad del operador y su interés en el trabajo; aplicando los valores de tiempo apropiados; y posteriormente dando seguimiento al proceso con el fin de garantizar que el método prescrito se haya puesto en operación [10].

2.2.5 Objetivos del estudio de métodos

El estudio de métodos persigue diversos propósitos, los de mayor importancia son:

1. Mejorar los procesos y procedimientos.
2. Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo.
3. Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
4. Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.

5. Aumentar la seguridad.
6. Crear mejores condiciones de trabajo.
7. Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo [11].

2.2.6 Procedimiento del estudio de métodos

Es preciso recorrer por seis etapas fundamentales para la realización del estudio de métodos:

1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.
2. Registrar los detalles del trabajo.
3. Examen del método actual.
4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.
5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo.
6. Aplicar el nuevo método de trabajo [11].

Para llevar a cabo el procedimiento del estudio de métodos es necesario analizar en que consiste cada uno de estos pasos.

1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse

Como no es posible mejorar al mismo tiempo todos los aspectos de trabajo de una empresa, es necesario resolver con qué criterios se debe seleccionar el trabajo a mejorar.

Esta selección se la puede hacer tomando como referencia los siguientes aspectos:






- **Desde el punto de vista humano:** Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse son los de mayor riesgo de accidentes, debido a una mala distribución de planta.
- **Desde el punto de vista económico:** Se debe dar preferencia a los trabajos que generen altos costos en producción, debido a máquinas costosas o sean manejadas por operarios mejor pagados.
- **Desde el punto de vista funcional del trabajo:** Hay que seleccionar los trabajos que constituyen cuellos de botella y retrasan al resto de la producción y aquellos de cuya ejecución dependen otros [11].

2. Registrar los detalles del trabajo

Mediante el registro de los procesos se trata de encontrar las principales deficiencias existentes y de ese modo lograr la mejor distribución posible de las máquinas, equipos y de toda el área de trabajo dentro de la planta.

Las técnicas más comunes para registrar información son las gráficas y diagramas cada uno con su respectivo propósito. Los símbolos que se muestran en la Tabla 1 constituyen el conjunto estándar de símbolos (ASME, 1974) que se utilizan en cada uno de los diagramas.

Tabla 1. Conjunto de símbolos según el estándar ASME [4]

Símbolo	Descripción	Indica	Significado rápido
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte de un producto.
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad.
	Flecha	Transporte	Utilizado al mover materiales.
	Triángulo	Almacenamiento	Utilizado para almacenamiento a largo plazo.
	Semicírculo	Retraso	Utilizado cuando lo almacenado es inferior a un contenedor.

Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.

Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Almacenamiento: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos; por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

Actividades combinadas: Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección [9].

Gráfica del proceso operativo o de ensamble

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. Esta gráfica muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal [10].

Diagrama de flujo del proceso

Es particularmente útil para registrar aspectos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, se debe tomar medidas para minimizarlos, reducirlos o eliminarlos.

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos [10].

Diagrama de flujo o recorrido

Es una representación gráfica de la distribución de una instalación que muestra la ubicación de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Cuando se elabora este tipo de diagramas, se identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta [10].

Diagramas de procesos hombre-máquina

Se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de

operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo [10].

3. Examen del método actual

Esta etapa consiste en analizar críticamente el método de trabajo y de ese modo ver qué acciones se pueden tomar con el objetivo de desarrollar un método mejor.

Para la mejora y análisis del método de trabajo es necesario tener tres objetivos claros:

- Detectar todas las operaciones que no añaden valor al producto, y como consecuencia eliminarlas.
- Mejorar las operaciones de valor añadido.
- Mejorar las condiciones ergonómicas, ya que la mejora de las condiciones de trabajo puede incrementar la productividad [12].

4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo

Una vez analizado los detalles del trabajo se puede tener una idea bastante clara de las deficiencias de las operaciones presentes, y de ese modo desarrollar un nuevo método de trabajo perfeccionado. A continuación se muestran una serie de indicaciones que ayudan a la elaboración del nuevo método:

Eliminar los detalles innecesarios, combinar cuando sea posible, reordenarlos según una sucesión mejor, simplificar todos los detalles necesarios, hacer el trabajo más fácil y seguro, hacer trabajar ambas manos, reflejar el nuevo método en croquis o diagramas representativos [12].

5. Adiestrar a los operadores en el nuevo método de trabajo

La fuerza de trabajo es uno de los recursos principales, ya que sin trabajadores calificados, las tasas de producción serían más lentas, la calidad peor y una productividad baja. Por lo tanto, una vez desarrollado el nuevo método de trabajo y establecido un estándar de producción correspondiente, los operarios deben ser adiestrados correctamente para seguir el método prescrito y alcanzar el estándar deseado [12].

6. Aplicar el nuevo método de trabajo

Consiste en poner en práctica el nuevo método de trabajo considerando cada uno de los procedimientos del estudio de métodos.

2.2.7 Estudio de tiempos y medición del trabajo

Es la actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Esta técnica de organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido, conservando las normas de calidad, cantidad y seguridad [13].

2.2.8 Técnicas de medición del trabajo

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son las siguientes:

1. Muestreo del trabajo.
2. Estimación estructurada.
3. Estudio de tiempos.
4. Normas de tiempo predeterminadas (NTPD).

2.2.9 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida [9].

Material fundamental

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental:

- Un cronometro.
- Un tablero de observaciones.
- Formularios de estudio de tiempos [9].

Por lo general, el tiempo se estudia con un cronómetro, en el lugar en cuestión o analizando una videograbación del trabajo. El trabajo o la tarea objeto del estudio se

divide en partes o elementos medibles y el tiempo de cada uno de ellos es cronometrado de forma individual [14].

Estándar de tiempo

Un estándar de tiempo se define como “el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las tres condiciones siguientes: **1.** operador calificado y bien capacitado; **2.** manufactura a ritmo normal, y **3.** hacer una tarea específica”. Estas tres condiciones son esenciales para entender el estudio de tiempos [15].

2.2.10 Importancia y usos del estudio de tiempos

El estándar de tiempo se usa para lo siguiente:

1. Determinar el número de máquinas-herramientas por comprar.
2. Definir el número de personal de producción por contratar.
3. Calcular los costos de manufactura y los precios de venta.
4. Programar las máquinas, las operaciones y el personal para que realicen el trabajo y hagan entregas a tiempo con inventarios pequeños.
5. Obtener el balanceo de la línea de ensamble y la velocidad del transportador de montaje, asignar trabajos en las celdas de manufactura con la cantidad correcta de trabajo, y balancear las celdas de manufactura.
6. Determinar el desempeño individual de cada trabajador e identificar y corregir las operaciones problemáticas.
7. Pagar incentivos por el desempeño excepcional del equipo o del individuo.
8. Evaluar las ideas para reducir costos y adoptar el método más económico con base en el análisis de costos, no en las opiniones.
9. Evaluar las compras de equipo nuevo para justificar el desembolso.
10. Desarrollar presupuestos de operación personal para medir el desempeño de la administración [15].

2.2.11 Etapas del estudio de tiempos

El estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.

3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el tiempo tipo propio de la operación [9].

1. Obtener y registrar información

Para realizar el estudio de tiempos es necesario registrar toda la información pertinente obtenida por observación directa, es decir, registrar a partir de lo observado toda la información o los datos aplicables a la operación del caso.

Los formularios expuestos en el Anexo 4 son los que se utilizan para realizar el estudio de tiempos y están concebidos de modo que reúnan el máximo de información necesaria. Esta información permite identificar rápidamente el estudio, el producto que se elabora, la instalación o la máquina que se utiliza, el operario encargado de efectuar el trabajo, duración del estudio, condiciones físicas del trabajo y muchos otros datos que son de suma importancia para realizar el estudio de tiempos [9].

2. Descomponer la tarea en elementos

Elemento: es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

Reglas para seleccionar los elementos

- a) Los elementos deben ser de fácil identificación, con inicio y término claramente definidos. El comienzo o fin pueden ser reconocidos por medio de un sonido y señales visuales.

- b) Los elementos deben ser lo más breves posibles, pero que no sean tan pequeñas como para sacrificar la exactitud de las lecturas. Una unidad mínima generalmente aceptada es de 0.04 min.
- c) Se debe separar los elementos manuales de los mecánicos; durante los manuales el operador puede reducir el tiempo de ejecución según su interés y habilidad; sin embargo los tiempos de máquina son totalmente ajenos al operador, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc.
- d) Es necesario separar los elementos manuales a máquina parada de los de máquina en marcha. Los primeros pueden reducir el ciclo de trabajo de la actividad desarrollada por el operador, los segundos no influyen en el ciclo, pero intervienen en la saturación del operador [11].

Tipos de elementos

Debido a la naturaleza de los elementos del ciclo de trabajo, los elementos se dividen en los siguientes tipos:

En relación con el ciclo:

- a) **Elementos repetitivos:** Son los que aparecen una vez en cada ciclo del trabajo. Ejemplo: poner y quitar piezas en la máquina.
- b) **Elementos casuales:** Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: regular la tensión de una máquina, abastecerse de material; estos elementos forman parte del trabajo provechoso y se deben incorporar al tiempo definitivo de la operación.
- c) **Elementos extraños:** Son elementos indeseables, ajenos al ciclo de trabajo, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: averías en la máquina.

En relación con el operador:

1. Elementos manuales: son los que realiza el operador.

- a) Manuales sin máquina: se llevan a cabo con independencia de toda máquina. Se denominan también libres, porque su duración depende de la actividad del operador.
- b) Manuales con máquina.
 - Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.

- Con maquina en marcha, que efectúa el operador mientras trabaja la maquina automáticamente.

2. Elementos mecánicos: son los que realiza la máquina. Pueden ser:

- a) De máquina automática, por lo tanto, sin intervención del operador.
- b) De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operador, como en los taladros y troqueladoras con avance manual.

En relación con el tiempo:

- a) **Elementos constantes:** Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; por ejemplo, poner en marcha la máquina, medir un diámetro, etc.
- b) **Elementos variables:** son elementos cuyo tiempo depende de una o diversas variables, como dimensiones, peso, calidad, etc. [11].

3. Cálculo del número de observaciones (tamaño de la muestra)

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento, es decir determinar el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados.

Método estadístico

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego aplicar la siguiente ecuación, para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (2.1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que se desea calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

Como primer paso para determinar el tamaño de la muestra se debe tomar algún número específico de lecturas, es decir tomar algún número arbitrario de observaciones para un elemento dado de una estación de trabajo, llamado este número n' . Sin embargo, si en el cálculo del tamaño de la muestra n , resulta que n' es inferior a n , se tiene que obtener tiempos transcurridos adicionales y calcular un nuevo tamaño de muestra requerido [9].

4. Cronometraje de cada elemento

Cronometraje acumulativo: Consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio; se pone en marcha el reloj al principio del primer elemento del primer ciclo y no se lo detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio. Con este procedimiento se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación.

En el cronometraje acumulativo no importa que los observadores inexpertos omitan a veces los tiempos de algunos elementos, puesto que no cambia el tiempo total del estudio. Las interrupciones y los elementos extraños quedan automáticamente incluidos, puesto que el cronómetro nunca se detiene.

En el método de **vuelta a cero**, a los errores de observación del reloj tal vez se sumen las pequeñas demoras producidas al volver la manecilla a cero en el caso de un cronómetro mecánico y es posible que se produzcan errores de lectura en el caso de un cronómetro electrónico [9].

5. Valoración del ritmo.

Trabajador calificado: Es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Valorar el ritmo de trabajo: Es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados.

Desempeño tipo: Es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse.

Escalas de valoración: Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo se utiliza una escala numérica que sirva de metro para calcularlos [9].

La escala de valoración que se utiliza para comparar el ritmo de trabajo corresponde a la norma británica (0-100) se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Ritmos de trabajo expresados según la escala de valoración [9]

Escala (0-100)	Descripción del desempeño
0	Actividad nula.
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuoso", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

6. Tiempo básico o normal

El tiempo normal es el tiempo necesario para la ejecución de una operación trabajando a una actividad normal o al ritmo tipo.

Para calcular el tiempo normal de cada medición, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Tiempo\ básico = Tiempo\ observado * \frac{Valoración}{Valor\ del\ ritmo\ tipo} \quad (2.2)$$

7. Aplicación de suplementos

Durante la jornada de trabajo, aparte que el trabajador opera en su puesto de trabajo, tiene que realizar otro tipo de tareas, es decir, ir al aseo, se fatiga, tiene que resolver incidencias, limpiar su puesto, etc.

El estudio de métodos y tiempos pretende por simplicidad y coherencia cargar los tiempos dedicados a estas tareas a la operación principal, la herramienta para hacerlo son los suplementos [16].

Sin embargo los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos como por contingencias, por razones de política de la empresa y los especiales solamente se aplican bajo ciertas condiciones [9].

Los suplementos por descanso tienen dos componentes principales, los cuales se representan en la Figura 2.

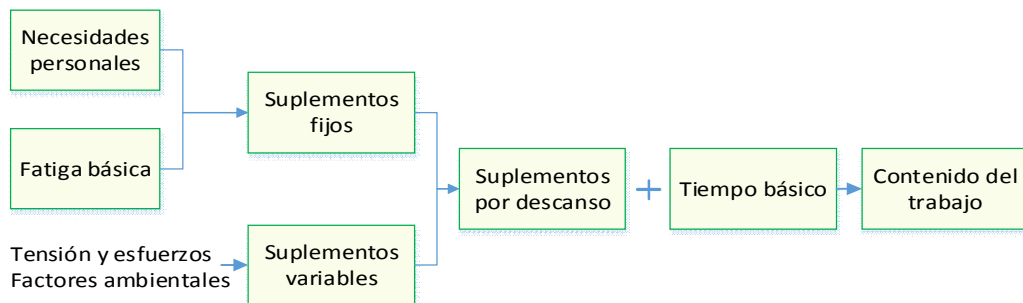


Figura 2. Suplementos por descanso [9]

8. Tiempo estándar

Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado de cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de las tareas frecuentes [6].

El tiempo estándar se puede representar gráficamente de la siguiente manera:

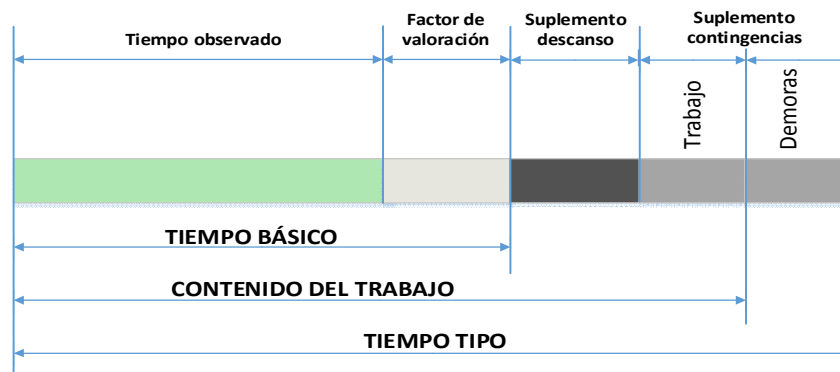


Figura 3. Tiempo estándar [9]

Estudio de tiempos con máquinas

Tiempo condicionado por la máquina (o por el proceso): Es aquel tiempo que se tarda en completar parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina o del proceso.

Trabajo exterior: Es el compuesto por elementos que deben necesariamente ser ejecutados por el obrero fuera del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

Trabajo interior: Es el compuesto por elementos que pueden ser ejecutados por el obrero dentro del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

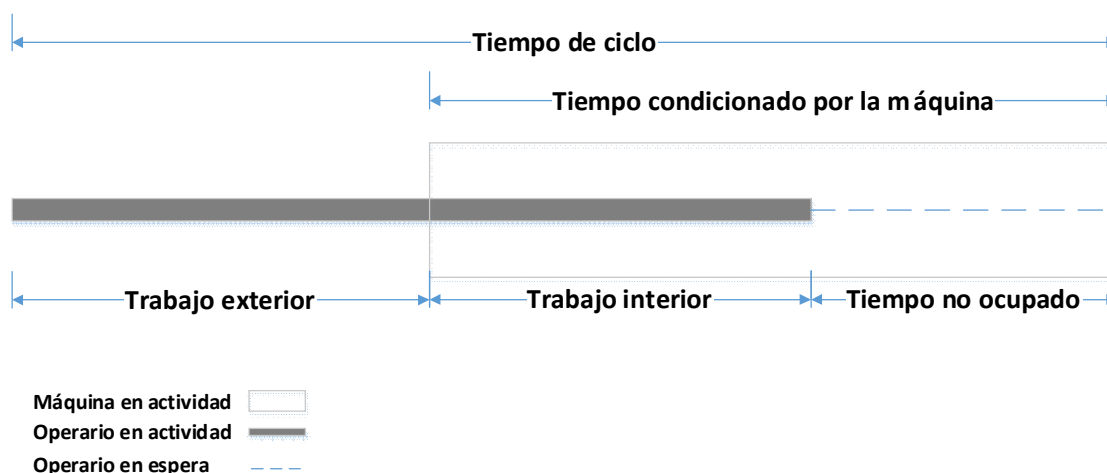


Figura 4. Estudio de tiempos con máquinas [9]

2.2.12 Medición del desempeño de los procesos

Las medidas del desempeño de los procesos brindan una ponderación de qué tan productivamente está operando un proceso en la actualidad y de cómo la productividad va cambiando con el transcurso del tiempo. Con frecuencia, se debe mejorar el

desempeño de un proceso con el objetivo de incrementar la productividad de una empresa [14].

2.2.13 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto

Para determinar el grado de aprovechamiento de la línea de producción, es necesario explicar varios factores que intervienen directamente en el proceso de producción.

- **Coeficiente de desequilibrio:** Es el porcentaje de inactividad de los componentes de la línea, además permite determinar el desequilibrio existente producido por la variación de los tiempos en cada estación, el objetivo es analizar qué tanto se está despilfarrando el tiempo y la mano de obra y de ese modo intentar equilibrarlo.
- **Eficiencia de la línea:** Mide el grado en el que se aprovecha la mano de obra con la que se dispone y además permite ver que tan eficiente se encuentra la línea de producción.
- **Saturación del puesto:** Mide el grado en el que se aprovecha la mano de obra en cada puesto de trabajo [16].

Para llevar a cabo ese procedimiento se utiliza las siguientes ecuaciones que se muestran a continuación:

$$\text{Coeficiente desequilibrio} = \frac{(N*Cl) - \sum Cp}{N*Cl} * 100 \quad (2.3)$$

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\sum Cp}{N*Cl} * 100 \quad (2.4)$$

$$\text{Saturación del puesto} = \frac{Cp}{Cl} * 100 \quad (2.5)$$

Donde:

N: número de operarios

Cp: tiempo de ciclo de los distintos puestos

Cl: tiempo de ciclo del puesto limitante

2.2.14 Productividad

Es el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. La productividad no es una medida de producción, ni la cantidad que se fabrica, sino de la eficiencia con que se combina y utiliza los recursos para lograr los resultados deseados. La productividad puede ser medida de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos} = \frac{Resultados\logrados}{Recursos\empleados} \quad (2.6)$$

Para aumentar los índices de productividad es necesario considerar la relación producto e insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente [11].

2.2.15 Distribución de planta

La distribución de planta consiste en la ordenación física de todos los factores y elementos que participan en el proceso productivo de la empresa, como equipos, maquinaria, materiales, personal, etc. Además de delimitar los espacios y ubicar de forma adecuada los departamentos.

Objetivos de la distribución de planta

Los objetivos principales que busca la distribución de planta son:

Reducir los riesgos para la salud incrementando la seguridad y satisfacción del trabajador, incremento de la producción, reducir o eliminar los retrasos en la producción, optimizar el espacio para las distintas áreas, mejorar el flujo de materiales y maximizar el uso de maquinaria, mano de obra y recursos, disminución del congelamiento de materiales, así como una mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos [11].

Principios para la distribución de planta

- **Principio de la integración global:** Es necesario integrar de la mejor forma al personal, materiales, máquinas y actividades auxiliares.

- **Principio de distancia mínima a mover:** Se debe minimizar en lo posible los movimientos de los materiales entre las operaciones.
- **Principio de flujo:** Se debe evitar en lo posible las interrupciones del movimiento de los materiales entre las operaciones.
- **Principio de espacio:** Es necesario utilizar el espacio de la forma más eficiente posible, y de ese modo evitar todos los movimientos innecesarios.
- **Principio de satisfacción y seguridad:** La distribución de planta debe satisfacer y ofrecer seguridad al trabajador.
- **Principio de flexibilidad:** La distribución debe diseñarse para poder ajustarse o regularse a costos bajos [11].

2.2.16 Tipos de distribución

1. Distribución en centros de trabajo

Agrupar funciones o equipamientos similares, como todos los tornos en un área y todas las prensas en otra, de ese modo las piezas que se están trabajando avanzan, en una secuencia preestablecida de operaciones, de un área a otra generalmente en lotes, donde se encuentran las máquinas necesarias para cada operación [14].

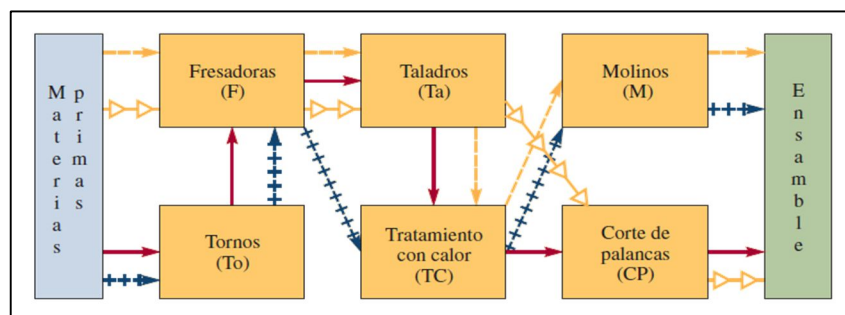


Figura 5. Distribución en centros de trabajo [14]

Diseños de distribuciones de flujo flexible o centros de trabajo

El método para diseñar una distribución física depende de si se ha elegido una distribución de flujo flexible (centros de trabajo) o una de flujo en línea. Para el caso del diseño de una distribución híbrida se aplican algunos de los principios de la distribución de flujo flexible y algunos otros de la distribución de flujo en línea. La distribución de flujo flexible comprende tres pasos básicos, ya sea que el diseño corresponda a una distribución nueva, o constituya la revisión de una ya existente: (1) reunir información; (2) crear un plano de bloques, y (3) diseñar una distribución física detallada.

Método de distancia ponderada

El método de distancia ponderada es un modelo matemático que se usa para evaluar distribuciones de flujo flexible con base en factores de proximidad. El objetivo es seleccionar una distribución (o localización de la instalación) que minimice las distancias ponderadas totales.

Para llevar a cabo el cálculo de los puntajes de distancia ponderada es necesario tratar de minimizar el puntaje de distancia ponderada (*wd*, del inglés *weighted distance*) localizando juntos los centros que tienen calificaciones altas de cercanía.

Los pasos que son necesarios para encontrar la mejor distribución se describen a continuación:

- **Reunir información:** La cual permite conocer los requisitos de espacio disponible y el factor de cercanía para saber que centros tienen que estar situados cerca unos de otros.
- **Crear un plano de bloques:** En el cual se asigna el espacio y se indica la posición de cada departamento.
- **Diseñar una distribución detallada:** La cual muestre la forma y el tamaño exactos de cada centro [17].

2. Distribución en línea de producción o de ensamble

En este tipo de distribución las estaciones de trabajo o departamentos están dispuestos en una trayectoria lineal, donde la maquinaria y los servicios auxiliares se disponen unos a continuación de otros de forma que el producto fluye directamente desde una estación de trabajo a la siguiente, es decir, el producto se desplaza a lo largo de un flujo uniforme y continuo.

Aunque las distribuciones de flujo en línea siguen a menudo una línea recta, esta trayectoria no es siempre la mejor, por lo que las distribuciones pueden adoptar formas de L, O, S o U [17].

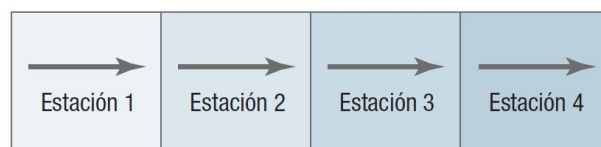


Figura 6. Distribución de una línea de producción [17]

Diseños de distribuciones de flujo en línea

La distribución de flujo en línea organiza las estaciones de trabajo en secuencia. El producto avanza de una estación a la siguiente hasta que sale totalmente terminado al final de la línea.

Línea de ensamble

El término línea de ensamble se refiere al ensamble progresivo enlazado por algún dispositivo de manejo de materiales como puede ser: bandas transportadoras, correas sin fin, grúas aéreas, etc. La gama de productos parcial o totalmente ensamblados sobre las líneas incluyen una gran variedad de artículos, se puede decir que prácticamente cualquier producto que tenga múltiples partes que se produzcan en grandes cantidades utiliza la línea de ensamble, ya que constituyen una importante tecnología [11].

Balanceo de la línea de ensamble

El balanceo de línea es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea para alcanzar la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo. Normalmente, se asigna un trabajador a cada estación. En estas condiciones, la línea que produce al tiempo deseado con el menor número de trabajadores es la más eficiente [17].

Las relaciones entre las tareas impuestas por el diseño del producto y las tecnologías del proceso se llaman relación de precedencia, la cual especifica el orden en que se deben realizar las tareas dentro del proceso de ensamble.

Pasos para el balance de una línea de ensamble

1. Especificar la secuencia de las relaciones de las tareas utilizando un diagrama de precedencia, el cual está compuesto por círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales y las flechas indican el orden en que se desempeñarán.

2. Determinar el tiempo del ciclo (C) que requieren las estaciones de trabajo utilizando la ecuación:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día (minutos)}}{\text{Producción requerida por día (pares)}} \quad (2.7)$$

3. Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t) que, en teoría, se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación de trabajo utilizando la siguiente ecuación:

$$N_t = \frac{T}{C} \quad (2.8)$$

Donde:

T: suma de los tiempos de las tareas

C: tiempo de ciclo

4. Seleccionar las reglas de asignación.

- a) Clasificar las tareas por orden de prioridad según el número más alto de tareas subsiguientes.
- b) En caso de existir empates se debe clasificar por orden de prioridad las tareas con base en las que duren más tiempo.

Para formar la primera estación de trabajo se debe asignar las tareas, de una en una, hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo del ciclo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Hay que repetir el proceso para formar la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta que se asignen todas las tareas.

5. Representar de forma gráfica cada una de las estaciones de trabajo.

6. Evaluar el tiempo ocioso y la eficiencia del balanceo obtenido.

$$\text{Tiempo ocioso} = Na * C - T \quad (2.9)$$

Donde:

Na: número real de estaciones de trabajo

C: Tiempo de ciclo

T: suma de los tiempos de las tareas

$$\text{Eficiencia} = \frac{T}{Na * C} \quad (2.10)$$

Donde:

T: suma de los tiempos de las tareas

Na: número real de estaciones de trabajo

C: Tiempo de ciclo

7. Si la eficiencia no es satisfactoria, es necesario volver a equilibrar utilizando otra regla de decisión [14].

3. Distribución híbrida (celdas de manufactura)

Reúne distintas máquinas para trabajar en productos que tienen formas y requerimientos de procesamiento similares. Una celda de manufactura se parece a un centro de trabajo porque las celdas están diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procesos y se parece a una línea de ensamble porque en las celdas se pueden mantener flujos de producción continuos [14].

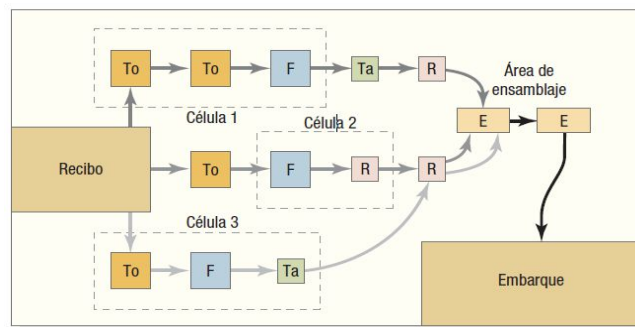


Figura 7. Celdas de manufactura [17]

2.2.17 Evaluación de la superficie necesaria en cada centro: Método de Guerchet

Cuando se trata de diseñar una nueva distribución en planta para un sistema productivo existente se puede estimar las necesidades de superficie mediante el método de Guerchet. Según este método, la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parciales.

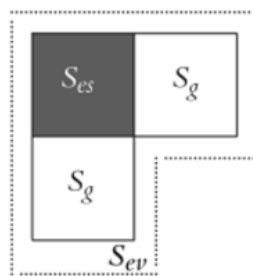


Figura 8. Superficies de Guerchet [18]

1. **Superficie estática: S_{es} .** Esta es la superficie productiva, es decir, la que ocupa físicamente la maquinaria, el mobiliario y las demás instalaciones. Su ecuación es:

$$S_{es} = \text{largo} * \text{ancho} \quad (2.11)$$

2. Superficie de gravitación: S_g . Se trata de la superficie utilizada por los operarios que estan trabajando y por la materia que esta procesandose en un puesto de trabajo. Esta se obtiene multiplicando la superficie estática por el número de lados (n) a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_{es} * n \quad (2.12)$$

3. Superficie de evolución: E_{ev} . Contempla la superficie necesaria a reservar entre diferentes puestos de trabajo para el movimiento del personal, el material y sus medios de transporte. Se obtiene sumando la superficie estática más la de gravitación afectada por un coeficiente k.

$$S_{ev} = (S_{es} + S_g) * k \quad (2.13)$$

K es el coeficiente de superficie evolutiva. Su ecuación es:

$$K = \frac{Hm}{2 Hf} \quad (2.14)$$

Donde:

Hm : Altura promedio de los elementos que se desplazan dentro de la planta.

Hf : Altura promedio de los elementos que permanecen fijos.

Así pues, teniendo en cuenta los tres tipos de superficies considerados, la superficie total (S_t) que deben destinarse por puesto de trabajo vendrá dada por:

$$S_t = S_{es} + S_g + S_{ev} \quad (2.15)$$

Una vez obtenido las superficies de todos los puestos de trabajo (S_t) involucrados en la planta, se precisa una superficie total (S_T), la cual esta dada por la suma de todas las superficies de los puestos de trabajo.

$$S_T = \sum_{i=1}^n S_{t_i} = S_{t_1} + S_{t_2} + \dots + S_{t_n} \quad (2.16)$$

Donde n es el numero de puestos de trabajo de la planta.

Finalmente, para la evaluación de la superficie a ocupar se debe añadir los centros técnicos no productivos y las de los almacenamientos, a la superficie total S_T [18].

$$S_T = \sum_{i=1}^n S_{t_i} + \text{centros técnicos no productivos} \quad (2.17)$$

2.3 Propuesta de solución

El presente estudio pretende mejorar el actual método de trabajo en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR, mediante una propuesta de implementación de un estudio de métodos de trabajo para la utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad del operario, circulación adecuada para el personal, materiales y productos en elaboración, disminución del tiempo de fabricación e incremento de la productividad.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

El presente proyecto trata de una investigación de tipo aplicada, puesto que permite comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado es decir se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, en donde el investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados.

3.1 Modalidad de la investigación

Investigación de Campo

La presente investigación es de campo debido a que para obtener la información necesaria se acude directamente hacia la empresa, en donde a través de las técnicas de investigación se puede recolectar, registrar y analizar todos los datos; para de esta manera comprender cuales son los problemas por los cuales atraviesa la empresa y proponer mejoras.

Investigación Bibliografía Documental

La investigación es bibliográfica porque para dar solución al problema de investigación se acude a la ayuda de investigaciones científicas como libros, tesis de grado, revistas, páginas web y publicaciones actuales referentes al tema todo esto con el fin de permitir el desarrollo correcto del presente trabajo de investigación.

3.2 Población y muestra

En la presente investigación la población está conformada por todo el personal que labora en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Personas que intervienen en el área de montaje

Descripción del proceso	Personas que intervienen	Porcentaje %
Preparado de cortes	1	20
Preparado de hormas Armado de puntas Sacar hormas	1	20
Armado de talones y laterales	1	20
Cardado y rayado Prensado	1	20
Aplicar pegamento Preparado de suelas	1	20
TOTAL	5	100

Por tal motivo, como la población no sobrepasa de 100 elementos se trabaja con todo el universo, sin que sea necesario obtener una muestra.

3.3 Recolección de información

Las técnicas e instrumentos que se utiliza para la recolección de datos permiten obtener la información necesaria para dar cumplimiento al objetivo de estudio. Por lo tanto, para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se utiliza como técnicas de investigación observaciones de los procesos de elaboración del calzado y una entrevista dirigida al gerente de la empresa. En cuanto a instrumentos para la recolección de datos se utilizan gráficos, tablas, diagramas y formularios de estudios de tiempos. Toda la información que se obtenga es de gran utilidad para diseñar un método de trabajo más eficiente en el área de montaje de la empresa GUSMAR.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de la información se procede a:

- Revisar la información recolectada.
- Organizar los datos recolectados.
- Manejo de la información.
- Analizar e interpretar los resultados.

3.5 Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo de la investigación, se prescribe varias actividades las cuales son un soporte fundamental para la realización de cada uno de los objetivos planteados.

- Identificación de las áreas y procesos requeridos para la elaboración del calzado mediante la observación.
- Recolección de información mediante el análisis de cada proceso de la empresa.
- Registro y análisis de información del método de trabajo actual en el área de montaje.
- Elaboración de diagramas de operaciones, recorrido y flujo de material en el área de montaje.
- Elaboración de cálculos del tiempo normal, suplementos y tiempo estándar.
- Identificación de problemas, cuellos de botella y cualquier restricción presente en el montaje del calzado.
- Diseño de un nuevo método de trabajo donde se considere todos los aspectos necesarios para mejorar los procesos.
- Desarrollo del balanceo de líneas de producción para minimizar el desequilibrio entre operaciones y alcanzar una nueva producción.
- Evaluación de la propuesta de una nueva distribución para el área de montaje.
- Determinación de espacio necesario para cada estación de trabajo en el área de montaje.
- Evaluación del factor de proximidad para la distribución de las instalaciones.
- Descripción de aspectos legales y normativas de seguridad para la distribución.
- Integración de los resultados del estudio al proyecto de investigación DIDE.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El presente capítulo tiene como principal finalidad diseñar una propuesta que permita mejorar el método de trabajo actual en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR, mediante el registro y análisis de la metodología actual de cada puesto de trabajo a fin de aplicar métodos más sencillos y eficientes para hacer el trabajo de tal modo que sea posible incrementar la productividad. Todo esto es posible mediante el estudio de métodos, tiempos y distribución de las instalaciones.

4.1 Datos informativos de la empresa

Calzado “GUSMAR” es una empresa dedicada a la confección y elaboración de calzado de hombre, niño y mujer ya sea casual o deportivo, que brinda su servicio hace 25 años a la ciudadanía. Esta empresa actualmente se encuentra en constante crecimiento, cuenta con 18 empleados distribuidos en sus distintos departamentos y produce alrededor de 140 pares de zapatos diarios, una cifra que pretende ser superada para lograr alcanzar a los grandes productores y llegar a mercados internacionales.

Gerente Propietario: Sr. Gustavo Martínez

Ubicación: Av. González Suarez y 13 de Mayo a 100 metros del Coliseo Principal.
Cevallos – Tungurahua.

4.2 Entrevista

Dirigido a: Sr. Gustavo Martínez - Gerente propietario.

Objetivo: La entrevista se lleva a cabo con el fin de recabar información acerca del proceso de fabricación del calzado y tener una idea global de cómo se encuentra actualmente. Además también, para conocer la opinión del gerente sobre aspectos que influyen directamente en el desempeño de la empresa; como el actual método de trabajo, presencia de factores negativos y cualquier otro dato que será de utilidad para sentar las bases sobre los cuales se desarrolle un método de trabajo mejor.

4.2.1 Desarrollo de la entrevista

1. ¿Ha realizado algún estudio de métodos de trabajo para mejorar los procesos de producción de su empresa?

No, porque pensábamos que no era necesario, puesto que la cantidad que actualmente producimos se creía que era la suficiente, y no teníamos idea que un estudio de estos puede traer grandes beneficios.

2. ¿Piensa usted que existen tiempos improductivos en los procesos de producción?

Si, principalmente en el área de aparado y montaje. En aparado por tener a los operarios fuera de la fábrica quienes trabajan a su voluntad sin mayor presión. En montaje por no tener una persona idónea quien controle y mejore el proceso de producción.

3. ¿Cree usted que la producción actual de la empresa es buena?

No, porque falta organización y coordinación entre quienes manejan compras, producción y ventas.

4. ¿Se cumple a tiempo con la entrega del producto?

No, debido a la desorganización, al no abastecimiento del material en producción y porque los proveedores muchas veces se retrasan en abastecer el material.

5. ¿Piensa usted que existan departamentos que estén mal distribuidos dentro del área de montaje o en las demás áreas de la empresa?

Pienso que sí, ya que siempre hay algo que se puede mejorar.

6. ¿Qué puesto de trabajo dentro del área de montaje considera usted es el de mayor dificultad y retrasa la producción?

Preparado de cortes, armado de talones y cardado por ser operaciones poco complejas.

7. ¿Los empleados han recibido capacitación para el desempeño de sus actividades?

Si, sobre todo los operarios nuevos, sin embargo últimamente no habido la necesidad de capacitar a los trabajadores puesto que ellos cuentan con la debida experiencia.

8. ¿Qué tiempo considera necesario para que los empleados puedan descansar y reponerse de los efectos causados por la ejecución del trabajo?

El necesario, de 10 a 15 minutos aproximadamente, ya que todos los trabajadores tienden a fatigarse y necesitan un descanso.

9. ¿Qué modelo de zapato considera que es el que más vendido y en que temporada?

Por el momento es el Urbano ya que tiene mucha acogida por parte del cliente.

La temporada de mayor venta del calzado es en inicio de clases y en diciembre.

10. ¿Ha existido reclamos por parte de los empleados sobre el espacio designado para realizar su trabajo en el área de montaje?

Si. Puesto que actualmente no se cuenta con el espacio necesario, lo cual impide que el trabajo se realice de mejor manera.

4.2.2 Interpretación de la entrevista

La entrevista llevada a cabo da a conocer que existen varios problemas en la empresa sobre todo en las áreas de producción, puesto que al no contar con un estudio de métodos no se puede conocer a detalle cada uno de los problemas presentes, y como consecuencia a esto no se sabe exactamente dónde pueden encontrarse todos los tiempos improductivos, es decir, solamente se tiene una idea de donde pueden estar. Además también si la producción actual de la empresa no es la adecuada es obvio que no se cumpla con la entrega al cliente en el momento adecuado, todas estas falencias pueden deberse a muchos factores entre ellos es la mala distribución de las instalaciones que corrobora el Sr. Gerente. Por otra parte en cuanto al área de montaje se entiende que actualmente existen puestos de trabajo que presentan problemas y retrasan la producción, de igual manera, estos problemas pueden estar presentes por no realizar un estudio adecuado.

Los aspectos positivos y que son de gran importancia corresponden a la adecuada capacitación y formación que brinda la empresa a sus empleados, además de estar conscientes que ellos necesitan un tiempo para reponerse de su cansancio lo cual es muy adecuado para que los empleados sean más eficientes, puesto que no se encuentran sometidos a presión.

Finalmente al conocer que modelo de zapatos es el más acogido por los clientes y representa mayores ventas, se puede iniciar el estudio de métodos y tiempos tomándolo como referencia. En cuanto al espacio designado se entiende que no es el adecuado puesto que los operarios no desempeñan su trabajo en las mejores condiciones.

4.3 Identificación de los procesos para la elaboración del calzado.

Con el objetivo de representar la realidad de la manera más exacta posible, se procede a identificar cada una de las áreas que componen la línea de producción de zapatos en la empresa de calzado GUSMAR, mediante el levantamiento de información, el cual resulta de utilidad para conocer más a fondo como se elabora el calzado, cuales son los materiales que lo componen y los recursos que se necesita para fabricarlos. Para llevar a cabo la recolección y análisis de información se empieza por desarrollar el mapa de procesos y el diagrama de flujo del proceso los cuales se detallan a continuación:

4.3.1 Mapa de procesos global

El mapa de procesos de la Figura 9 establece una visión general de como se ve los procesos de principio a fin en la empresa de calzado GUSMAR, y en él se representan las conexiones o vínculos que existen entre los diversos tipos de procesos.

Este mapa se encuentra distribuido en tres categorías: procesos estratégicos, de negocio y de apoyo, que tiene como entrada los requerimientos del cliente y como salida su satisfacción. Los procesos estratégicos considerados en el mapa son los que la empresa de calzado GUSMAR considera como una estrategia para el cumplimiento de sus metas cuya responsabilidad principal recae sobre la gerencia. Los procesos de negocio constituyen todos aquellos procesos necesarios para la realización del calzado, constituida principalmente por el proceso de producción. Los procesos de apoyo constituyen el soporte con los que cuenta la empresa pueda llevar a cabo la elaboración del calzado, es decir aquellos relacionados con los recursos.

4.3.2 Flujograma de información

Describe y representa una guía de las actividades del proceso, es decir proporciona amplia visión acerca de variados aspectos del proceso: flujo, mensajes, actividades, estructura y tecnología [19]. Este diagrama está formado por símbolos unidos con flechas, los símbolos representa una acción y las flechas el orden que se debe seguir para obtener el resultado esperado, en este caso el calzado terminado. La Figura 10 muestra la representación gráfica del proceso de fabricación del calzado, en el cual se describe paso a paso cada una de las operaciones que se realizan desde un punto inicial hasta uno final del proceso. Una característica importante de este diagrama es que utiliza símbolos de uso habitual los cuales se describen en la parte inferior del diagrama.

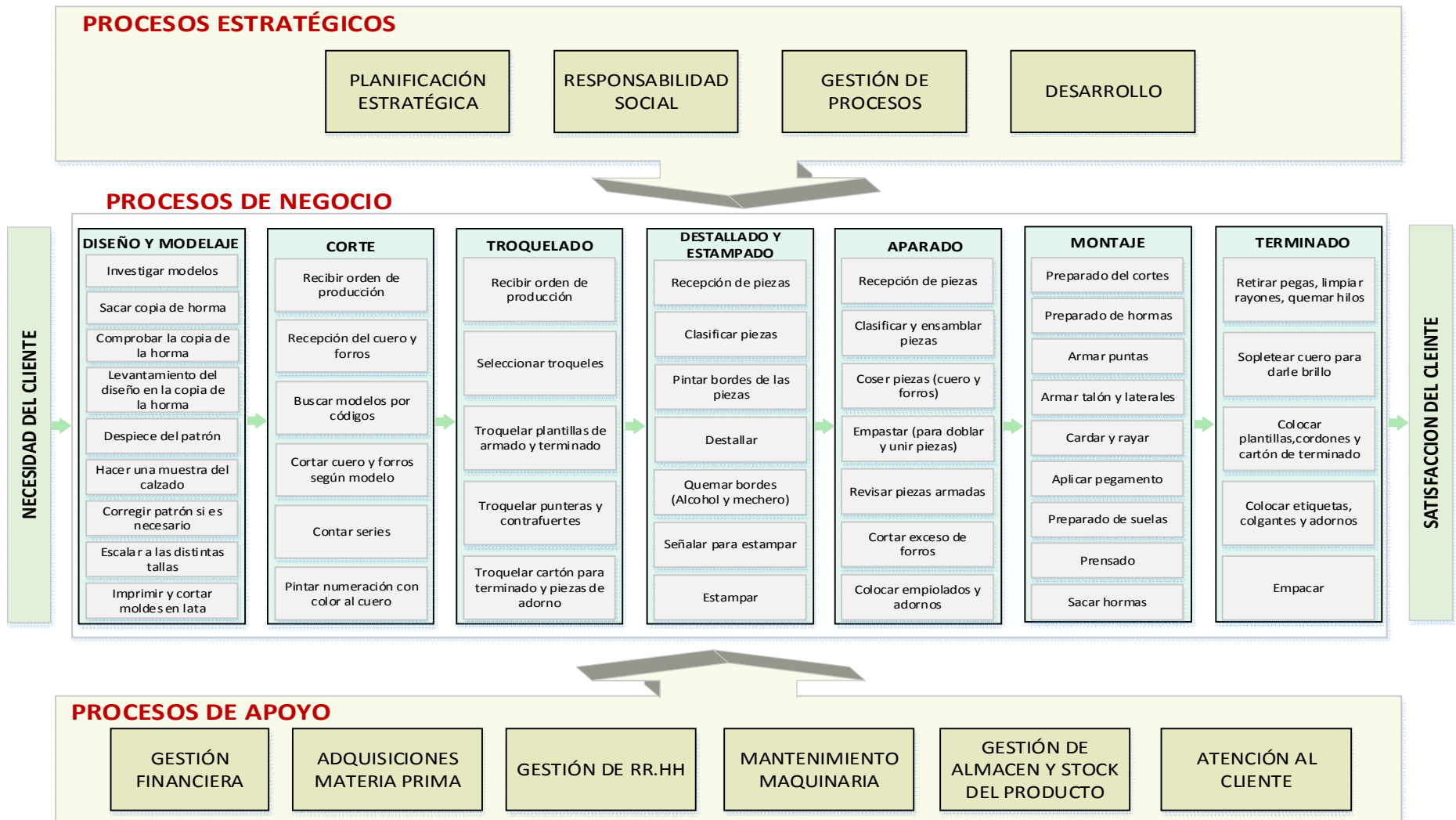


Figura 9. Mapa de procesos global: Empresa de calzado GUSMAR

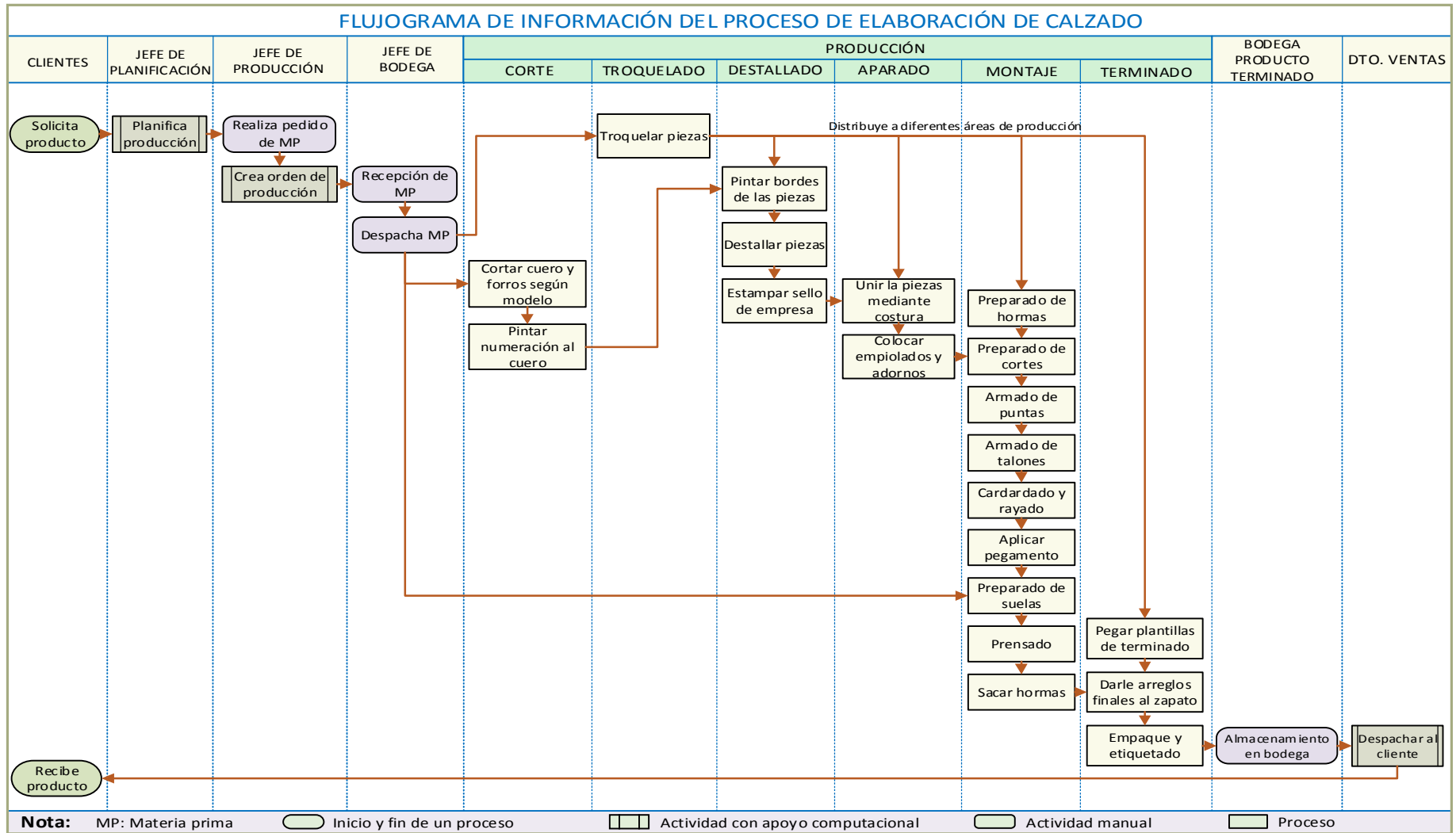


Figura 10. Flujograma de información: Empresa de calzado GUSMAR

4.3.3 Descripción de los procesos para la elaboración del calzado

Diseño y modelaje: Es la etapa inicial del proceso de fabricación del calzado, consiste en investigar modelos de zapatos ya sea en revistas de calzado o en internet para conocer los nuevos modelos de temporada y de ese modo realizar una copia del calzado.



Figura 11. Área de trabajo: Diseño y modelaje

Troquelado: Consiste en cortar las diferentes piezas que conforman el zapato mediante una máquina troqueladora y moldes de acero según el modelo, estas piezas pueden ser plantillas de armado y terminado, punteras, contrafuertes, cartón para terminado y piezas de adornos.



Figura 12. Área de trabajo: Troquelado

Corte de cuero y forros: Mediante moldes se procede al corte del cuero y forros a ser utilizados en el zapato según el modelo que se desee fabricar, en esta área se corta punteras, talones, lengüetas, costados, medallones y apliques y por último se pinta la numeración en el cuero con un color característico.



Figura 13. Área de trabajo: Corte de cuero y forros

Destallado y estampado: Consiste en rebajar el espesor del cuero mediante una máquina destalladora para facilitar la unión entre piezas, pintar los bordes de cada una de las piezas originadas por el corte y quemar sus bordes los cuales han desprendido sobrantes en el proceso de destallado y finalmente se coloca el sello de la empresa mediante el estampado.



Figura 14. Área de trabajo: Destallado y estampado

Aparado y strobell: Consiste en unir cada una de las piezas que componen el zapato mediante una costura, primero se doblan las piezas, se pegan y finalmente se cosen mediante máquinas de costura para cuero, adicionalmente se colocan empiolados y adornos de acuerdo al modelo del zapato.



Figura 15. Área de trabajo: Aparado

Montaje: Implica jalar y ajustar el corte sobre la horma y luego de una serie de procesos el corte adquiere la forma de un zapato. Estos procesos que se encuentran dentro del área de montaje se detallan a continuación:

- **Preparado de cortes:** Consiste en colocar una puntera termo adherible en el interior de la punta del corte y un contrafuerte en el talón, mediante el uso de látex y pegamento, además se coloca pasadores de prueba que servirán de ayuda para el proceso de montaje del zapato.



Figura 16. Área de trabajo: Preparado de cortes

- **Preparado de hormas:** Consiste en colocar una plantilla de armado en la base de la horma mediante el uso de grapas, corte o refilado del exceso de plantilla que sobresale en la horma y aplicación de pega en la plantilla.



Figura 17. Área de trabajo: Preparado de hormas

- **Armado de puntas:** En esta etapa se le da la forma a la punta del corte mediante una maquina armadora de puntas, primero se realiza la vaporización del corte para aumentar su flexibilidad, posteriormente se une el corte a la horma y se arma la punta en la máquina y finalmente se martilla la punta para darle mayor adherencia.



Figura 18. Área de trabajo: Armado de puntas

- **Armado de talones y laterales:** Previamente a este proceso se realiza un calentamiento del corte en la horma para lograr mayor flexibilidad del cuero, posteriormente se procede a armar los lados con la ayuda de una pinza y

martillo, se retiran las grapas presentes en la plantilla y se arma el talón con la ayuda de la maquina armadora de talones, adicionalmente se desarruga zonas del cuero que pueden estar presentes y se coloca en un horno envejecedor.

Es sumamente importante envejecer o secar el cuero mediante el horno ya que por medio del aire seco caliente se elimina el vapor agregado al corte y además por proporcionar la forma deseada de las fibras de cuero al retirar la horma.



Figura 19. Área de trabajo: Armado de talones y laterales

- **Cardado y rayado:** Consiste en rebajar o quitar el cuero excesivo de la base del corte armado mediante una maquina cardadora, posteriormente se traza una raya por el contorno del corte que servirá de límite para cardar la zona necesaria donde se colocara la suela y finalmente se carda toda la zona rayada.



Figura 20. Área de trabajo: Cardado y rayado

- **Aplicar de pegamento:** Después de cardar se procede a la aplicación de pegantes que permitirá unir la suela al corte armado, primero se aplica la solución Primer para optimizar el pegue y posteriormente se aplica la pega. Es necesario dejarlos secar por un tiempo de 10 a 15 minutos después de cada aplicación.



Figura 21. Área de trabajo: Aplicar pegamento

- **Preparado de suelas:** Consiste en la aplicación de un limpiador el cual sirve para remover grasas, desmoldantes y residuos presentes en la suela, también la aplicación de halogenante para garantizar un buen pegue y por último la aplicación de pega sobre la base de la suela. Es necesario dejarlos secar por un tiempo de 15 minutos después de cada aplicación. Por esta razón es necesario preparar con anticipación las suelas en base a la programación de la producción diaria.



Figura 22. Área de trabajo: Preparado de suelas

- **Prensado:** Consiste en unir la suela al corte armado con la ayuda de una maquina prensadora, previo a esto se realiza una reactivación al calor del pegamento el cual consiste en elevar la temperatura para que el adhesivo adquiera propiedades más fuertes de sujeción, donde el corte y la suela lleguen a la temperatura necesaria para que en el proceso de pegado la suela se adhiera al corte de manera adecuada, seguidamente se une manualmente la suela al corte armado haciendo coincidir los bordes de la suela con el filo del cardado y se coloca en la prensadora y por último se enfría el zapato en el horno enfriador.



Figura 23. Área de trabajo: Prensado

- **Sacar hormas:** Consiste en retirar la horma del zapato, previo a esto se retira los pasadores de prueba y se coloca el zapato sobre un soporte para facilitar el descalce.



Figura 24. Área de trabajo: Sacar hormas

Terminado: Es la etapa final de la elaboración de zapatos, la cual consiste en darle un arreglo final, donde se limpian pegas y rayones, colocan plantillas, cordones y etiquetas, se queman hilos y se da brillo al zapato y por último se empacan en cajas.



Figura 25. Área de trabajo: Terminado

Bodega de materia prima: La empresa de calzado GUSMAR cuenta con una bodega de materia prima donde se guardan todos los materiales que se utilizan en el proceso de fabricación del calzado como el cuero, plantillas, forros, hilos, pegas, pasadores, ojales, en si todos los materiales que forman parte del zapato.

Bodega de producto terminado: Aquí se almacenan los zapatos que salen del proceso de producción, los cuales han sido empacados en sus respectivas cajas y están listos para la entrega al cliente.

Cada una de estas áreas de trabajo mencionadas forma parte del proceso productivo de la empresa de calzado GUSMAR, y en ellas se diseña, produce y comercializa el calzado, utilizando materia prima de primera con trabajadores calificados y tecnología adecuada y así garantizar la durabilidad, comodidad y calidad del producto.

4.3.4 Fichas de descripción de los procesos

Con el objetivo de facilitar el entendimiento y conocer más detalle cómo se fabrica el calzado en la empresa GUSMAR, se ve la necesidad de elaborar fichas de descripción de los procesos de cada una de las áreas que componen la línea de producción. Estas fichas contienen información relevante del proceso y permite tener una visión completa del mismo. Debido a la gran extensión que contiene las fichas de descripción de los procesos, se decide por presentar en este apartado únicamente una breve descripción en forma global de cómo están constituidas. Los detalles se muestran en el Anexo 2.

- **El macroproceso:** Representa al conjunto de procesos interrelacionados, agrupados en etapas necesarias para obtener un producto.
- **Proceso:** El cual es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que transforman elementos de entrada en resultados.
- **Responsable del proceso:** Son los responsables de ejecutar el trabajo.
- **Objetivo del proceso:** Indica que se desea lograr o alcanzar con el proceso.
- **Las máquinas y herramientas:** Son todos aquellos recursos que son necesarios para el cumplimiento o ejecución del proceso.
- **Listado de las actividades:** Corresponde a la descripción detallada de cada actividad llevada a cabo durante la ejecución del proceso.

- **Entradas:** Son los insumos que ingresan al proceso, pues durante la ejecución del proceso estos producen las salidas mediante actividades que agregan valor.
- **Salidas:** Corresponden a los productos creados, los cuales son el resultado de la ejecución del proceso.
- **Proceso siguiente:** Es el proceso que se realiza luego de concluir en proceso actual.

4.3.5 Distribución de las estaciones de trabajo

Antes de iniciar con el estudio del método de trabajo en el área de montaje es preciso conocer la actual distribución de toda la planta de producción con el objetivo de conocer como están ubicadas las estaciones de trabajo, las máquinas y equipos y el recorrido que sigue el material por cada una de estas áreas.

La empresa de calzado GUSMAR está distribuida en diferentes estaciones de trabajo, en las cuales se realiza las operaciones necesarias para la elaboración del calzado. Estas áreas se encuentran ubicadas en un orden secuencial, es decir, según el recorrido que debe seguir el material de tal modo que se vaya realizando las actividades correspondientes hasta obtener el producto terminado. Sin embargo, es necesario aclarar que según las observaciones realizadas existen varios problemas impiden que el trabajo se desarrolle de manera adecuada, puesto que el espacio de trabajo no es lo suficientemente amplio, las máquinas y equipos no están ubicados en sitios apropiados en especial el área de montaje por lo cual se puede decir que no se cumple con los criterios de seguridad y salud en el trabajo establecidos por el Decreto Ejecutivo 2393.

La presencia de cada uno de estos problemas acarrea consigo flujo inadecuado del material, transportes largos, actividades innecesarias por parte del operario y muchos otros que provocan baja producción.

La distribución de las estaciones de trabajo de la planta alta y baja se muestra en la Figura 26 y Figura 27.

Figura 26. Áreas de producción de la empresa GUSMAR: Planta baja

Figura 27. Áreas de producción de la empresa GUSMAR: Planta alta

4.4 Máquinas, equipos y herramientas utilizadas

- **Máquinas:** Calzado GUSMAR es consciente que la importancia de las máquinas en la producción de calzado es indiscutible e inmensa, pues es un apoyo fundamental que facilita el trabajo al operario, a más de acelerar la producción, perfeccionar el trabajo y satisfacer necesidades tanto del productor como del cliente. En la Tabla 4 se ilustra cada una de las maquinas utilizadas en el proceso de producción del calzado.

Tabla 4. Máquinas para la fabricación del calzado

OPERACIÓN		MÁQUINAS	MARCA
DISEÑO Y MODELAJE		-	-
TROQUELADO		Troqueladora	ROQUE CALAUTTI
CORTE DE CUERO Y FORROS		-	-
DESTALLADO Y ESTAMPADO		Destalladora	FAV
		Etiquetadora de cuero	JARP
APARADO Y STROBEL		Máquina de costura recta	SINGER
		Máquina de costura doble	SINGER
		Máquina strobel	STROBEL
MONTAJE	Preparado de cortes	Conformadora de puntas	-
	Preparado de hormas	Grapadora	YAMA
		Refiladora de plantillas	SOGORBMAC
	Armado de puntas	Vaporizadora de puntas	MECSUL
		Armadora de puntas	POPPI LOGGIKA
	Armado de talones y laterales	Horno reactivador	
		Desarrugadora de cuero	MECSUL
		Horno envejecedor	MECSUL
	Cardado y rayado	Cardadora o pulidora	INTECMECA
	Aplicar pegamento	-	-
	Preparado de suelas	-	-
	Prensado	Horno reactivador	INTECMECA
		Prensadora de suelas	ELETTROTECNICA
		Horno de enfriado	MECSUL
Sacar hormas	-	-	
TERMINADO		Pegadora de plantillas	-
		Máquina de costura	SINGER
		Quemadora de hilos	MECSUL

Debido a que el estudio se centra en el área de montaje la Tabla 4 muestra las máquinas que se utiliza en la fabricación del calzado en forma general sin ninguna especificación, puesto que se pretende conocer que máquinas interviene en cada proceso, de tal modo que resulte fácil su identificación en los correspondientes Layouts.

Para el posterior estudio de métodos de trabajo en el área de montaje es indispensable tener información necesaria de los procesos con los que cuenta la empresa, además también, se ve la necesidad de conocer cada uno de los recursos que intervienen en el proceso productivo entre ellos las máquinas.

Es indispensable conocer su tipología y el número existente. Además también, se considera necesario tener información general tales como las dimensiones, operarios requeridos, equipos de seguridad necesarios, etc. Toda esta información resulta indispensable para poder diseñar un nuevo método de trabajo.

- **Equipos adicionales:** A parte de las máquinas que intervienen en la fabricación del calzado, es indispensable considerar cada uno de los equipos adicionales que forman parte del proceso productivo como las mesas, estantes y cualquier otro necesario. Puesto que de ellos depende en gran parte la correcta fabricación del producto.

Calzado GUSMAR utiliza en su proceso de producción mesas de trabajo, estantes fijos y móviles para la colocación del material en proceso y estanterías para la colocación de hormas y troqueles.

- **Herramientas:** Para la elaboración del calzado la empresa GUSMAR utiliza varias herramientas en cada una de las áreas de trabajo, las más importantes corresponden a las cuchillas, brochas, tijeras, martillos y pinzas de mano. Estas herramientas facilitan la tarea de fabricar el calzado y más aún cuando se trata de operaciones manuales.

4.4.1 Distribución de las máquinas y equipos

Muestra todas las máquinas, equipos, operarios y demás recursos necesarios para fabricar el calzado. Cada uno de estos recursos se encuentran distribuidos en sitios específicos según el recorrido que debe seguir el material, es decir, siguiendo la secuencia ordenada que requiere el calzado para ser fabricado. La distribución actual se muestra en la Figura 28.

Figura 28. Máquinas y mobiliarios de la empresa de calzado GUSMAR

4.5 Línea de productos

Calzado GUSMAR produce una amplia gama de modelos de zapatos, los cuales están dirigidos a damas, caballeros y niños. Estos modelos corresponden a nuevos diseños de temporada puesto que como empresa, calzado GUSMAR siempre busca la satisfacción del cliente.

Entre la gran variedad de zapatos que ofrece la empresa, a continuación se listan los modelos que más se fabrican.

- Calzado Urbano hombre (Deportivo GM 726)
- Calzado Urbano mujer (Deportivo GM 40)
- Calzado casual GM 119
- Calzado deportivo GM 540
- Calzado para dama GM 41

La Tabla 5 muestra varios modelos de zapatos que fabrica la empresa con sus respectivas especificaciones.

Tabla 5. Línea de productos

Modelo: Color: Serie: Horma: Suela:	DEPORTIVO GM 726 (URBANO HOMBRE) NOBUCK / ECUATORIANO CAFÉ / GUABA 37-43 Urban - código: 3801 Urban Premium	
Modelo: Color: Serie: Suela:	DEPORTIVO GM 40 (URBANO MUJER) Azul 34-39 Leticia Premium	
Modelo: Color: Serie: Suela:	CASUAL GM 119 Negro 37-43 GUSMAR 4	
Modelo: Color: Serie: Suela:	DEPORTIVO GM 540 Negro 37-43 Ospina	
Modelo: Color: Serie: Suela:	DAMA GM 41 Rojo 34-39 Margarita	

4.5.1 Selección del calzado para el estudio

Dentro de la gran variedad de zapatos que produce la empresa de calzado GUSMAR, se opta por elegir el zapato deportivo GM 726 por ser uno de los más comercializados según la entrevista al gerente propietario, a más de ser un modelo que recorre por cada uno de los procesos de producción del área de montaje el cual resulta ser el más adecuado para el estudio. La Tabla 6 muestra las especificaciones, donde se detalla cada uno de los materiales que conforman el calzado.

Tabla 6. Calzado elegido para el estudio

Especificaciones del producto		
	MODELO:	DEPORTIVO GM 726 (URBANO HOMBRE)
	COLOR:	NOBUCK / ECUATORIANO CAFÉ / GUABA
	SERIE:	37-43
	HORMA:	Urban
	SUELA:	Urban Premium
	MATERIALES	CONSUMO
1	CUERO NOBUCK CAFÉ	17.0000 dm ²
2	FORRO TELA GUSMAR	0.0969 metro
3	FORRO PUNTO DE DIAMANTE	0.0208 metro
4	PLANTIPIQUE GUSMAR	0.0300 metro
5	PUNTERAS SUPERMEL	0.0167 lámina
6	CONTRAFUERTE SOLVENTE SL300	0.0106 lámina
7	PLANTILLA CELFIL	0.0363 lámina
8	ESPONJA LÁTEX SIN TEJIDO	0.0001 lámina
9	PLANTA URBAN PREMIUN ROJO	1.0000 par
10	ETIQUETA TELA AZTRATTO	0.0200 unidad
11	CORDÓN VARIOS COLORES	1.0000 par
12	PEGA AFRICANO AMARILLO	0.0000 galón
13	PEGA INCASOL BLANCO	0.0000 galón
14	PEGA PRIMER PU-85	0.0025 galón
15	PEGA ECO STICK NEOPRENO	0.0035 litro
16	PEGA ECO HIDROPULL 500	0.0021 galón
17	SOLVENTE LIMPIADOR AT20	0.0024 litro
18	PEGA VULCANIZANTE	0.2503 mililitro
19	SOLVENTE HALOGENANTE LH	0.0014 litro
20	INSUMOS MP CARTÓN GRIS	0.0625 lámina
21	INSUMOS MP CLINOL CL-525	0.0005 litro
22	CUERO ECUATORIANO GUABA	0.0005 litro

4.6 Cursograma sinóptico del proceso de fabricación de zapatos

La Figura 29 muestra un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones del proceso de fabricación del calzado, además también permite conocer todos los elementos que lo conforman, el orden para su ensamble y lo que va sucediendo con el producto a su paso por las instalaciones productivas. En cada símbolo del cursograma se añade pequeñas notas indicando lo que se realiza, sin embargo, debido a que no es conveniente recargar la figura, en la Tabla 7 se presenta a detalle las operaciones e inspecciones del proceso de fabricación de zapatos que corresponden al cursograma sinóptico.

Tabla 7. Detalles de operaciones e inspecciones: proceso de fabricación de zapatos

<i>Operación 1:</i>	Cortar piezas de cuero (puntera, talón, lengüeta, costados, medallones, apliques)
<i>Operación 2:</i>	Contar cada una de las piezas cortadas.
<i>Operación 3:</i>	Pintar numeración al cuero con un color característico.
<i>Operación 4:</i>	Seleccionar las piezas de cuero para destalle.
<i>Operación 5:</i>	Pintar los bordes de cada una de las piezas de cuero.
<i>Operación 6:</i>	Rebajar el espesor del cuero mediante maquina destalladora.
<i>Operación 7</i>	Quemar los bordes del cuero los cuales han desprendido sobrantes en el proceso de destallado.
<i>Operación 8</i>	Estampar el sello de la empresa en el cuero.
<i>Operación 9</i>	Clasificar las piezas para posteriormente unir mediante costura.
<i>Operación 10</i>	Aplicar pega en las piezas de cuero y forros para facilitar la unión.
<i>Operación 11</i>	Cortar piezas de forro
<i>Operación 12</i>	Contar cada una de las piezas cortadas.
<i>Operación 13</i>	Cortar piezas de esponja
<i>Operación 14</i>	Contar cada una de las piezas cortadas.
<i>Operación 15</i>	Unir cada una de las piezas que componen el zapato mediante costura.
<i>Inspección 1</i>	Revisar piezas armadas.
<i>Operación 16</i>	Cortar excesos de forros producidos por la costura.
<i>Operación 17</i>	Colocar empiolados y adornos al corte, según requiera el modelo.
<i>Inspección 2</i>	Revisar que el corte aparado se encuentre bien unido y no presente fallas.
<i>Operación 18</i>	Hacer agujeros al corte mediante picador para los pasadores.
<i>Operación 19</i>	Colocar ojalillos en los agujeros y remachar.
<i>Operación 20</i>	Troquelar punteras y contrafuertes.
<i>Operación 21</i>	Rebajar el espesor mediante maquina destalladora.
<i>Operación 22</i>	Colocar punteras y contrafuertes al corte mediante el uso de pegantes.

Tabla 7. Detalles de operaciones e inspecciones: proceso de fabricación de zapatos (continuación 1)

<i>Operación 23</i>	Colocar pasadores de prueba al corte para facilitar el montaje.
<i>Operación 24</i>	Vaporizar la punta del corte para aumentar la flexibilidad.
<i>Operación 25</i>	Troquelar plantillas de armado.
<i>Operación 26</i>	Contar cada una de las piezas cortadas.
<i>Operación 27</i>	Clasificar hormas por tipo y tallas.
<i>Operación 28</i>	Grapar plantilla de armado a la horma.
<i>Operación 29</i>	Refilar las partes excesivas de plantilla de armado.
<i>Operación 30</i>	Aplicar pegamento a la plantilla de armado.
<i>Operación 31</i>	Armar punta mediante máquina armadora de puntas.
<i>Operación 32</i>	Armar talón y laterales.
<i>Operación 33</i>	Colocar corte armado en horno envejecedor.
<i>Operación 34</i>	Cardar y rayar la base del corte armado.
<i>Operación 35</i>	Aplicar pegamentos en la superficie cardada.
<i>Operación 36</i>	Reactivar el pegamento del corte armado en horno reactivador.
<i>Operación 37</i>	Aplicar Limpiador i-222 a la suela.
<i>Operación 38</i>	Aplicar Halogenante LH rápido a la suela.
<i>Operación 39</i>	Aplicar Pega Hidro pul 500 a la suela.
<i>Operación 40</i>	Reactivar el pegamento de la suela en horno reactivador.
<i>Operación 41</i>	Unir la suela con el corte armado, acomodar y prensar.
<i>Inspección 3</i>	Revisar el zapato prensado.
<i>Operación 42</i>	Colocar zapato en horno enfriador.
<i>Operación 43</i>	Retirar pasadores de prueba y sacar horma del zapato.
<i>Operación 44</i>	El arreglo final se compone de: sacar pegas, limpiar minas, pintar filos, quemar hilos, cubrir fallas con pasta y darle brillo al zapato.
<i>Operación 45</i>	Colocar plantillas, cordones, etiquetas, colgantes, adornos y cartón de terminado.
<i>Inspección 4</i>	Revisar el zapato terminado.
<i>Operación 46</i>	Empacar los zapatos en pares en cajas.

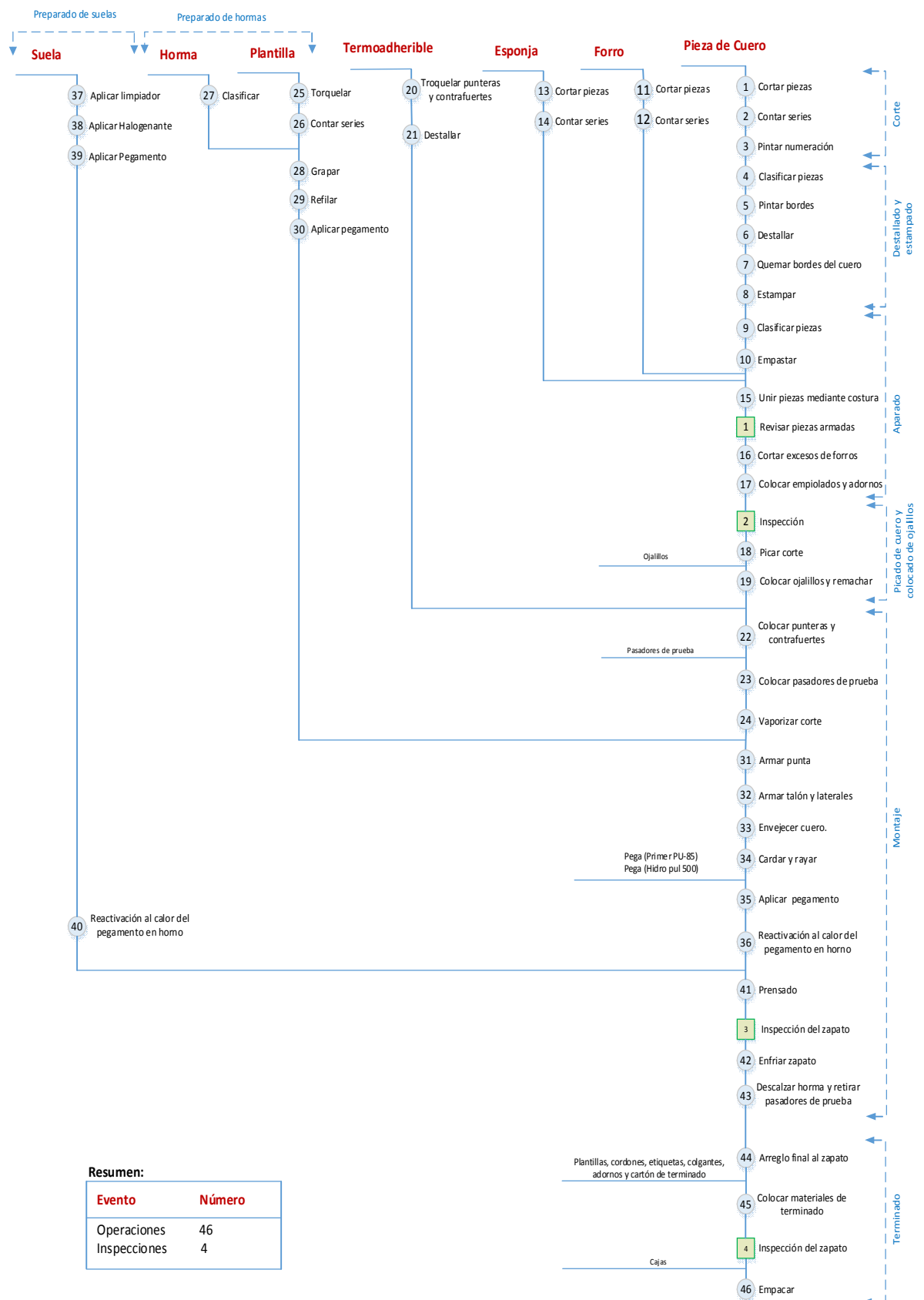


Figura 29. Cursograma sinóptico: proceso de elaboración de zapatos

El cursograma sinóptico de la Figura 29 no cuenta con muchos detalles, puesto que se intenta conocer el proceso de fabricación del calzado con solo echar un vistazo. La secuencia ordenada de todas las operaciones, inspecciones y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación es suficiente para entender la elaboración del producto.

Según este cursograma son necesarias 46 operaciones y 4 inspecciones desde la llegada de materia prima hacia la primera operación hasta el empaquetado del producto terminado.

Así mismo, para entrar a mayores detalles el diagrama de flujo o recorrido resulta ser el ideal ya que con este se registran adicionalmente las distancias recorridas, los retrasos y almacenamientos temporales.

4.7 Diagrama de flujo o recorrido para la elaboración del calzado

Representa gráficamente las ubicaciones de los puestos de trabajo, las máquinas empleadas y el trazado de los movimientos del material en todo el proceso de fabricación del calzado en la empresa GUSMAR. Este tipo de diagrama es un instrumento que facilita la tarea de analizar el método de trabajo, además de presentar de forma clara y sencilla la información actual.

En la empresa de calzado GUSMAR, el recorrido empieza desde que sale el material de bodega como materia prima, atraviesa por cada uno de los puestos de trabajo a medida que se les va haciendo las operaciones correspondientes y finalmente se obtiene el producto terminado.

Para conocer el significado de cada símbolo empleado en el diagrama de recorrido, es necesario que este diagrama vaya acompañado de un cursograma analítico de tal modo que sea fácil su interpretación. Debido a que se pretende tener una visión general de cómo recorre el material por las instalaciones productivas se utiliza un cursograma analítico más simple expuesto por el libro de la OIT (Organización Internacional del Trabajo).

La Tabla 8 representa el cursograma analítico donde se indica cada una de las actividades que contiene el diagrama de recorrido, el cual sirve de ayuda para comprender de mejor manera como se desplaza el material por las áreas de la empresa.

Tabla 8. Cursograma analítico: proceso de fabricación de zapatos

Distancia	Símbolo	Actividad
-	1	Transporte del cuero hacia área de corte
-	1	Cortar y contar piezas de cuero
-	2	Pintar cuero con un color característico para identificar la numeración
-	2	Colocar piezas en canasta y transportar hacia mesa de corte de forros
-	1	En espera por piezas de forros
-	3	Transporte de forros hacia área de corte
-	3	Cortar y contar forros
-	4	Colocar en canasta junto con los cortes para el siguiente proceso
-	4	Transporte hacia área de destallado y estampado
-	5	Pintar, destallar y quemar bordes del cuero
-	6	Estampar sello de la empresa en el cuero
-	1	Almacenamiento de troqueles en estantería
-	5	Transporte de materia prima (pliego de forros) hacia área de troquelado
-	7	Acomodar pliego de forros
-	8	Seleccionar troqueles y troquelar piezas
-	6	Transporte de plantillas de terminado hacia mesa de pegado de plantillas
-	7	Transporte de plantillas de armado, punteras y contrafuertes hacia montaje
-	2	Almacenamiento de punteras y contrafuertes
-	8	Transporte de cartón y piezas de adorno hacia área de terminado
-	9	Transporte de etiquetas hacia mesa de pegado de plantillas de terminado
-	9	Unir plantillas de terminado con etiquetas
-	10	Pegar conjunto en maquina pegadora de plantillas
-	11	Cocer el conjunto en máquina de costura
-	10	Transporte de plantillas hacia mesa de terminado
-	3	Almacenamiento de cortes desde aparado
-	12	Picar corte
-	11	Transporte hacia maquina remachadora
-	13	Colocar ojalillos
-	2	En espera para el montaje
-	14	Colocar puntera termo adherible en la sección punta del corte
-	15	Aplicar látex en la sección punta
-	16	Colocar contrafuerte en la sección talón del corte y pasadores de prueba
-	3	En espera por montaje
-	17	Clasificar hormas por tipo y talla para el preparado de hormas
-	4	Colocar en estante en pares
-	12	Transporte hacia maquina grapadora de plantilla
-	18	Grapar plantilla de armado con horma

Tabla 8. Cursograma analítico: proceso de fabricación de zapatos (continuación 1)

Diagrama núm. 3		Hoja núm. 2 de 2	Continuación
Distancia	Símbolo	Actividad	
-	19	Refilar las partes excesivas de plantilla de armado	
-	20	Aplicar pega en plantilla de armado	
-	5	En espera de secado en estante de armado de puntas	
-	21	Vaporizar punta	
-	22	Armar punta	
-	6	Colocar en estante de armado de talones	
-	23	Reactivar talón y laterales en horno	
-	24	Armar laterales con pinza de mano	
-	25	Armar talón en maquina	
-	26	Desarrugar zonas arrugadas del cuero	
-	27	Colocar en horno envejecedor en pares	
-	7	Retirar los cortes armados del horno envejecedor y colocar en estante	
-	28	Cortar el cuero excesivo y rayar los bordes de la base del corte armado	
-	29	Cardar zona rayada y limpiar	
-	8	Colocar en estante de aplicar pega	
-	30	Untar solución Primer y pega en superficie cardada	
-	13	Transporte hacia estante de prensado	
-	9	Ordenar cortes armados en estante de prensado	
-	14	Transporte de suelas hacia estante de preparado de suelas	
-	31	Untar Limpiador, Halogenante y pega en suelas	
	10	En espera de secado de los pegantes	
-	11	Ordenar suelas en estante de prensado	
-	32	Reactivar pegamento de la suela y corte armado en horno	
-	33	Prensar suela y corte en prensadora	
-	34	Retirar corte prensado, revisar y colocar en horno enfriador	
-	35	Retirar zapatos del horno enfriador y sacar los pasadores de prueba	
-	36	Sacar la horma del zapato	
-	12	Colocar zapato en estante de terminado	
-	15	Transporte de zapatos hacia mesa de terminado	
-	37	Limpiar pegas y rayones producidos por la mina de plata	
-	38	Pintar zapatos con tinta	
-	13	Secado de la tinta	
-	39	Abrillantado del zapato	
-	40	Colocar plantillas, cordones, conformador de cartón y colocar colgantes	
-	41	Armar cajas de cartón y empacar zapatos	
-	16	Transporte a bodega de producto terminado	
-	5	Almacenamiento en bodega de producto terminado	

Una vez que se ha expuesto el significado de cada actividad llevada a cabo en el proceso de fabricación del calzado, es necesario indicar el recorrido que sigue el material por toda el área de producción mediante el diagrama de la Figura 30.

Figura 30. Diagrama de recorrido del material de la empresa GUSMAR

Procedimientos del estudio de métodos

Es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo, que consiste en el registro, análisis y examen crítico sistemático de los métodos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar los métodos más sencillos y eficaces, para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

Para llevar a cabo el estudio de métodos en la empresa de calzado GUSMAR, es necesario recorrer por cada una de las etapas o procedimientos que precisa el estudio de métodos.

4.8 Selección del trabajo que debe mejorarse en la empresa de calzado GUSMAR

Aunque todas las actividades dentro de los sistemas productivos son susceptibles de ser seleccionadas para la realización del estudio de métodos de trabajo, se ha dado prioridad al área de montaje por ser uno de los departamentos que realiza una serie de operaciones las cuales ayudan a dar forma al calzado, además también porque en esta área se detecta posibles fallas provocadas por un mal diseño del producto o por errores de fabricación realizadas en procesos anteriores.

Es importante también considerar la selección del trabajo desde los siguientes puntos de vista:

Desde el punto de vista humano: Para mejorar las condiciones de trabajo, de tal modo que el trabajador se sienta seguro y pueda alcanzar todo su potencial mediante las condiciones de trabajo adecuadas.

Desde el punto de vista económico: Puesto que en procesos de producción poco eficientes pueden existir costos ocultos, originadas por una mala organización de recursos, equipos y materiales.

Desde el punto de vista funcional del trabajo: Para tratar de eliminar estrangulamientos que están entorpeciendo las actividades de producción, así como movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo.

4.9 Registrar información mediante la recopilación de datos en el área de montaje

Para registrar todos los detalles y hechos del trabajo en el área de montaje y facilitar el análisis es necesario conocer cómo se lleva a cabo cada una de las actividades realizadas desde la entrada del proceso hasta su salida, identificando cada operación, inspección, demoras, almacenamientos y transportes presentes.

Las gráficas y diagramas son un soporte fundamental para el registro de información, los cuales utilizan un conjunto estándar de cinco símbolos ASME que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que se dan en los procesos de producción y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se está analizando (ver Tabla 1).

4.9.1 Método de trabajo actual en el área de montaje

El análisis del método de trabajo actual en el área de montaje tiene como finalidad conocer cómo se manufactura el calzado conjuntamente con cada una de las máquinas y operarios, donde se pueda identificar todas las actividades que se realiza desde la entrada al proceso de montaje hasta su salida. Otro aspecto importante del análisis está enfocado a identificar las actividades improductivas con el fin de simplificarlas, reducirlas, combinarlas y en el mejor de los casos eliminarlas, esto se consigue mediante la elaboración del cursograma sinóptico del proceso, cursograma analítico y el diagrama de recorrido. Para posteriormente implementar un nuevo método de trabajo que permita obtener una mejor distribución, manejo de materiales y mejores condiciones laborales.

4.9.2 Cursograma sinóptico del método de trabajo actual en el área de montaje

El cursograma de la Figura 31, muestra un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones del proceso de fabricación de zapatos en el área de montaje, en el cuál se indica con detalle y claridad la forma en que se arma los zapatos y los elementos necesarios para el ensamble.

Este cursograma sinóptico a su vez viene acompañado del detalle de las operaciones e inspecciones según se muestra en la Tabla 9, el objetivo es brindar mayor explicación de cada actividad llevada a cabo en el montaje del calzado.

Tabla 9. Detalles de operaciones e inspecciones: montaje de zapatos

<i>Operación 1:</i>	Colocar puntera termo adherible en el interior de la punta del corte y aplicar látex.
<i>Operación 2:</i>	Colocar contrafuerte al talón del corte y aplicar pegamento en su contorno.
<i>Operación 3:</i>	Colocar pasadores de prueba al corte.
<i>Operación 4:</i>	Grapar plantilla de armado a la horma.
<i>Operación 5:</i>	Refilar las partes excesivas de plantilla de armado.
<i>Operación 6:</i>	Aplicar pegamento a la plantilla de armado.
<i>Operación 7:</i>	Armar punta mediante máquina armadora de puntas.
<i>Inspección 1:</i>	Verificar armado de punta.
<i>Operación 8:</i>	Armar talón y laterales.
<i>Inspección 2:</i>	Verificar armado de talón y laterales.
<i>Operación 9:</i>	Colocar zapato en horno envejecedor.
<i>Operación 10:</i>	Cardar y rayar la base del zapato.
<i>Inspección 3:</i>	Verificar cardado.
<i>Operación 11:</i>	Aplicar pegamentos en la superficie cardada.
<i>Inspección 4:</i>	Verificar aplicación de pegamentos
<i>Operación 12:</i>	Aplicar Limpiador i-222 a la suela.
<i>Operación 13:</i>	Aplicar Halogenante LH rápido a la suela.
<i>Operación 14:</i>	Aplicar Pega Hidro Pul 500 a la suela.
<i>Inspección 5:</i>	Verificar aplicación de pegamentos.
<i>Operación 15:</i>	Colocar suela en zapato en proceso, acomodar y prensar.
<i>Inspección 6:</i>	Verificar zapato prensado.
<i>Operación 16:</i>	Colocar zapato en horno enfriador.
<i>Operación 17:</i>	Retirar la horma del zapato.

Según el detalle de las operaciones e inspecciones de la Tabla 9 son necesarias 17 operaciones y 6 inspecciones desde la llegada del corte hacia la primera operación; preparado de cortes, hasta que sale del proceso de montaje; sacado de hormas. Estos datos aparecen también en el cursograma sinóptico de la Figura 31.

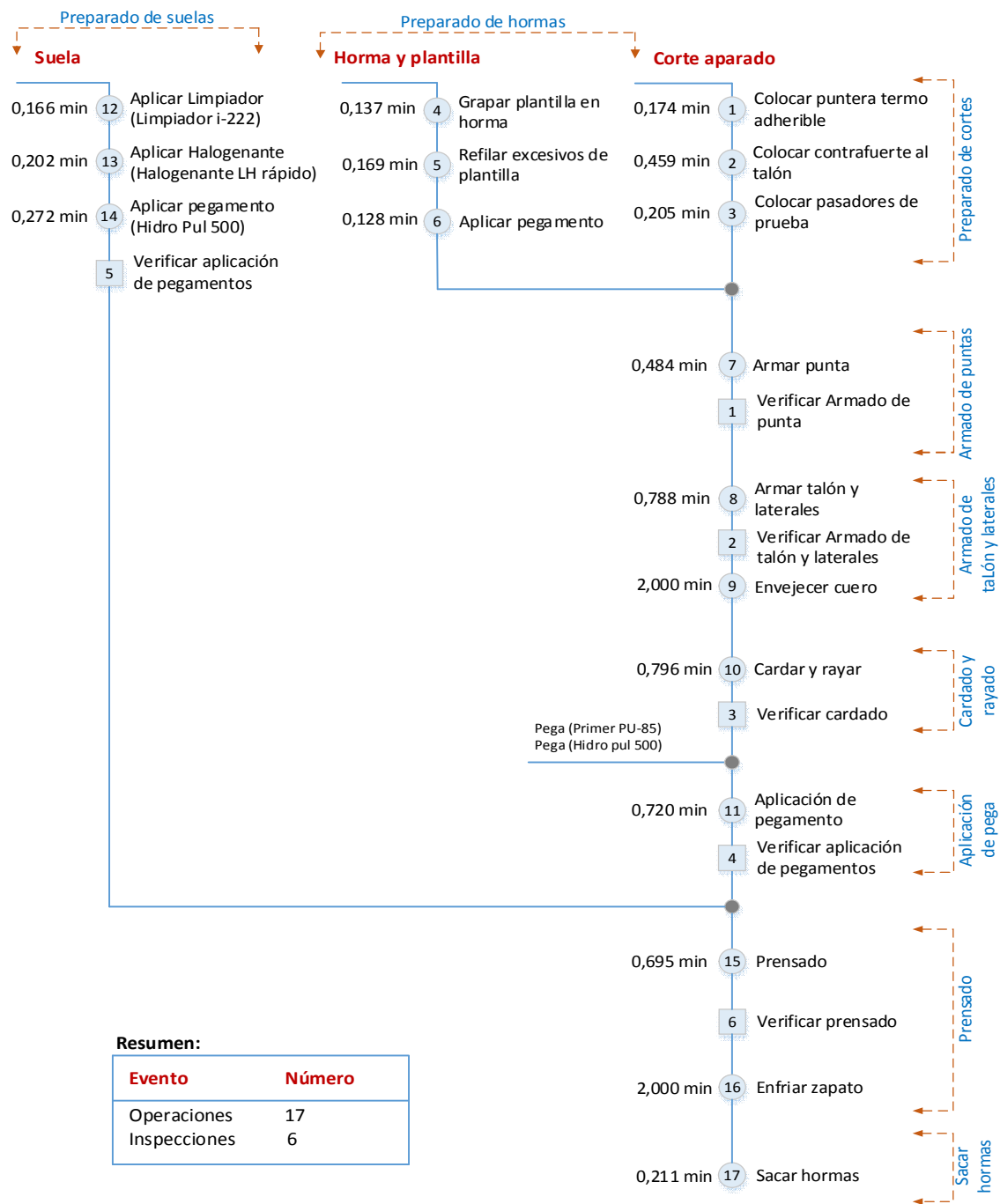


Figura 31. Cursograma sinóptico: área de montaje

4.9.3 Cursograma analítico del método de trabajo actual en el área de montaje

Presenta de forma mucho más detallada la trayectoria del material por las instalaciones productivas del área de montaje señalando todos los hechos mediante el símbolo que corresponda. Mediante este cursograma es posible identificar todas las actividades innecesarias, lo cual resulta beneficioso para plantear un nuevo método trabajo en el cual se haya excluido dichas actividades. Este cursograma se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Cursograma analítico: método de trabajo actual

Cursograma analítico		Operario / material / equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1 de 3	Resumen							
Objeto: Zapato deportivo GM 726 Actividad: Fabricación de zapatos en el área de montaje. Método: Actual. Lugar: Empresa de calzado GUSMAR. Operario(s): Personal de producción de montaje. Realizado por: Christian Tigse Fecha: 10/05/14 Aprobado por: Ing. Victor Espín		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
		Operación	39						
		Transporte	3						
		Espera	16						
		Inspección	8						
		Almacenamiento	0						
		Distancia (m)	10,05						
		Tiempo (min)	5,98						
		Costo							
		Mano de obra	-	-	-				
		Material							
		Total	-	-	-				
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				●	➔	Ⓛ	■	▼	
Cortes en espera de montaje	6	-	-						
Reactivar puntera termo adherible	-	-							Sobre máquina conformadora de puntas
Colocar puntera termo adherible dentro de la punta del corte y prensar	-	-	0,08						Máquina conformadora de puntas
Aplicar látex dentro de la puntera del corte.	-	-	0,09						Cabina de aplicación de látex
Colocar pega en contrafuerte y en el interior del talón del corte	-	-	0,23						Manualmente
Unir el contrafuerte al talón del corte y aplicar pega en el talón y el contorno del corte.	-	-	0,23						
Colocar pasadores de prueba al corte.	-	-							
Inspección del corte.	-	-	0,21						
Puesto en mesa en espera.	-	-	-						
Transportar a estante de armado de puntas.	-	5,90	0,03						A mano
Apilar en estante de armado de puntas.	6	-	-						
Clasificar hormas por tipo y tallas.	-	-							
Colocar en estante en pares.	-	-	0,08						
Transportar a máquina grapadora de plantillas.	-	1,90	0,01						Estante móvil
Seleccionar y organizar plantillas de armado.	-	-							
Unir horma con plantilla de armado, acomodar y grapar.	-	-	0,14						Máquina grapadora de plantillas
Refilar las partes excesivas de plantilla de armado.	-	-							Máquina refileadora de plantillas
Revisar refilado de plantilla.	-	-	0,17						
Aplicar pega en plantilla de armado.	-	-	0,13						Manualmente

Tabla 10. Cursograma analítico: método de trabajo actual (continuación 1)

Cursograma analítico				Operario / material / equipo					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 2 de 3									
CONTINUACIÓN									
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
En espera de secado en estante de armado de puntas.	6	-	-						
Vaporizar punta.	-	-	0,04						Vaporizadora de puntas
Unir y acomodar corte vaporizado con horma preparada.	-	-	0,16						Manualmente
Armar punta.	-	-	0,20						Máquina armadora de puntas
Retirar el corte armado de la máquina y martillar.	-	-	0,08						
Revisar armado.	-	-							
Colocado en estante de armado de talones.	6	-	-						
Reactivar talón y laterales en homo.	-	-	0,08						Homo reactivador de talones
Llevar a soporte de hormas y armar laterales con pinza de mano.	-	-	0,29						Manualmente
Retirar grapas de la plantilla.	-	-	0,10						
Revisar armado de laterales.	-	-							
Armar talón.	-	-	0,20						Máquina armadora de talones
Revisar armado de talón.	-	-							
Desarrugar zonas del cuero.	-	-	0,06						Máquina desarrugadora
Revisar corte armado.	-	-							
Colocar en homo envejecedor en pares	6	-	0,12						Homo envejecedor
Retirar el corte armado del homo envejecedor y colocar en estante.	-	-	0,02						Manualmente
Buscar suela según modelo y talla para el rayado	-	-	0,03						
Rebajar o cardar el cuero excesivo de la base del corte armado.	-	-	0,19						Máquina cardadora
Seleccionar suela de la misma talla y rayar los bordes del corte armado.	-	-	0,25						Rayador
Cardar zona rayada y limpiar.	-	-	0,36						Máquina cardadora
Revisar el cardado del corte armado.	-	-							
Colocado en estante de aplicación de pega.	6	-	-						
Aplicar solución Primer en superficie cardada.	-	-	0,32						Manualmente
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Aplicar pega en superficie cardada.	-	-	0,40						

Tabla 10. Cursograma analítico: método de trabajo actual (continuación 2)

Cursograma analítico				Operario / <u>material</u> / equipo					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 3 de 3									
CONTINUACIÓN									
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Transporte hacia el estante de prensado.	-	2,25	0,03						
Ordenar cortes armados en el estante de prensado.	6	-	0,03						
Colocar suelas en cabina de preparación de suelas.	-	-	-						A mano
Aplicar limpiador en suela.	-	-	0,17						Manualmente
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Aplicar Halogenante en suela.	-	-	0,20						
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Aplicar pega en suela.	-	-	0,27						
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Ordenar las suelas en el estante de prensado.	6	-	0,03						
Reactivado del pegamento de la suela y corte armado en horno.	-	-	0,10						Homo reactivador de suelas
Unir y acomodar la suela en el corte armado.	-	-							Manualmente
Colocar en prensadora de suelas y prensar.	-	-	0,49						Máquina prensadora
Retirar el zapato prensado y revisar.	-	-							
Enfriar zapato.	6	-	0,11						Homo enfriador
Retirar zapato del horno enfriador y sacar pasadores de prueba.	-	-	0,08						
Colocar zapato en soporte de hormas.	-	-							
Sacar la horma del zapato.	-	-							
Colocar en estante de terminado.	-	-	0,13						
Colocar hormas en estantería.	-	-	0,04						
Total	6	10,05	5,98	39	3	16	8	0	

El análisis detallado que se lleva a cabo en el proceso de fabricación del calzado en el área de montaje básicamente tiene la intención de reducir el tiempo mediante la reducción o eliminación de distancias, demoras o cualquier otra actividad innecesaria que pueden estar presentes en el método de trabajo actual. Puesto que se espera que en

el método propuesto o mejor aún en la redistribución de las áreas todas las actividades que no agregan valor al producto se hayan reducido o eliminado.

Esta mejora será de gran ayuda para el planteamiento de la distribución de planta, puesto que los principios básicos de una distribución es minimizar la distancia recorrida por los materiales dentro de un proceso de producción.

La Tabla 11, muestra un cuadro de resumen con todas las actividades llevadas a cabo en el montaje del calzado.

Tabla 11. Resumen del cursograma analítico: método de trabajo actual en el área de montaje

Resumen			
Actividad		Número de pasos	Distancia (metros)
Operación		39	-
Transporte		3	10,05
Demora		16	-
Inspección		8	-
Almacenamiento		0	-

Según se observa en la tabla de resumen existen 39 operaciones que son necesarias para realizar el montaje del calzado. Existen 3 transportes con un total de distancia recorrida de 10,05 metros, se consideran a estas distancias como actividades no productivas por lo cual es necesario reducirlas o eliminarlas. Las demoras de igual manera son actividades no productivas puesto que detienen el flujo de producción, sin embargo las 16 que aparecen en montaje de calzado se originan puesto que en ocasiones el material en proceso debe esperar ya sea por el siguiente proceso o por el secado del pegamento. Aparecen también 8 inspecciones los cuales ayudan a examinar y medir las características de calidad del calzado.

4.9.4 Diagrama de recorrido actual del área de montaje

El diagrama de recorrido de la Figura 32 permite visualizar el trayecto seguido por el material por cada una de las estaciones de trabajo en el área de montaje, además también permite identificar las operaciones, demoras, desplazamientos, almacenamientos e inspecciones presentes, con el objetivo de disminuir o eliminar las actividades innecesarias y de ese modo mejorar el método de trabajo actual.

Figura 32. Diagrama de recorrido actual del área de montaje

4.9.5 Análisis de la situación actual del área de montaje

La lectura del diagrama de recorrido indica que el camino seguido por el material en proceso es algo complicado, además el espacio destinado para las máquinas y otros equipos necesarios para la fabricación del calzado es muy reducido y la mala ubicación de las mismas ocasiona que el material en ocasiones recorra largas distancias entre los puestos de trabajo.

En el área de montaje existen varias máquinas, mesas y estantes que se encuentran distribuidos en puestos de trabajo para la elaboración del calzado, debido al espacio reducido de toda la planta de producción, el área de montaje presenta problemas de espacio y distribución, además también no cuenta con trabajadores necesarios para cada puesto de trabajo por lo que un trabajador se encarga de atender más de un puesto de trabajo a la vez.

Algunos de los problemas presentes en el área de montaje se detallan a continuación:

- **Preparado de cortes:** El espacio con que cuenta el trabajador no es el adecuado, además no existe una buena ubicación de la máquina, mesa de trabajo y la cabina de aplicación de látex por lo cual el trabajador podría entorpecer su trabajo. Otro gran problema que presenta es que el material recorre una larga distancia hacia el siguiente proceso lo cual conlleva a la aparición de tiempos improductivos.
- **Preparado de hormas:** La estantería de hormas y las máquinas necesarias para efectuar esta operación se encuentran muy distantes entre sí, por lo cual el operario debe clasificar las hormas en un sitio, grapar la plantilla a la horma en otro y refilar los excesivos de plantilla en otro, recorriendo distancia innecesarias que a la larga puede aumentar el tiempo de fabricación.
- **Armado de puntas:** El espacio destinado para esta operación es muy reducido, puesto que el trabajador no dispone de la superficie adecuada para desempeñar sus actividades de manera óptima.
- **Armado de talones:** Las máquinas destinadas para llevar a cabo esta operación se encuentran muy unidas entre sí al igual que las demás operaciones presentes en el área de montaje.

- **Cardado y rayado:** Presenta problemas de espacio lo que impide que el operario desarrolle adecuadamente sus actividades, puesto que las máquinas que son necesarias para realizar esta operación se encuentran muy cercanas.
- **Aplicar pegamento:** Esta operación utiliza pegamentos por lo cual es necesario que se encuentre aislada del resto de operaciones por motivos de seguridad, además recorre cierta distancia hacia el proceso de prensado y el espacio destinado para llevar a cabo esta operación es muy reducido.
- **Preparado de suelas:** Esta operación no se encuentra totalmente aislada de las demás operaciones, cuenta con una cabina de preparación de suelas la cual no es suficiente para brindar seguridad a los trabajadores puesto que pueden exponerse a las emanaciones de olores producidos por los pegantes, y no cuenta con el espacio necesario.
- **Prensado:** Presenta problemas de espacio lo que impide que el operario desarrolle adecuadamente sus actividades y la ubicación de las máquinas no es la adecuada.
- **Sacar hormas:** El espacio destinado para esta operación es muy reducido al igual que los demás puestos de trabajo, por lo tanto, el operario puede encontrarse incómodo.

Los efectos negativos que pueden aparecer por los problemas de espacio, mala ubicación de ciertas máquinas, mesas y estantes, transportes innecesarios, falta de aislamiento en las operaciones que utilizan pegamentos y cualquier operación de no valor añadido conllevan a que la empresa presente problemas de baja producción, disminución en la seguridad de los trabajadores e inclusive tiempos elevados de fabricación.

Como se puede observar en la Tabla 12, la imagen expuesta muestra la distribución actual del área de montaje. Debido al análisis efectuado se puede decir que esta distribución presenta ciertos problemas debido a la mala ubicación de varias máquinas, además que el espacio con el que cuenta no es el adecuado ya que las máquinas, equipos y mobiliarios presentes están muy cerca unos de otros exponiendo a los trabajadores a riesgos y no cumpliendo los reglamentos de seguridad establecidos.

Tabla 12. Situación actual del área de montaje

Distribución actual			
Empresa:	Calzado GUSMAR	Operarios:	Mariela López
Departamento:	Área de montaje		Geovanny Guamán
Analista:	Christian Tigse		José Luis Miranda
Comprobado:	Ing. Víctor Espín		Darwin Ramírez
Fecha:	10 de agosto del 2014		Kevin Oyasa



Observación: la numeración que se muestra en la imagen corresponde cada uno de los puestos de trabajo que conforman el área de montaje.

1. Preparado de cortes
2. Preparado de hormas
3. Armado de puntas
4. Armado de talones y laterales
5. Cardado y rayado
6. Aplicar pegamento
7. Preparado de suelas
8. Prensado
9. Sacar hormas

Una vez que se conoce a detalle cómo se elabora el calzado en el área de montaje, es necesario obtener cada uno de los tiempos que invierte el operario para desarrollar su trabajo mediante el estudio de tiempos. Sin embargo, debido a la existencia de actividades improductivas es posible que los tiempos que se obtenga no sean los adecuados, por lo tanto, será necesario llevar a cabo una mejora en los tiempos.

4.10 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se desarrolla con el fin de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, este estudio se lleva a cabo en cada uno de los puestos de trabajo que componen el área de montaje con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Para obtener el estándar de tiempo se sigue cada una de las etapas que comprende el estudio de tiempos.

Obtener y registrar información

Con la información obtenida de las fichas de levantamiento de procesos descritas en el Anexo 2, es posible iniciar el estudio de tiempos, puesto que en ellas se detalla cada actividad llevada a cabo en cada puesto de trabajo, además del equipo que se utiliza y el operario encargado de realizar el trabajo.

Descomponer la tarea en elementos

Para llevar a cabo el desglose de la tarea en elementos se delimita claramente estos elementos, es decir se determina un hito inicial y un hito final, y de ese modo facilitar la toma de tiempos. Además en este desglose se separa los elementos repetitivos de los casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños en caso de existir, y de ese modo facilitar la observación, medición y análisis. Las fichas explicativas que se utilizan para registrar los elementos y cortes que se exhiben en el Anexo 4 sirven para este propósito.

Cálculo del número de observaciones

Para obtener el número de observaciones que es necesario para desarrollar el estudio de tiempos, se utiliza el método estadístico, el mismo que requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego aplicar la ecuación (2.1), para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

El procedimiento para determinar el número de observaciones preliminares n' establece que hay que realizar una muestra de 10 lecturas sí los ciclos son menores a 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son mayores de 2 minutos, esto se debe a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar [4].

El Anexo 3 muestra el número de observaciones requeridas de cada uno de los puestos de trabajo que conforman el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR, donde se considera 10 observaciones iniciales para realizar el cálculo mediante la ecuación (2.1), debido a que cada operación tiene un tiempo de ciclo inferior a 2 minutos.

La Tabla 13 presenta el resultado de los cálculos efectuados, donde se enlista cada uno de los valores obtenidos.

Tabla 13. Número de observaciones requeridas

Proceso	Núm. de observaciones
Preparado de cortes	10
Preparado de hormas	12
Armado de puntas	12
Armado de talones y laterales	12
Cardado y rayado	12
Aplicar de pegamento	10
Preparado de suelas	10
Prensado	14
Sacar hormas	12

Cada puesto de trabajo presenta diferentes tamaños de muestra, esto se debe a que el tamaño de la muestra varía según los valores de cada elemento que compone el ciclo de trabajo.

Cronometraje de cada elemento

Para llevar a cabo el estudio de tiempos se utiliza el método de cronometraje acumulativo el cual consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio, y de ese modo se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación, donde todas las interrupciones y otros elementos quedan registrados.

Elección del operario

Para llevar a cabo la elección se analiza si el operario se encuentra bien capacitado en el método, además si le gusta el trabajo y demuestra interés en hacerlo bien. Teniendo en cuenta que los operarios que laboran en el área de montaje demuestran estas características y están dispuestos a cooperar con el estudio se procede al desarrollo del estudio de tiempos.

Valoración del ritmo

Para lograr una valoración adecuada y tener la confianza en la exactitud de los valores otorgados, para el presente estudio fue necesario llegar a comprender bien la naturaleza del trabajo y observar si el trabajador cuenta con la formación y experiencia adecuada o si presenta variaciones o titubeos en la manera de realizar su trabajo.

Teniendo presente estos aspectos se decide otorgar el valor que corresponde al ritmo tipo puesto que los trabajadores que se encuentran laborando en el área de montaje cuentan con la debida experiencia y conocen muy bien la labor que desempeñan. Las escalas de valoración se muestran en la Tabla 2.

Tiempo básico o normal

Con los tiempos cronometrados u observados y la respectiva valoración del ritmo es posible determinar el tiempo básico de cada elemento de trabajo utilizando la ecuación (2.2).

Cálculo de suplementos

Los suplementos a considerarse para el estudio de tiempos corresponden a los suplementos por descanso los cuales dan al trabajador la posibilidad de reponerse de la fatiga y para que pueda atender sus necesidades personales (Suplementos fijos). Y otros suplementos que dependen de la naturaleza del trabajo (Suplementos variables), los cuales se exponen en el Anexo 6.

Tiempo tipo o estándar

El tiempo estándar de cada operación se encuentra mediante la suma del tiempo básico más los suplementos correspondientes, como necesidades personales y fatiga del trabajador y otras demoras inevitables en el trabajo (elementos ocasionales).

4.10.1 Utilización de las tablas y formularios del estudio de tiempos

El Anexo 4 muestra cada una de las tablas y formularios utilizados para el estudio de tiempos y la explicación de cada una de ellas se detalla a continuación:

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes

Permite identificar fácilmente el comienzo y fin de cada elemento, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez, y los cortes identifican el instante que termina un elemento del ciclo de trabajo y empieza otro.

2. Formulario de estudio de tiempos

Muestra los datos esenciales sobre el estudio, la primera columna V corresponde a la valoración de cada elemento, las cantidades de la columna C corresponden a los valores cronometrados. El tiempo restado TR se obtiene al restar cada tiempo cronometrado posterior del anterior y por último se obtiene el tiempo básico al multiplicar el tiempo restado por la valoración al ritmo tipo.

3. Hoja de trabajo

En la hoja de trabajo se totalizan los tiempos básicos de cada elemento y se calcula el tiempo básico medio dividiendo cada total por el número de observaciones efectuadas. El tiempo básico medio es el que se elige por representativo de un grupo de tiempos correspondientes a un elemento. Las cantidades de la columna TCM corresponde al tiempo condicionado por la máquina, es decir el tiempo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina.

4. Hoja de resumen de estudio

Presenta concisamente todos los resultados del estudio, lo primero que se escribe son los elementos repetitivos y se indica si dichos elementos forman parte de un trabajo interior o exterior. Las cantidades de la columna TB corresponden a los tiempos básicos por vez y en cada línea se señala su frecuencia, 1/1 significa que un elemento aparece en cada ciclo. Las cantidades de la columna Obs indica el número de observaciones que efectuaron para el estudio. Los minutos básicos por ciclo MB se obtuvieron al dividir el tiempo básico medio de cada elemento por su correspondiente valor de frecuencia.

5. Hoja para el cálculo de suplementos por descanso

Para calcular el suplemento por descanso se utiliza las tablas de tensiones relativas y las tablas de conversión de puntos presentadas en el Anexo 6. El análisis se efectúa para cada elemento en estudio, determinando el grado de tensión impuesta según los valores o puntos designados de las tablas de tensiones relativas y se extrae de la tabla de conversión de puntos el suplemento por descanso apropiado.

Los valores de la columna **total puntos** se obtienen al sumar los puntos designados al elemento. Los valores de la columna **total suplemento por descanso** se obtienen al utilizar las tablas de conversión de puntos. Para los valores de la última columna es

necesario tener presente que el suplemento por descanso es igual al suplemento por necesidades personales (5%) más el suplemento por fatiga.

Además de las tablas y formularios descritos anteriormente, se utiliza una tabla para el cálculo final de suplementos por descanso y otra para la notificación del tiempo estándar. El modo en el cual se desarrolla se detalla a continuación:

- **Cálculo final de suplementos por descanso:** para determinar el suplemento total por fatiga se aplica los porcentajes establecidos mediante la tabla de cálculo de suplementos por descanso. El suplemento por necesidades personales corresponde al 5 por ciento del tiempo total básico o en ciertos casos el trabajo exterior más el tiempo condicionado por la máquina y finalmente el total de suplementos por descanso es la suma del suplemento total por fatiga más el suplemento por necesidades personales.
- **Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar:** el tiempo tipo o estándar que se obtiene corresponde al tiempo básico (trabajo interior y exterior) más algunas holguras inevitables que corresponden al suplemento por descanso.

Una vez analizado cada una de las etapas del estudio de tiempos y haber comprendido el uso de las tablas y formularios, se procede al desarrollo del estudio en cada uno de los puestos de trabajo que comprende el área de montaje de calzado.

4.10.1 Desarrollo del estudio de tiempos

Para el desarrollo del estudio de tiempos se utiliza los formularios establecidos por el libro de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), debido a que estos modelos dan buenos resultados prácticos en los estudios de orden general y por permitir registrar todos los datos de forma mucho más detallada.

Debido a la gran extensión del estudio, se opta por presentar en este apartado únicamente un ejemplo del estudio, los demás valores estándares que se obtienen se presentan en forma de resumen con los datos más relevantes. Los detalles del estudio de tiempos y la forma en la que se realiza se muestran en el Anexo 5.

Estudio de tiempos para la operación preparado de cortes

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes.

Tabla 14. Elementos y cortes para la operación preparado de cortes

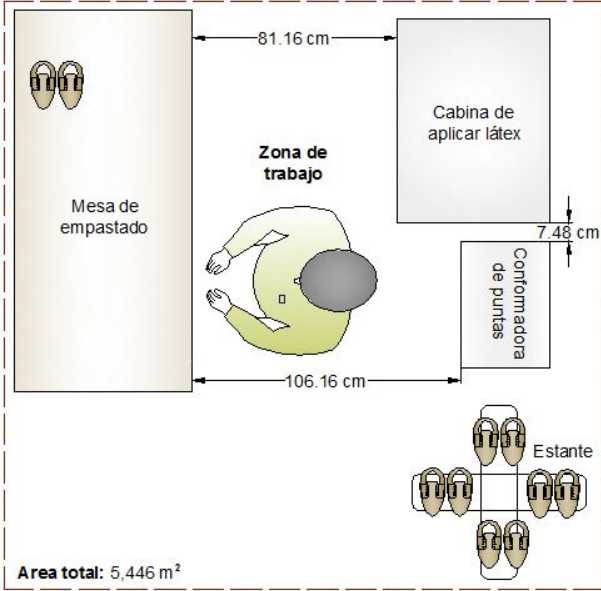
Ficha núm.: 1	
Pieza:	Corte aparado
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba
Operación:	Preparado de cortes
Maquina:	Máquina conformadora de puntas / Cabina de aplicación de látex.
Elementos y cortes	
A.	Coger corte y puntera termo adherible precalentada, unir la puntera al corte y colocar en máquina conformadora de puntas. Corte: conformadora prensa corte.
B.	Retirar corte previamente colocado en máquina, aplicar látex en la puntera y colocar en mesa. Corte: mano derecha suelta corte.
C.	Aplicar pega al contrafuerte y talón del corte. Corte: mano derecha coge contrafuerte.
D.	Unir el contrafuerte al talón del corte, aplicar pega en el interior del talón y contorno del corte y colocar en mesa. Corte: mano derecha suelta corte.
E.	Coger pasador de prueba, colocar pasador en el corte, amarrar y colocar en mesa. Corte: mano derecha suelta corte.
Disposición del lugar de trabajo.	
	

Tabla 15. Estudio de tiempos: preparado de cortes (continuación)

Estudio núm:	Estudio de tiempos: continuación				Hoja núm: 2 de 4				
Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.
Despues del cronometraje		1,07							
T. transcurrido (min)		11,00							
Verificación de tiempos restados			4,95						
			4,58						
			9,54						
Antes del cronometraje			0,40						
Despues del cronometraje			1,07						
T. transcurrido			11,00						

Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.

Según la Tabla 15 el tiempo total cronometrado o transcurrido dura 11 minutos, esto se debe a que es la suma del tiempo antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo

Tabla 16. Hoja de trabajo: preparado de cortes

Estudio núm.: 1	Hoja de trabajo				Hoja núm.: 3 de 4	
Elemento:	A	B	C	D	E	TCM (Minutos efectivos)
Ciclo núm.:	(Tiempos básicos)					
1	0,08	0,09	0,22	0,26	0,22	0,09
2	0,08	0,09	0,24	0,21	0,21	0,09
3	0,08	0,08	0,23	0,20	0,19	0,08
4	0,08	0,10	0,25	0,25	0,22	0,10
5	0,09	0,09	0,24	0,21	0,21	0,09
6	0,08	0,09	0,22	0,23	0,20	0,09
7	0,09	0,10	0,23	0,22	0,22	0,10
8	0,09	0,10	0,24	0,24	0,19	0,10
9	0,08	0,08	0,22	0,24	0,20	0,08
10	0,08	0,09	0,22	0,22	0,19	0,09
Totales:	0,83	0,91	2,31	2,28	2,05	0,91
Veces:	10	10	10	10	10	10
Promedios:	0,083	0,091	0,231	0,228	0,205	0,091
	TCM: B	0,091	Min efectivos			

El elemento B de la Tabla 16 corresponde al tiempo condicionado por la máquina (TCM), es decir el tiempo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina el cual corresponde a 0,091 minutos.

4. Hoja de resumen de estudio

Tabla 17. Hoja de resumen de estudio: preparado de cortes

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 1		
Operación: Preparado de cortes		Estudio de métodos núm.: 1		Hoja núm.: 4 de 4		
Instalaciones/máquina: Conformadora de puntas, cabina de aplicar látex				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Brocha				Termino:	8 h 16	
				Comienzo:	8 h 05	
Producto/pieza: Corte Núm.: 38				T. transcurrido:	11,00	
				T. punteo:	1,46	
Material: Cuero				T. neto:	9,54	
				T. observado:	9,54	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				Observado por: Christian Tigse		
Operario: Mariela López		Sexo: F	Ficha núm.: 1	Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,083	1/1	10	0,08	
B	Trabajo interior	0,091	1/1	10	0,09	
C	Según ficha núm: 1 Trabajo exterior	0,231	1/1	10	0,23	
D	Trabajo exterior	0,228	1/1	10	0,23	
E	Trabajo exterior	0,205	1/1	10	0,21	
	TCM	0,091	1/1	10	0,09	
	Elementos casuales:					
	Llenar bote de pega estante de armado de puntas	0,750	1/50	1	0,02	Frec. 1/50 unidades
		0,420	1/12	1	0,04	Frec. 1/12 unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

Según la Tabla 17 el elemento casual llenar bote de pega se lo observa una vez durante los diez ciclos, y como aproximadamente cada 50 unidades se vuelve a llenar de pega se considera una frecuencia para este elemento de una vez por cada 50 unidades. Al siguiente elemento casual se considera una frecuencia de una vez por cada 12 unidades puesto que según las observaciones realizadas ese es su frecuencia de aparición.

5. Cálculos de suplementos por descanso

Tabla 18. Cálculo de suplementos por descanso: preparado de cortes

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Corte. Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo										Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)					
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo					Suciedad		Presencia de agua		
Operación: Preparado de cortes.		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)																																			
A	Coger corte y puntera termo adherible precalentada, unir la puntera al corte y colocar en máquina conformadora de puntas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Retirar corte previamente colocado en máquina, aplicar látex en la puntera y colocar en mesa.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Aplicar pega al contrafuerte y talón del corte.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6	
D	Unir el contrafuerte al talón del corte, aplicar pega en el interior del talón y contorno del corte y colocar en mesa.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6	
E	Coger pasador de prueba, colocar pasador en el corte, amarrar y colocar en mesa.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6	
Elem. O.	Llenar bote de pega	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	5	
	Transportar cortes hacia estante de armado de puntas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	5	

Para el cálculo de suplementos por descanso de la Tabla 18, los elementos repetitivos A, B, C, D, E son analizados individualmente, de tal modo que se va añadiendo un puntaje según el tipo de tensión o condición al que se ve expuesto.

Para obtener el suplemento por fatiga es necesario restar del total de suplementos por descanso el 5 por ciento, puesto que el total de suplemento por descanso es igual al suplemento por necesidades personales más el suplemento por fatiga.

6. Cálculo final de suplementos por descanso

Tabla 19. Cálculo final de suplementos por descanso: preparado de cortes

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	B	0,09	6	0,0054
		0,09		0,0054
Elementos de trabajo exterior	A	0,08	6	0,0048
	C	0,23	6	0,0138
	D	0,23	6	0,0138
	E	0,21	6	0,0126
Elemento casual:				
Llenar bote de pega		0,02	5	0,0010
Transportar cortes hacia estante de armado de puntas		0,04	5	0,0020
Total trabajo exterior		0,81		0,0480
Total suplementos por fatiga				0,0534
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina:				
$(0,81 + 0,09) * 5\%$				0,0450
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0534
Suplementos por necesidades personales				0,0450
				0,0984
O sea:				0,10 min.

Según la Tabla 19 el total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,10 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo

El tiempo estándar que se obtiene a partir de los cálculos efectuados, corresponde a la suma del trabajo exterior, trabajo interior y los correspondientes suplementos por descanso. Por lo tanto, el tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación preparado de cortes corresponde a 1,00 minutos por unidad, según se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Tiempo tipo o estándar: preparado de cortes

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,81	min. básicos
Trabajo interior	0,09	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,10</u>	mín.
Tiempo tipo	1,00	min. tipo

La representación gráfica del tiempo estándar se muestra en la Figura 33, la cual muestra cada uno de los elementos que lo componen con sus respectivos tiempos.

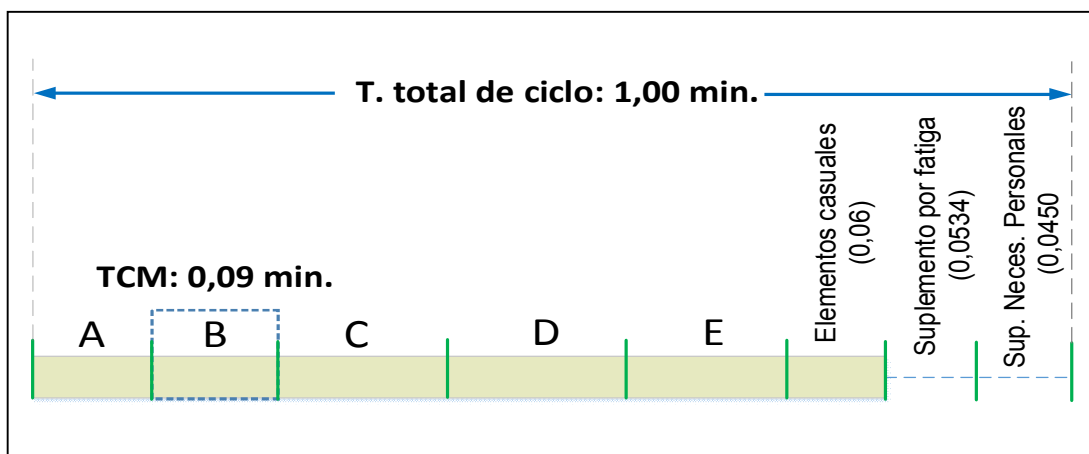


Figura 33. Representación gráfica del tiempo estándar: preparado de cortes

4.10.3 Resumen del estudio de tiempos

Los valores que se presentan en las Tablas 21 a 28 corresponden al resumen del estudio de tiempos de cada operación. En estas tablas se detalla los datos más representativos

que fueron extraídos de los formularios del estudio de tiempos, es así que, las primeras seis columnas corresponden a valores de la hoja de resumen de estudio. Las siguientes tres columnas corresponden a los valores del cálculo final de suplementos por descanso y finalmente la columna tiempo estándar corresponde al tiempo que se obtiene mediante la suma del trabajo exterior (incluido los elementos casuales), trabajo interior y los suplementos por descanso.

Tabla 21. Resumen del estudio de tiempos de la operación: preparado de hormas

Operación: Preparado de hormas						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,137	1/1	12	0,14	6	0,0084	0,02675	0,59
B	Trabajo interior	0,169	1/1	12	0,17	6	0,0102		
C	Trabajo exterior	0,128	1/1	12	0,13	6	0,0078		
Elem. Casual	Clasificar hormas por tipo y talla	0,92	1/1	12	0,08	6	0,0048		
	Transportar hacia máquina grapadora	0,080	1/12	1	0,01	6	0,0006		
	Colocar grapas en grapadora	0,140	1/12	1	0,005	6	0,0003		
TCM	Elemento B	0,169	1/30	1	0,17	TOTAL	0,0321	0,02675	

Según se observa en la Tabla 21, el tiempo estándar que se obtiene para la operación preparado de hormas corresponde a 0,59 minutos por unidad.

Tabla 22. Resumen del estudio de tiempos de la operación: armado de puntas

Operación: Armado de puntas						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,043	1/1	12	0,04	6	0,0024	0,027	0,60
B	Trabajo interior	0,164	1/1	12	0,16	6	0,0096		
C	Trabajo interior	0,197	1/1	12	0,20	7	0,0140		
D	Trabajo interior	0,080	1/1	12	0,08	7	0,0056		
Elem. Casual	Cambiar molde y ajustar máquina	0,630	1/12	1	0,05	6	0,0030		
	Colocar agua en vaporizadora	0,750	1/92	1	0,01	6	0,0006		
TCM	Elemento B+C+D	0,441	1/1	12	0,44	TOTAL	0,0352	0,027	

Según la Tabla 22, el tiempo estándar que se obtiene para la operación armado de puntas corresponde a 0,60 minutos por unidad.

Tabla 23. Resumen del estudio de tiempos de la operación: armado de talones y laterales

Operación: Armado de talones y laterales						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,083	1/1	12	0,08	6	0,0048	0,0425	0,94
B	Trabajo interior	0,289	1/1	12	0,29	6	0,0174		
C	Trabajo interior	0,099	1/1	12	0,10	6	0,0060		
D	Trabajo interior	0,199	1/1	12	0,20	6	0,0120		
E	Trabajo interior	0,118	1/1	12	0,12	7	0,0084		
Elem. Casual	Retirar arrugas del cuero y martillar	0,770	5/12	5	0,06	5	0,0030		
TCM	Elemento B+C+D+E	0,706	1/1	12	0,71	TOTAL	0,0516	0,0425	

El tiempo estándar que se obtiene para la operación armado de talones y laterales corresponde a 0,94 minutos por unidad, según la Tabla 23.

Tabla 24. Resumen del estudio de tiempos de la operación: cardado y rayado

Operación: Cardado y rayado						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,186	1/1	12	0,19	6	0,0114	0,0425	0,95
B	Trabajo exterior	0,252	1/1	12	0,25	6	0,0150		
C	Trabajo interior	0,358	1/1	12	0,36	7	0,0252		
Elem. Casual	Retirar cortes armado talones del horno envejecedor y colocar en estante	0,250	1/12	1	0,02	6	0,0012		
	Buscar suela según modelo y talla para el rayado	0,330	1/12	1	0,03	6	0,0018		
TCM	Elemento C	0,358	1/1	12	0,36	TOTAL	0,0546	0,0425	

Según se observa en la Tabla 24, el tiempo estándar que se obtiene para la operación cardado y rayado corresponde a 0,95 minutos por unidad.

Tabla 25. Resumen del estudio de tiempos de la operación: aplicar pegamento

Operación: Aplicar pegamento						Suplemento por descanso			Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga		Suplemento por necesidades personales	
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo interior	0,323	1/1	10	0,32	6	0,0192	0,038	0,84
B	Trabajo interior	0,397	1/1	10	0,40	6	0,0240		
Elem. Casual	Llenar botes de pegamentos	0,500	1/100	1	0,01	6	0,0006		
	Transportar cortes untado pega a estante de prensado	0,330	1/12	1	0,03	6	0,0018		
TCM	-	-	-	-	-	TOTAL	0,0456	0,038	

El tiempo estándar que se obtiene para la operación aplicar pegamento corresponde a 0,84 minutos por unidad, según la Tabla 25.

Al igual que el resto de las operaciones el tiempo estándar se obtiene al utilizar los datos más relevantes de los formularios de estudios de tiempos, expuestos en las tablas de resumen.

Tabla 26. Resumen del estudio de tiempos de la operación: preparado de suelas

Operación: Preparado de suelas						Suplemento por descanso			Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga		Suplemento por necesidades personales	
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo interior	0,166	1/1	10	0,17	6	0,0102	0,0325	0,72
B	Trabajo interior	0,202	1/1	10	0,20	6	0,0120		
C	Trabajo interior	0,272	1/1	10	0,27	6	0,0162		
Elem. Casual	Llenar botes de pegamentos	0,750	1/100	1	0,01	6	0,0006		
TCM	-	-	-	-	-	TOTAL	0,0390	0,0325	

Para la operación preparado de suelas el tiempo estándar que se obtiene corresponde a 0,72 minutos por unidad, según se muestra en la Tabla 26.

Tabla 27. Resumen del estudio de tiempos de la operación: prensado

Operación: Prensado						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,097	1/1	14	0,10	6	0,0060	0,0365	0,81
B	Trabajo interior	0,489	1/1	14	0,49	6	0,0294		
C	Trabajo interior	0,109	1/1	14	0,11	7	0,0077		
Elem. Casual	Colocar cortes armados y suelas en estante	0,400	1/14	1	0,03	6	0,0018		
TCM	Elemento B+C	0,597	1/1	14	0,60	TOTAL	0,0449	0,0365	

El tiempo estándar que se obtiene para la operación prensado corresponde a 0,81 minutos por unidad, según la Tabla 27.

Tabla 28. Resumen del estudio de tiempos de la operación: sacar hormas

Operación: Sacar hormas						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo interior	0,083	1/1	12	0,08	6	0,0048	0,0125	0,28
B	Trabajo interior	0,128	1/1	12	0,13	6	0,0078		
Elem. Casual	Colocar las hormas en estantería de hormas	0,420	1/12	1	0,04	6	0,0024		
TCM	-	-	-	-	-	TOTAL	0,0150	0,0125	

Según se observa en la Tabla 28, el tiempo estándar que se obtiene para la operación sacar hormas corresponde a 0,28 minutos por unidad.

4.10.4 Análisis e interpretación de resultados del estudio de tiempos

El estudio de tiempos llevado a cabo, permite obtener el tiempo necesario para realizar una tarea al ritmo normal, estos estándares se obtuvieron para una unidad en cada operación o puestos de trabajo del área de montaje, sin embargo, para facilitar los posteriores análisis es necesario obtener el tiempo estándar por par, esto se consigue al duplicar el valor del estándar por unidad, según lo muestra la Tabla 29.

Tabla 29. Tiempo estándar de cada operación

Operación	Tiempo estándar (min/unidad)	Tiempo estándar (min/par)
Preparado de cortes	1,00	2,00
Preparado de hormas	0,59	1,18
Armado de puntas	0,60	1,20
Armado de talones y laterales	0,94	1,88
Cardado y rayado	0,95	1,90
Aplicar pegamento	0,84	1,68
Preparado de suelas	0,72	1,44
Prensado	0,81	1,62
Sacar hormas	0,28	0,56

4.11 Examen del método de trabajo actual en el área de montaje

Luego de estudiar cada uno de los procesos en el área de montaje mediante el cursograma sinóptico y analítico, el diagrama de recorrido y el estudio de tiempos, se procede identificar los posibles problemas o restricciones que pueden estar presentes en dichos procesos, con el único objetivo de proponer cambios orientados a mejorar los métodos de trabajo.

Como ya se ha mencionado el estudio de métodos es una de las principales técnicas para reducir o eliminar el trabajo innecesario (movimientos innecesarios del material o de los operarios) mediante el examen crítico y sistemático de los métodos y procesos actuales, y de ese modo hallar e implementar métodos mucho mejores (sustituir métodos malos por buenos).

Por otra parte según menciona un apartado del libro OIT (Organización Internacional del Trabajo) la medición del trabajo se utiliza para medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones o para fijar tiempos estándares. Por lo tanto si se persigue un eficaz funcionamiento de una empresa, en la medición del trabajo se debe en lo posible separar el tiempo improductivo del productivo.

Según se observa en la Figura 32 del diagrama de recorrido actual del área de montaje, existen varios transportes que a la larga aumentan el tiempo de fabricación del producto, estos transportes corresponden a las operaciones preparado de cortes, preparado de hormas y aplicar pegamento, las demás operaciones no presentan este tipo de actividades improductivas. Sin embargo, en la operación cardado y rayado se pudo

notar que existe una operación eliminable que no agrega valor al producto, por lo tanto es necesario eliminarla.

Para poder comparar acertadamente el método de trabajo actual con el propuesto y ver la mejora tanto en distribución como en tiempos se plantea una mejora de tiempos para las operaciones ya mencionadas (ver Tablas 30 al 33).

4.11.1 Mejora de tiempos para las operaciones críticas

El objetivo principal que se pretende alcanzar es reducir los transportes, demoras y cualquier otra operación innecesaria que corresponden a las actividades improductivas, sin embargo, ciertas demoras corresponden a espacios de tiempos que son esenciales para la correcta fabricación del calzado, puesto que se trata de esperas por cambio de operación o secado del pegamento luego del untado de pega tanto en el corte como en la suela por tal motivo no es posible eliminarlos.

Una vez que se tiene muy claro que actividades son las que se van a eliminar, se procede a desarrollar la mejora de tiempos utilizando únicamente las tablas de resumen de las operaciones. De estas tablas se suprime cada actividad innecesaria obteniendo de esta manera el nuevo tiempo mejorado.

Tabla 30. Tiempo mejorado para la operación: preparado de cortes

Operación: Preparado de cortes						Suplemento por descanso		Suplemento por necesidades personales	Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga			
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,083	1/1	10	0,08	6	0,0048	0,043	0,95
B	Trabajo interior	0,091	1/1	10	0,09	6	0,0054		
C	Trabajo exterior	0,231	1/1	10	0,23	6	0,0138		
D	Trabajo exterior	0,228	1/1	10	0,23	6	0,0138		
E	Trabajo exterior	0,205	1/1	10	0,21	6	0,0126		
Elem. Casual	Llenar bote de pega	0,750	1/50	1	0,02	5	0,0010		
TCM	Elemento B	0,091	1/1	10	0,09	TOTAL	0,0514	0,043	

Según la Tabla 30, el tiempo estándar mejorado que se obtiene para la operación preparado de cortes corresponde a 0,95 minutos por unidad.

Tabla 31. Tiempo mejorado para la operación: preparado de hormas

Operación: Preparado de hormas						Suplemento por descanso			Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga		Suplemento por necesidades personales	
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,137	1/1	12	0,14	6	0,0084	0,02625	0,58
B	Trabajo interior	0,169	1/1	12	0,17	6	0,0102		
C	Trabajo exterior	0,128	1/1	12	0,13	6	0,0078		
Elem. Casual	Clasificar hormas por tipo y talla	0,92	1/1	12	0,08	6	0,0048		
	Colocar grapas en grapadora	0,140	1/12	1	0,005	6	0,0003		
TCM	Elemento B	0,169	1/30	1	0,17	TOTAL	0,0315	0,02625	

El tiempo estándar mejorado que se obtiene para la operación preparado de hormas corresponde a 0,58 minutos por unidad, según la Tabla 31.

Al igual que el resto de las operaciones críticas el tiempo mejorado se obtiene automáticamente al eliminar las actividades consideradas innecesarias.

Tabla 32. Tiempo mejorado para la operación: cardado y rayado

Operación: Cardado y rayado						Suplemento por descanso			Tiempo estándar (min/unidad)
						Suplemento por fatiga		Suplemento por necesidades personales	
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo exterior	0,186	1/1	12	0,19	6	0,0114	0,041	0,91
B	Trabajo exterior	0,252	1/1	12	0,25	6	0,0150		
C	Trabajo interior	0,358	1/1	12	0,36	7	0,0252		
Elem. Casual	Retirar cortes armado talones del horno envejecedor y colocar en estante	0,250	1/12	1	0,02	6	0,0012		
TCM	Elemento C	0,358	1/1	12	0,36	TOTAL	0,0528	0,041	

Según se observa en la Tabla 32, el tiempo estándar mejorado que se obtiene para la operación cardado y rayado corresponde a 0,91 minutos por unidad.

Tabla 33. Tiempo mejorado para la operación: aplicar pegamento

Operación: Aplicar pegamento						Suplemento por descanso		Tiempo estándar (min/unidad)	
						Suplemento por fatiga			Suplemento por necesidades personales
Elem. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	Fatiga (%)	Suplementos en minutos		
A	Trabajo interior	0,323	1/1	10	0,32	6	0,0192	0,0365	0,81
B	Trabajo interior	0,397	1/1	10	0,40	6	0,0240		
Elem. Casual	Llenar botes de pegamentos	0,500	1/100	1	0,01	6	0,0006		
TCM	-	-	-	-	-	TOTAL	0,0438	0,0365	

Para la operación aplicar pegamento el tiempo estándar que se obtiene corresponde a 0,81 minutos por unidad, según se muestra en la Tabla 33.

4.11.2 Análisis de la mejora en tiempos

En la Tabla 34 se muestra un cuadro comparativo con los resúmenes de los tiempos estándares de cada operación y su respectiva mejora en porcentaje.

Tabla 34. Resumen del estudio de métodos y tiempos de cada operación

Operación	Actual (min/par)	Propuesto (min/par)	Mejora %
Preparado de cortes	2,00	1,90	5,00%
Preparado de hormas	1,18	1,16	1,69%
Armado de puntas	1,20	1,20	0,00%
Armado de talones y laterales	1,88	1,88	0,00%
Cardado y rayado	1,90	1,82	4,21%
Aplicar pegamento	1,68	1,62	3,57%
Preparado de suelas	1,44	1,44	0,00%
Prensado	1,62	1,62	0,00%
Sacar hormas	0,56	0,56	0,00%

Según la Tabla 34 existe una mejora de tiempos en las operaciones preparado de cortes, preparado de hormas, cardado rayado y aplicar pegamento, sin embargo, debido a que los tiempos de las actividades consideradas innecesarias son mínimos no existe una mejora considerable. Por lo tanto, se puede decir que no habrá mucha variación en las capacidades de producción de cada operación.

4.11.3 Capacidad de producción de los procesos

Para determinar el número de pares de zapatos que es capaz de producir cada operación se utiliza la ecuación (4.1), teniendo en cuenta que el tiempo de producción por día corresponde a 8 horas laborables, es decir, 480 minutos.

$$CP = \frac{1}{TS} * TPD \quad (4.1)$$

Donde:

CP = capacidad de producción

TS = tiempo estándar

TPD = tiempo de producción por día

Tabla 35. Capacidad de producción

Operación	Tiempo estándar		Capacidad de producción	
	Actual (min/par)	Mejorado (min/par)	Actual (pares/día)	Mejorado (pares/día)
Preparado de cortes	2,00	1,90	240	253
Preparado de hormas	1,18	1,16	407	414
Armado de puntas	1,20	1,20	400	400
Armado de talones y laterales	1,88	1,88	255	255
Cardado y rayado	1,90	1,82	253	264
Aplicar pegamento	1,68	1,62	286	296
Preparado de suelas	1,44	1,44	333	333
Prensado	1,62	1,62	296	296
Sacar hormas	0,56	0,56	857	857

La Tabla 35, muestra las capacidades de producción de cada una de las operaciones, donde se puede notar el incremento de producción en las operaciones críticas.

4.11.4 Medición del desempeño de los procesos

Para determinar qué tan productivo es el proceso de producción en el área de montaje, se empieza analizando los tiempos estándares obtenidos del estudio de tiempos, como se muestra en la Tabla 35 a simple vista se puede notar que las operación preparado de cortes es el que requiere mayor tiempo para ejecutar su tarea, por lo tanto este será el que tenga el mínimo de capacidad de producción en comparación con el resto de las operaciones.

Con el objetivo de analizar más a detalle, la Figura 34 representa el diagrama de flujo del proceso, el cual muestra la relación entre los diferentes puestos de trabajo con sus respectivos tiempos estándares.

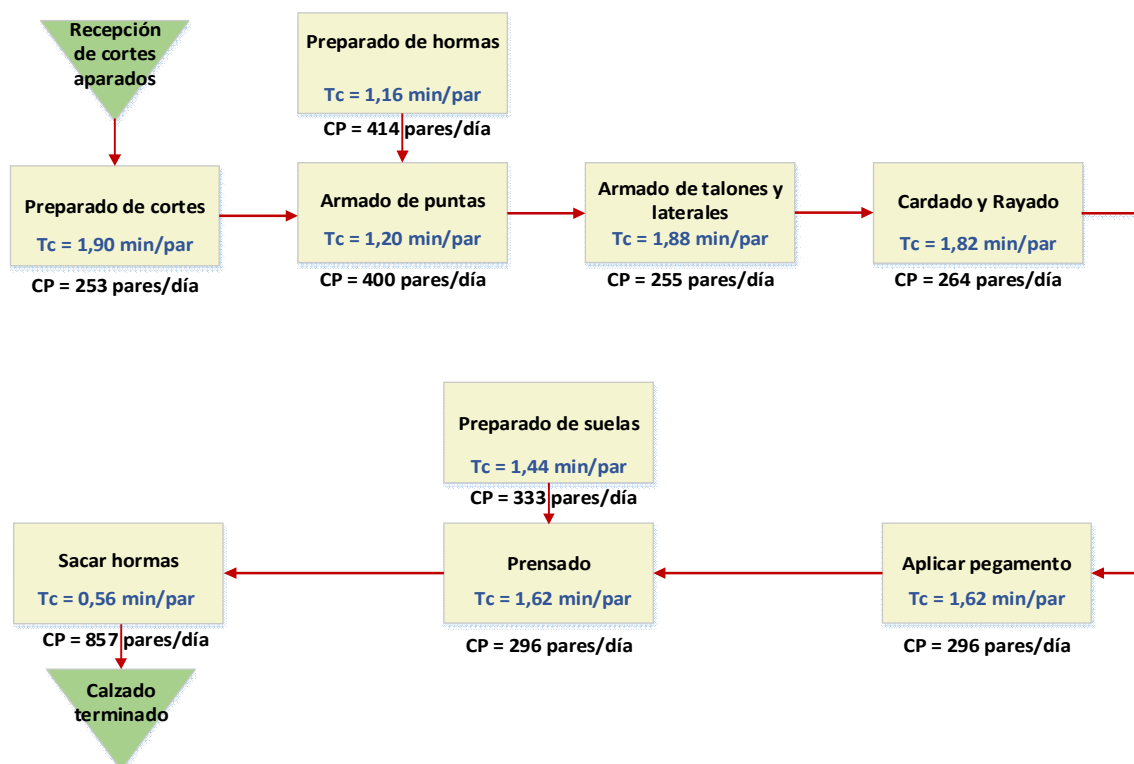


Figura 34. Flujo general del proceso del área de montaje de calzado

Teniendo en cuenta que la mejora del método de trabajo busca modificar o simplificar el actual método para reducir el trabajo innecesario o excesivo y de ese modo fijar el tiempo estándar de una operación, para los posteriores cálculos se utiliza el estándar de tiempos mejorado y las capacidades de producción respectivas. La Tabla 36 muestra la capacidad de producción a detalle de cada operación que conforma el área de montaje.

Tabla 36. Capacidad de producción por puestos de trabajo

Operación	Capacidad de producción (CP)
Preparado de cortes	$(60 \text{ min por hora} / 1,90 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 253 \text{ pares/día}$
Preparado de hormas	$(60 \text{ min por hora} / 1,16 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 414 \text{ pares/día}$
Armado de puntas	$(60 \text{ min por hora} / 1,20 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 400 \text{ pares/día}$
Armado de talones y laterales	$(60 \text{ min por hora} / 1,88 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 255 \text{ pares/día}$
Cardado y rayado	$(60 \text{ min por hora} / 1,82 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 264 \text{ pares/día}$
Aplicar pegamento	$(60 \text{ min por hora} / 1,62 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 296 \text{ pares/día}$
Preparado de suelas	$(60 \text{ min por hora} / 1,44 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 333 \text{ pares/día}$
Prensado	$(60 \text{ min por hora} / 1,62 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 296 \text{ pares/día}$
Sacar hormas	$(60 \text{ min por hora} / 0,56 \text{ min por par}) * 8 \text{ horas} = 857 \text{ pares/día}$

La estación más lenta determina la producción por día y por lo tanto, sólo es posible producir 253 pares por jornada puesto que ese es el límite de la operación preparado de cortes, sin embargo, existen otras operaciones que también limitan la producción como las operaciones armado de talones y laterales con cardado y rayado. La irregularidad de los tiempos de cada operación provoca que unos produzcan más que otros.

4.11.5 Cuello de botella

En este caso la operación que restringe el flujo de producción corresponde a la operación preparado de cortes según muestra la Figura 35, este hecho se da al analizar cada operación individualmente, es decir, considerando que cada operación es ocupada por un operario.

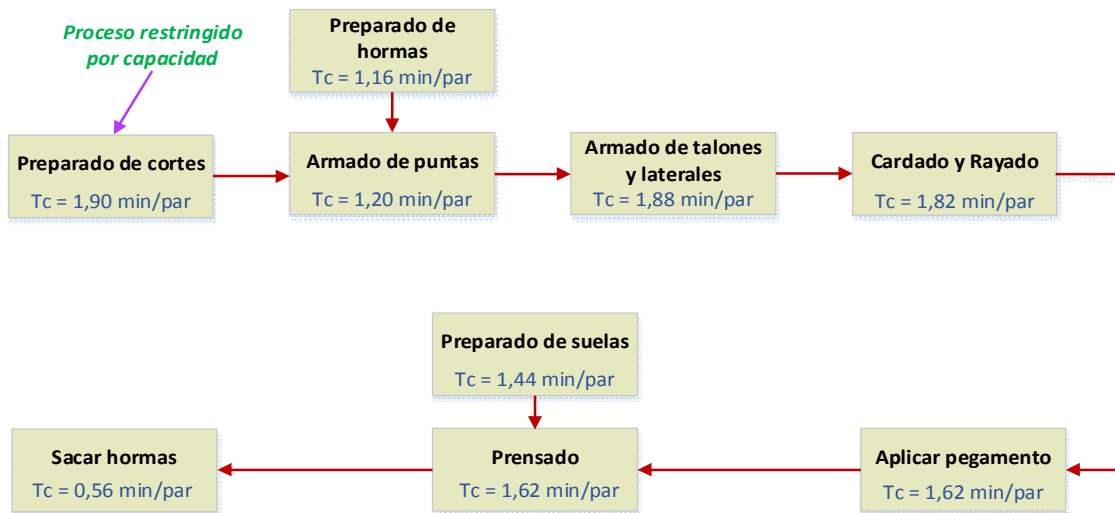


Figura 35. Proceso restringido por capacidad

Sin embargo, en el área de montaje los operarios se encargan de atender más de un puesto de trabajo a la vez, ya que al contar únicamente con cinco obreros el trabajo debe repartirse a cada uno de ellos.

Para analizar más a detalle, a continuación se presentan los diagramas de actividades múltiples el cual es sumamente útil para registrar las actividades que realiza un operario y de ese modo conocer el tiempo que invierte en ejecutar su tarea o mejor aún conocer en que puestos de trabajo se encuentra laborando.

4.11.6 Diagrama de actividades múltiples

El estudio de métodos de tareas simultáneas se realiza con el fin de registrar simultáneamente las acciones que desarrollan los operarios respecto a las máquinas que

atiende o las acciones que desarrollan varios operarios a la vez. De esta forma, con este tipo de estudio se ponen en manifiesto los tiempos que ocupa cada operario o máquina para tratar de reducirlos o elevar su rendimiento.

Registro de métodos de trabajo simultaneo hombre máquina

Los presentes diagramas se llevan a cabo con el fin de conocer las operaciones y tiempos de trabajo del hombre, sus periodos de ocio y el tiempo de actividad e inactividad de su máquina, y de ese modo ver si se está aprovechando su tiempo al máximo. Además también con estos diagramas es posible estudiar y mejorar las estaciones de trabajo, puesto que el tiempo de cada uno es indispensable para llevar a cabo un balance entre el hombre y máquina si fuera necesario.

Diagrama de actividades hombre - maquina					
Proceso: Preparado de cortes			Máquina: conformadora de puntas		
Producto: Zapato deportivo GM 726					
Operario: Mariela López					
Operario		Máquina			
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Estado		
Coger corte y puntera termo adherible precalentada, unir la puntera al corte y colocar en máquina conformadora de puntas.	0,16	-	En espera		
Retirar corte previamente colocado en máquina, aplicar látex en la puntera y colocar en mesa.	0,18	0,18	Tiempo de conformado de puntas		
Aplicar pega al contrafuerte y talón del corte.	0,46	-	En espera		
Unir el contrafuerte al talón del corte, aplicar pega en el interior del talón y contorno del corte y colocar en mesa.	0,46	-	En espera		
Coger pasador de prueba, colocar pasador en el corte, amarrar y colocar en mesa.	0,42	-	En espera		
Llenar bote de pega.	0,04	-	En espera		
Suplementos.	0,18	-	En espera		
TOTAL	1,72	0,18			
Informe de la tarea simultanea					
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$
Total tarea	2	1,90	1,90	1,90	
Operarios	1	1,72	1,90	1,90	90,53 %
Maquina	1	0,18	1,90	1,90	9,47 %

Figura 36. Diagrama de actividades simultáneas: preparado de cortes

Debido a que le operario interactúa directamente con la máquina, ya que en ningún momento estas operan solas, se considera el tiempo de trabajo para el operario de 1,72 minutos, o lo que es lo mismo 90,53% de utilización. Por otra parte, la maquina tiene un 9,47% de utilización según muestra la Figura 36.

Diagrama de actividades hombre - maquina						
Proceso: Preparado de hormas			Máquinas: máquina 1: grapadora de plantillas			
Producto: Zapato deportivo GM 726			máquina 2: refiladora de plantillas			
Operario: Geovanny Guamán						
Operario		Máquina 1		Máquina 2		
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado	
Clasificar hormas por tipo y talla y colocar en estante.	0,16	-	En espera	-	En espera	
Coger horma y plantilla de armado, unir horma con plantilla, acomodar y grapar.	0,28	0,28	Tiempo de grapado	-	En espera	
Cortar las partes excesivas de plantilla en maquina refiladora de plantillas.	0,34	-	En espera	0,34	Tiempo de refilado	
Coger brocha y untar pega, aplicar pega en plantillas y colocar en estante.	0,26	-	En espera	-	En espera	
Suplemento	0,12	-	En espera	-	En espera	
TOTAL	1,04	0,28		0,34		
Informe de la tarea simultanea						
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$	
Total tarea	3	1,16	1,16	1,16		
Operarios	1	1,04	1,16	1,16	89,66 %	
Maquina 1	1	0,28	1,16	1,16	24,14 %	
Maquina 2	1	0,34	1,16	1,16	29,31 %	

Figura 37. Diagrama de actividades simultáneas: preparado de hormas

La Figura 37 revela los siguientes resultados: el porcentaje de utilización o trabajo del operario corresponde a 89,66% del total del tiempo, la maquina 1 tiene un 24,14% de utilización y la maquina 2 tiene un 29,31% de utilización.

Diagrama de actividades hombre - maquina						
Proceso: Armado de puntas			Máquinas: máquina 1: vaporizadora de puntas			
Producto: Zapato deportivo GM 726			máquina 2: armadora de puntas			
Operario: Geovanny Guamán						
Operario		Máquina 1		Máquina 2		
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado	
Coger corte del estante y colocar en vaporizadora de puntas.	0,08	-	En espera	-	En espera	
Retirar el corte vaporizado, coger la horma preparada del estante, unir y acomodar.	0,32	0,32	Tiempo de vaporizado	-	En espera	
Colocar en máquina armadora de puntas y operar la máquina hasta armar la punta.	0,40	0,40	Tiempo de vaporizado	0,40	Tiempo de armado	
Retirar el corte armado de la máquina, revisar armado, martillar la punta y colocar en estante de armado de talones.	0,16	0,16	Tiempo de vaporizado	-	En espera	
Cambiar molde y ajustar máquina.	0,10	-	En espera	-	En espera	
Colocar agua en vaporizadora.	0,02	-	En espera	-	En espera	
Suplementos.	0,12	-	En espera	-	En espera	
TOTAL	1,08	0,88		0,40		
Informe de la tarea simultanea						
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$	
Total tarea	3	1,20	1,20	1,20		
Operarios	1	1,08	1,20	1,20	90,00 %	
Maquina 1	1	0,88	1,20	1,20	73,33 %	
Maquina 2	1	0,40	1,20	1,20	33,33 %	

Figura 38. Diagrama de actividades simultáneas: armado de puntas

Según muestra la Figura 38 el porcentaje de utilización del operario corresponde a 90%, la maquina 1 tiene un 73,33% y la maquina 2 tiene un 33,33% de utilización. Sin embargo es necesario indicar que la máquina 2 trabaja dentro del ciclo de trabajo de la máquina 1, es decir, el operario atiende la maquina 1 cuando la maquina 2 se encuentra en funcionamiento.

Diagrama de actividades hombre - maquina									
Proceso: Armado de talones					Máquinas: máquina 1: horno reactivador				
Producto: Zapato deportivo GM 726					máquina 2: armadora de talones				
Operario: José Luis Miranda					máquina 3: desarrugadora de cuero				
					máquina 4: horno envejecedor				
Operario		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4	
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado
Coger el corte armado del estante y colocar en horno reactivador, retirar el corte armado previamente colocado en el horno y colocarlo en soporte de hormas.	0,16	-	Espera	-	Espera	-	Espera	0,16	Tiempo de envejecido
Coger pinza y armar laterales.	0,58	0,58	Tiempo de reactivado	-	Espera	-	Espera	0,58	Tiempo de envejecido
Coger sacagrapas y retirar grapas de la plantilla.	0,20	0,20	Tiempo de reactivado	-	Espera	-	Espera	0,20	Tiempo de envejecido
Colocar el corte armado en armadora de talones y operar máquina.	0,40	0,40	Tiempo de reactivado	0,40	Tiempo de armado	-	Espera	0,40	Tiempo de envejecido
Retirar el corte armado, martillar, revisar armado y colocarlo en horno envejecedor.	0,24	0,24	Tiempo de reactivado	-	Espera	-	Espera	0,24	Tiempo de envejecido
Retirar arrugas del cuero y martillar.	0,12	0,12	Tiempo de reactivado	-	Espera	0,12	Tiempo de desarrugado	0,12	Tiempo de envejecido
Suplementos.	0,18	-	Espera	-	Espera	-	Espera	-	Espera
TOTAL	1,70	1,54		0,40		0,12		1,70	
Informe de la tarea simultanea									
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$				
Total tarea	5	1,88	1,88	1,88					
Operarios	1	1,70	1,88	1,88	90,43 %				
Maquina 1	1	1,54	1,88	1,88	81,91 %				
Maquina 2	1	0,40	1,88	1,88	21,28 %				
Maquina 3	1	0,12	1,88	1,88	6,38 %				
Maquina 4	1	1,70	1,88	1,88	90,42 %				

Figura 39. Diagrama de actividades simultáneas: armado de talones y laterales

La Figura 39 revela que el tiempo de utilización del operario corresponde a 90,43% del tiempo total del ciclo, la máquina 1 tiene un 81,91 %, la máquina 2 tiene un 21,28%, la máquina 3 tiene un 6,38% y la máquina 4 un 90,42% de utilización. Es necesario indicar que la máquina 4 se encuentra trabajando todo el tiempo, sin embargo, debido a que el operario solamente coloca los cortes armados en dicha máquina como actividad final no se considera como un tiempo condicionado por la máquina.

Diagrama de actividades hombre - maquina					
Proceso: Cardado y rayado			Máquina: cardadora o pulidora		
Producto: Zapato deportivo GM 726					
Operario: Darwin Ramírez					
Operario		Máquina			
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)		Estado	
Coger el corte armado del estante y cortar el cuero excesivo de la base.	0,38	-		En espera	
Seleccionar suela de la misma talla, colocar suela sobre la base del corte armado y rayar los bordes.	0,50	-		En espera	
Cardar la zona rayada del corte armado, limpiar área cardada y colocar en estante de aplicación de pega.	0,72	0,72		Tiempo de cardado	
Retirar zapatos del horno envejecedor, ordenar en pares y colocar en estante	0,04	-		En espera	
Suplementos.	0,18	-		En espera	
TOTAL	1,64	0,72			
Informe de la tarea simultanea					
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$
Total tarea	2	1,82	1,82	1,82	
Operarios	1	1,64	1,82	1,82	90,11 %
Maquina	1	0,72	1,82	1,82	39,56 %

Figura 40. Diagrama de actividades simultáneas: cardado y rayado

El informe de la tarea simultánea de la Figura 40 indica que el operario tiene un porcentaje de utilización de 90,11% del tiempo total del ciclo y la maquina tiene un 39,56% de utilización.

Diagrama de actividades hombre - maquina							
Proceso: Prensado			Máquinas: máquina 1: horno reactivador				
Producto: Zapato deportivo GM 726			máquina 2: prensadora				
Operario: Geovanny Guamán			máquina 3: horno enfriador				
Operario		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3	
Actividades	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado	Tiempo (min)	Estado
Coger corte armado y suela del estante y colocarlos en horno reactivador de suelas, retirar el corte armado y suela previamente colocado en el horno.	0,20	-	En espera		Tiempo de prensado	0,20	Tiempo de enfriado
Unir la suela al corte armado, acomodar, presionar y colocar en prensadora de suelas.	0,98	0,98	Tiempo de reactivado	-	En espera	0,98	Tiempo de enfriado
Retirar el zapato previamente colocado en la prensadora de suelas, revisar que se encuentre bien prensado y colocar en el horno enfriador.	0,22	0,22	Tiempo de reactivado	0,22	Tiempo de prensado	0,22	Tiempo de enfriado
Colocar cortes armados y suelas en estante.	0,06	-	En espera	-	En espera	-	En espera
Suplementos.	0,16	-	En espera	-	En espera	-	En espera
TOTAL	1,46	1,20		0,22		1,40	
Informe de la tarea simultanea							
Puesto	Nº Intervinientes	Tiempo de trabajo (min/par)	Tiempo de ciclo (min/par)	Tiempo estándar (min/par)	Utilization (%) $\frac{T. trabajo}{T. ciclo}$		
Total tarea	4	1,62	1,62	1,62			
Operarios	1	1,46	1,62	1,62	90,12 %		
Maquina 1	1	1,20	1,62	1,62	74,07 %		
Maquina 2	1	0,22	1,62	1,62	13,58 %		
Maquina 3	1	1,40	1,62	1,62	86,42 %		

Figura 41. Diagrama de actividades simultáneas: prensado

La Figura 41 indica que el operario tiene 90,12% de utilización en consideración al tiempo de ciclo total, la máquina 1 tiene un 74,07%, la máquina 2 tiene un 13,58% y la máquina 3 un 86,42% de utilización. Es necesario indicar que la máquina 3 se encuentra trabajando todo el tiempo, sin embargo, debido a que el operario solamente coloca los cortes armados en dicha máquina como actividad final no se considera como un tiempo condicionado por la máquina.

Actualmente existen máquinas automáticas y semiautomáticas, cuyos operadores permanecen ociosos cuando la maquina está en funcionamiento, por lo cual es conveniente asignarles en ese lapso de tiempo otra tarea o la operación de otra máquina.

Sin embargo no es el caso para las operaciones que se realizan en el área de montaje, puesto que los operarios interactúan directamente con la máquina y no se les puede asignar más trabajo del que ya tienen.

Diagrama de actividades múltiples en tareas con varios intervinientes

En el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR, actualmente operan cinco trabajadores y tres de ellos realizan más de una operación, por lo cual es necesario analizar el trabajo de cada uno de ellos con el fin de obtener el tiempo de ciclo y de ese modo determinar la capacidad de producción real de la empresa.

La Figura 42 muestra los 9 puestos de trabajo que conforman el departamento de montaje con sus respectivos tiempos estándares distribuidos a los 5 operarios.

Tareas con varios intervinientes							
Departamento:	Área de montaje	Operarios:	Personal del área de montaje				
Diagrama:	Actividades múltiples	Elaborado por:	Christian Tigse				
Método:	Actual	Fecha:	8 de agosto del 2014				
Observaciones de la operación	Distancia (metros)	Tiempo estándar (minutos/par)	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4	Operario 5
El operario 1 se encarga de un solo puesto de trabajo.	-	1,90	Preparado de cortes				
El operario 2 atiende tres puestos de trabajo.	-	1,16		Preparado de hormas			
	-	1,20		Armado de puntas			
El operario 3 se encarga de un solo puesto de trabajo.	-	1,88			Armado de talones y laterales		
El operario 4 atiende dos puestos de trabajo.	-	1,82				Cardado y rayado	
El operario 5 atiende dos puestos de trabajo.	-	1,62					Aplicar pegamento
	-	1,44					Preparado de suelas
	-	1,62				Prensado	
	-	0,56		Sacar hormas			
Tiempo total (minutos)		13,20	1,90	2,36	1,88	3,44	3,06
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Puestos de trabajo designados al operador. </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #fff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Tiempo en el cuál el operador puede realizar nuevamente sus mismas actividades ocupando sus puestos de trabajo. </div>							

Figura 42. Diagrama de actividades múltiples

4.11.6 Tiempo de capacidad específica de producción

Para obtener la capacidad de producción real del área de montaje, simplemente se suma los tiempos de las operaciones realizadas por un operario, es decir, el tiempo de ciclo según el diagrama de actividades múltiples en tareas con varios intervinientes de la Figura 42 y al aplicar la ecuación (4.1) se obtiene la producción real.

Como se puede observar en la Tabla 37 existen 5 estaciones, en las cuales un operario se encuentra en cada una de ellas, la producción por jornada ahora ha cambiado ya que el estándar de tiempo corresponde a la suma de los valores de cada estación.

Tabla 37. Capacidad de producción real por puestos de trabajo

ESTACIÓN	OPERACIÓN	TIEMPO ESTANDAR (min/par)	PRODUCCIÓN REAL
			PROD. JORNADA (par/jornada)
1	Preparado de cortes	1,90	253
2	Preparado de hormas	1,16	164
	Armado de puntas	1,20	
	Sacar hormas	0,56	
3	Armado de talones y laterales	1,88	255
4	Cardado y rayado	1,82	140
	Prensado	1,62	
5	Aplicar pegamento	1,62	157
	Preparado de suelas	1,44	
TIEMPO TOTAL		13,20	

Según la Tabla 37 la restricción ha cambiado, puesto que ahora las operaciones cardado y prensado limitan la producción por jornada a un valor de 140 pares. Por lo tanto se puede decir que esa es la cantidad de pares de zapatos que fabrica actualmente la empresa de calzado GUSMAR.

La designación de los operarios en los puestos de trabajo y los procesos restringidos de presenta en la Figura 43.

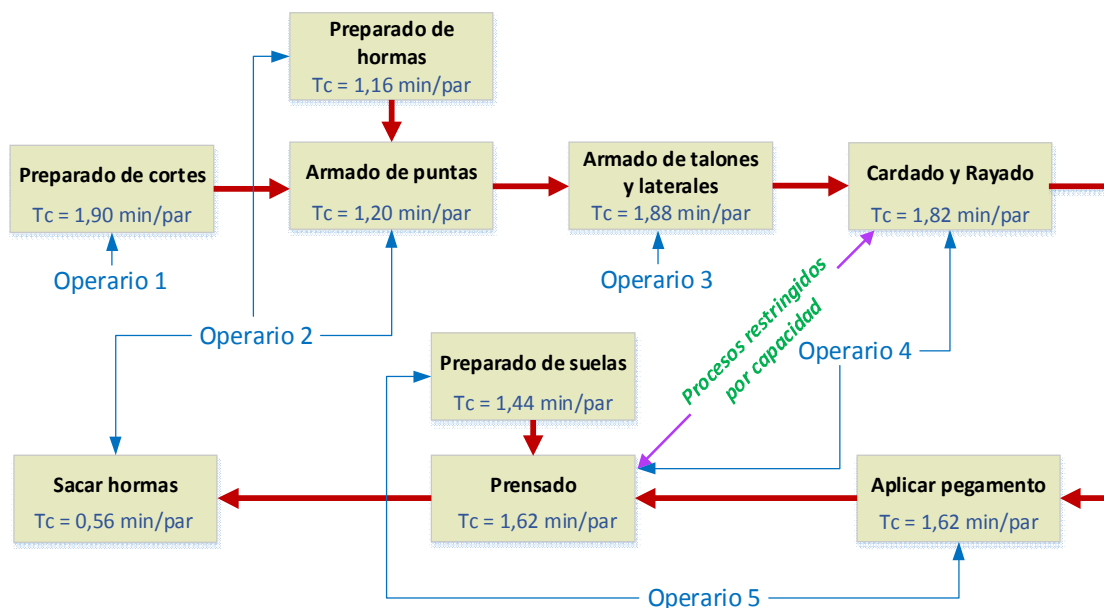


Figura 43. Procesos restringidos por capacidad en operaciones combinadas

4.11.7 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto: método actual

Para determinar el grado de aprovechamiento de la línea de producción que corresponde al área de montaje y conocer la eficiencia y el desequilibrio existente, se utiliza las ecuaciones (2,3), (2,4) y (2,5).

Tabla 38. Informe de los puestos de trabajo: método actual

Informe de los puestos de trabajo				
Nº	Puesto	Tiempo estándar (min/par)	Tiempo Ciclo (min/par)	Saturación
Total	Total línea	13,20		
1	Preparado de cortes	1,90	3,44	55,23 %
2	Preparado de hormas	2,92	3,44	84,88 %
	Armado de puntas			
	Sacar hormas			
3	Armado de talones y laterales	1,88	3,44	54,65 %
4	Cardado y rayado	3,44	3,44	100 %
	Prensado			
5	Aplicar pegamento	3,06	3,44	88,95 %
	Preparado de suelas			
Eficiencia de la línea:			76,74 %	
Coeficiente de desequilibrio:			23,26 %	

Como se puede observar en la Tabla 38, la línea de producción cuenta con 23,26 % de tiempo inactivo, o lo que es lo mismo 76,74 % de eficiencia, por lo tanto, se puede decir

que el grado de aprovechamiento no es el adecuado puesto que se está fabricando solamente las tres cuartas partes de su máxima capacidad.

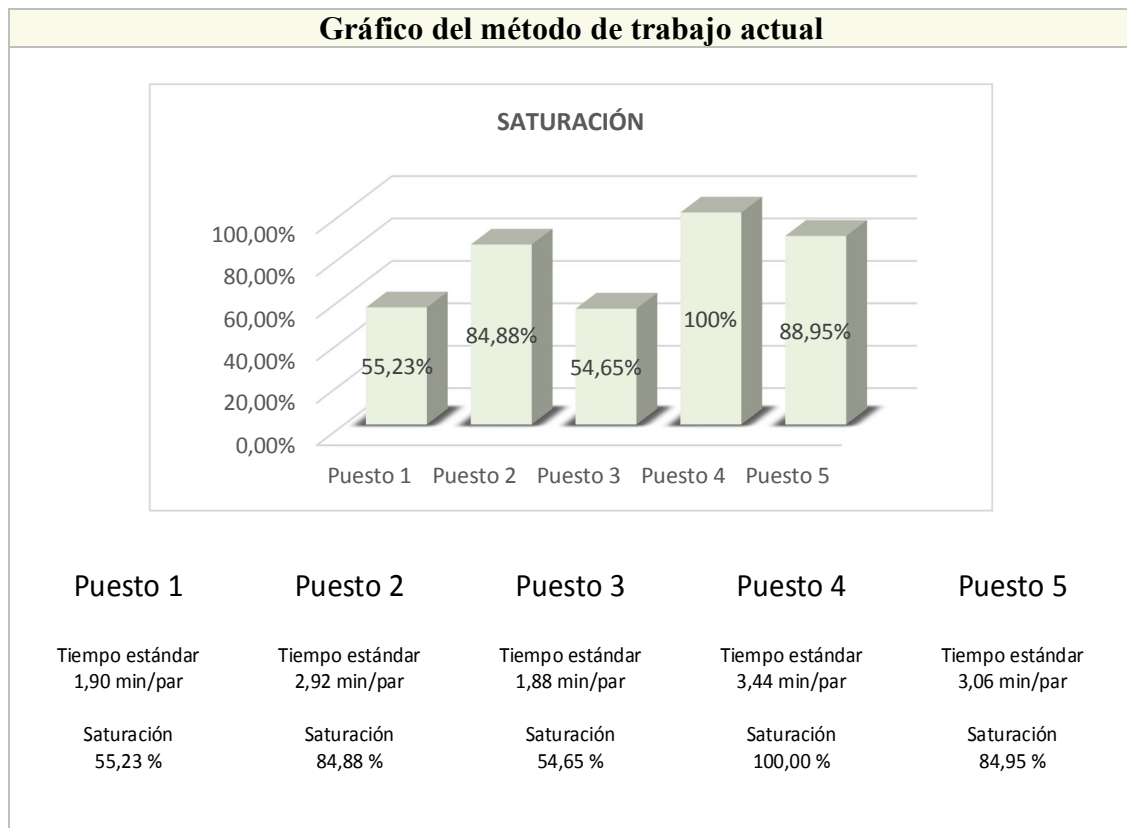


Figura 44. Método de trabajo actual

En este caso la Figura 44 representa de forma gráfica cada uno de los puestos de trabajo presentes en el área de montaje, donde se indica el grado de saturación (utilización) que tiene cada uno de ellos. A simple vista se puede notar que existen diferencias de saturación muy grandes, por lo cual es necesario equilibrar las líneas de producción para intentar nivelarlos.

4.12 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo en el área de montaje

Con los datos obtenidos de los diferentes diagramas y el estudio de tiempos se pudo detectar las operaciones que no añaden valor al producto, por lo tanto, fue necesario eliminarlas. El siguiente paso es utilizar toda esa información para desarrollar un nuevo método de trabajo.

El desarrollo del nuevo método está enfocado a mejorar las operaciones de valor añadido a través de una adecuada disposición del lugar de trabajo, donde no exista

actividades innecesarias, donde se reordene según una sucesión mejor las máquinas, equipos o estaciones de trabajo de tal modo que se consiga un trabajo más fácil y seguro, donde los materiales y herramientas se encuentren en sitios adecuados de fácil acceso para el operario. Sin embargo, debido a que estas modificaciones están muy determinadas por el tamaño de la fábrica y la empresa de calzado GUSMAR no cuenta con el espacio suficiente solo es posible efectuar ciertos cambios, esto se lleva a cabo sin alterar el flujo secuencial que recorre el material.

4.12.1 Equilibrado de líneas de producción

Para solucionar el problema de desigualdad de capacidad de producción de cada uno de los puestos de trabajo y mejorar las operaciones condicionantes las cuales originan despilfarro de recursos (mano de obra y máquina), se procede al equilibrado de líneas considerando las siguientes alternativas:

- **Rediseño:** Una vez que se conoce los métodos de trabajo, es posible rediseñar el método para intentar reducir el tiempo de desequilibrios.
- **Unificar tareas:** En ocasiones es conveniente que dos o más puestos de trabajo puedan unificarse en una sola, tratando en lo posible que estos puestos formen un tiempo de ciclo adecuado y de ese modo obtener una mejor producción.
- **Redistribuir al personal en otras estaciones de la línea:** Para el equilibrado de las líneas es necesario utilizar los recursos de manera óptima, es por esto que, conviene redistribuir al personal en otras estaciones cuando sea posible.

Es evidente que para aumentar la capacidad de producción y nivelarla, se debe considerar en número de empleados presentes en el área de montaje, ya que si se desea aumentar los índices de productividad hay que considerar la relación producto e insumo. Teniendo en cuenta que actualmente existen cinco operarios laborando en el área de montaje, se pretende equilibrar la producción de tal modo que ninguno de ellos tenga tiempos ociosos.

4.12.2 Balanceo de líneas de ensamble

El balanceo de líneas de ensamble se realiza con el objetivo de minimizar el desequilibrio entre operaciones mientras se cumple con la producción requerida, es decir busca ajustar la tasa de producción al personal o plan de producción además de igualar la

carga de trabajo entre operaciones agrupándolas en centros de trabajo, reducir o eliminar el tiempo ocioso y de ese modo lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipos.

Tasa de producción deseada. Teniendo en cuenta que la empresa de calzado GUSMAR opera 40 horas semanales (8 horas por día), y cuenta con 5 empleados en el área de montaje es evidente que se debe planificar una producción que se ajuste al personal, puesto que si se excede en la producción deseada es posible que aumente el número de estaciones de trabajo por lo tanto se necesitara personal adicional para ocupar esos puestos de trabajo.

Para llevar a cabo el balanceo de líneas de ensamble es necesario conocer algunos aspectos que intervienen y son de mucha importancia, entre los cuales se mencionan:

Tiempo de ciclo: Para obtener un balanceo adecuado es necesario que la suma de los tiempos de los elementos de trabajo en cada estación se acerque lo más posible al tiempo de ciclo y que exista un mínimo tiempo ocioso. Sin embargo, debido a las irregularidades de los tiempos de los elementos de trabajo en ocasiones es imposible alcanzar un balanceo totalmente adecuado.

Mínimo teórico: Teniendo en cuenta que cada estación va a ser operada por un trabajador diferente, el número adecuado de estaciones de trabajo maximiza la productividad del trabajador.

Tiempo ocioso, eficiencia y retraso del balanceo: Al obtener el número adecuado de estaciones de trabajo, se garantiza mínimo tiempo ocioso, eficiencia máxima y retraso mínimo del balanceo, es decir, está utilizando todos los recursos de la manera adecuada.

Desarrollo del balance de una línea de ensamble

Los datos iniciales que se requiere para llevar a cabo el balanceo de líneas en el área de montaje de calzado son los siguientes:

Producción diaria: 155 pares de zapatos

Tiempo de producción por día: 480 minutos

Se selecciona una producción de 155 pares por jornada puesto que es el valor que más se ajusta al balanceo de líneas, ya que si se aumenta la tasa de producción los tiempos de las estaciones sobrepasan el tiempo de ciclo.

Es necesario también listar las tareas que comprenden el proceso de producción con sus respectivos tiempos de ensamble y especificar la secuencia de las relaciones de las tareas. La Tabla 39 muestra esta información.

Tabla 39. Pasos y tiempos para el ensamble de zapatos en el área de montaje

Tarea	Tiempo de la tarea (segundos/par)	Descripción	Tareas que deben preceder
A	114,00	Preparado del cortes	-
B	69,60	Preparado de hormas	-
C	72,00	Armado de puntas	A, B
D	112,80	Armado de talones y laterales	C
E	109,20	Cardado y rayado	D
F	97,20	Aplicar pegamento	E
G	86,40	Preparado de suelas	-
H	97,20	Prensado	F,G
I	33,60	Sacar hormas	H
Suma (T)	792,00		

Paso 1. Diagrama de precedencia.

La Figura 45 muestra el diagrama de precedencia del área de montaje, el cual indica que elementos de trabajo deben realizarse antes de que los siguientes puedan comenzar, los puestos de trabajo se representa por medio de círculos mostrando sobre ellos el tiempo requerido para realizar el trabajo correspondiente y las flechas conducen de los puestos de trabajo predecesores a los siguientes.

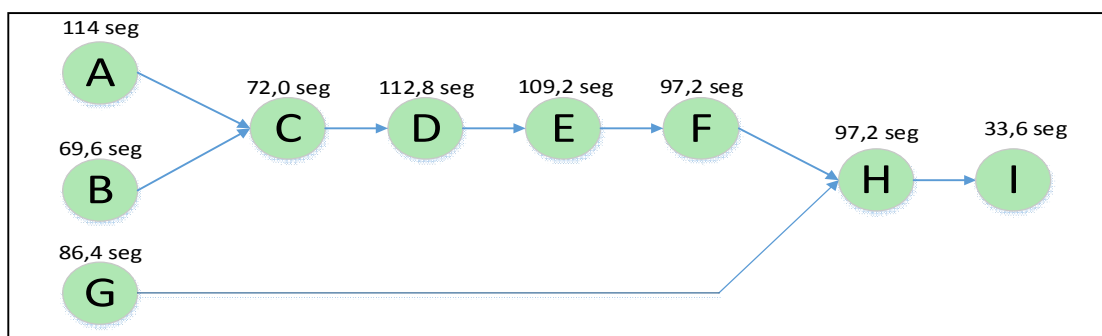


Figura 45. Diagrama de precedencia: Área de montaje

Paso 2. Tiempo de ciclo.

El tiempo de ciclo se halla utilizando la ecuación (2.7).

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día (minutos)}}{\text{Producción requerida por día (pares)}}$$

$$C = \frac{480 \text{ minutos}}{155 \text{ pares}}$$

$$C = 3,10 \text{ minutos}$$

$$C = 185,81 \text{ segundos}$$

Paso 3. Mínimo número teórico de estaciones de trabajo requeridas.

Para determinar el número de estaciones de trabajo se utiliza la ecuación (2.8).

$$Nt = \frac{T}{C}$$

$$Nt = \frac{776,40 \text{ segundos}}{178,88 \text{ segundos}}$$

$$Nt = 4,26 \approx 5 \text{ estaciones}$$

Paso 4. Reglas de asignación.

- a) Es necesario clasificar las tareas por orden de prioridad según el número más alto de tareas subsiguientes, como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40. Tareas subsiguientes

Tarea	Número de subsiguientes
A	6
B	6
C	5
D	4
E	3
F, G	2
H	1
I	0

b) Cuando existen empates como en el caso de las tareas F y G derivados de la primera regla, se debe clasificar por orden de prioridad las tareas con base en las que duren más tiempo, como se indica en la Tabla 41.

Tabla 41. Balanceo basado en las reglas de asignación

Estación	Tarea	Tiempo de la tarea (segundos)	Tiempo restante no asignado (segundos)	Candidatos para la estación
Estación 1	A	114,00	71,81	B
	B	69,60	2,21 Inactivos	-
Estación 2	C	72,00	113,81	D, G
	D	112,80	1,01 Inactivos	-
Estación 3	E	109,20	76,61 Inactivos	-
Estación 4	F	97,20	88,61	G
	G	86,40	2,21 Inactivos	-
Estación 5	H	97,20	88,61	I
	I	33,60	55,01 Inactivos	-

Paso 5. Es necesario representar de forma gráfica las asignaciones de las tareas, las cuales forman la estación de trabajo. La Figura 46 muestra esta representación.

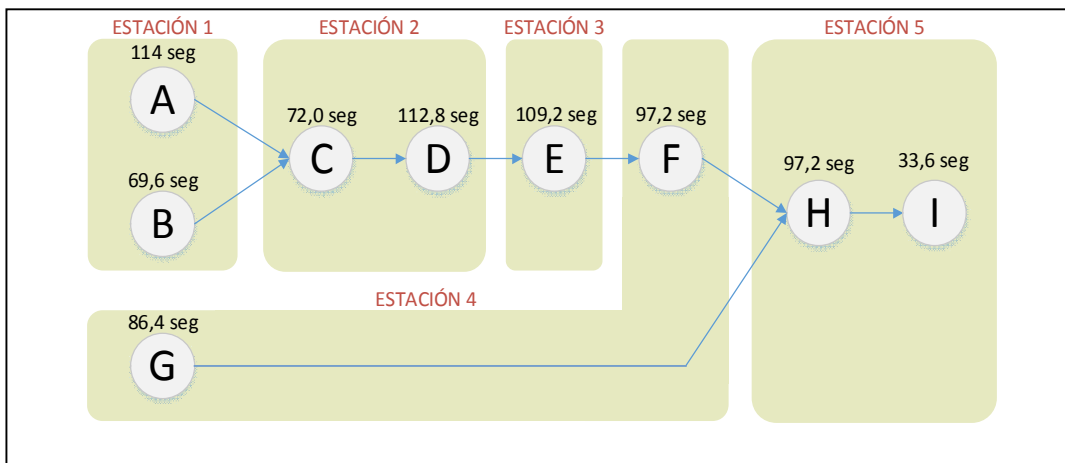


Figura 46. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo: Área de montaje

Paso 6. Evaluar el tiempo ocioso y la eficiencia del balanceo obtenido.

Tiempo ocioso

Para evaluar el tiempo ocioso se utiliza la ecuación (2.9).

$$Tiempo\ ocioso = Na * C - T$$

$$Tiempo\ ocioso = 5 * 185,81\ seg - 792\ seg$$

$$Tiempo\ ocioso = 137,05\ seg.$$

Eficiencia

La eficiencia del balanceo se determina utilizando la ecuación (2.10).

$$Eficiencia = \frac{T}{Na * C}$$

$$Eficiencia = \frac{792\ seg.}{5 * 185,81\ seg.}$$

$$Eficiencia = 85,25\ \%$$

Paso 7. Evaluar la solución.

Se encuentra una solución con cinco estaciones, éste es el mínimo número posible de estaciones con una eficiencia de 85.25% y un tiempo ocioso de 137,05 segundos, para una producción de 155 pares de zapatos por jornada.

Debido a que el balanceo de líneas busca agrupar operaciones con igual carga de trabajo es evidente que los operarios se encarguen de nuevas operaciones o puestos de trabajo distintas a las que ocupaban anteriormente.

4.12.3 Coeficiente de desequilibrio, eficiencia de la línea y saturación del puesto: método perfeccionado

Una vez que se ha determinado nuevas estaciones de trabajo es necesario evaluar que eficiencia se ha conseguido, o lo que es lo mismo, que desequilibrio aún sigue existiendo debido ciertas variaciones en los tiempos de cada estación. Para evaluar este nuevo método de trabajo se utiliza las ecuaciones (2,3), (2,4) y (2,5).

La Tabla 42 muestra esta información en forma detallada.

Tabla 42. Informe de los puestos de trabajo: método perfeccionado

Informe de los puestos de trabajo: método perfeccionado				
Nº	Puesto	Tiempo estándar (min/par)	Tiempo Ciclo (min/par)	Saturación
Total	Total línea	13,20		
1	Preparado de cortes	3,06	3,08	99,35 %
	Preparado de hormas			
2	Armado de puntas	3,08	3,08	100,00 %
	Armado de talones y laterales			
3	Cardado y rayado	1,82	3,08	59,09 %
4	Aplicar pegamento	3,06	3,08	99,35 %
	Preparado de suelas			
5	Prensado	2,18	3,08	70,78 %
	Sacar hormas			
Eficiencia de la línea:			85,71 %	
Coefficiente de desequilibrio:			14,29 %	

Como se puede observar en la Tabla 42, la línea de producción cuenta con 14,29 % de tiempo inactivo, o lo que es lo mismo 85,71 % de eficiencia, por lo tanto, se puede decir que existe una disminución del tiempo inactivo de casi a la mitad.

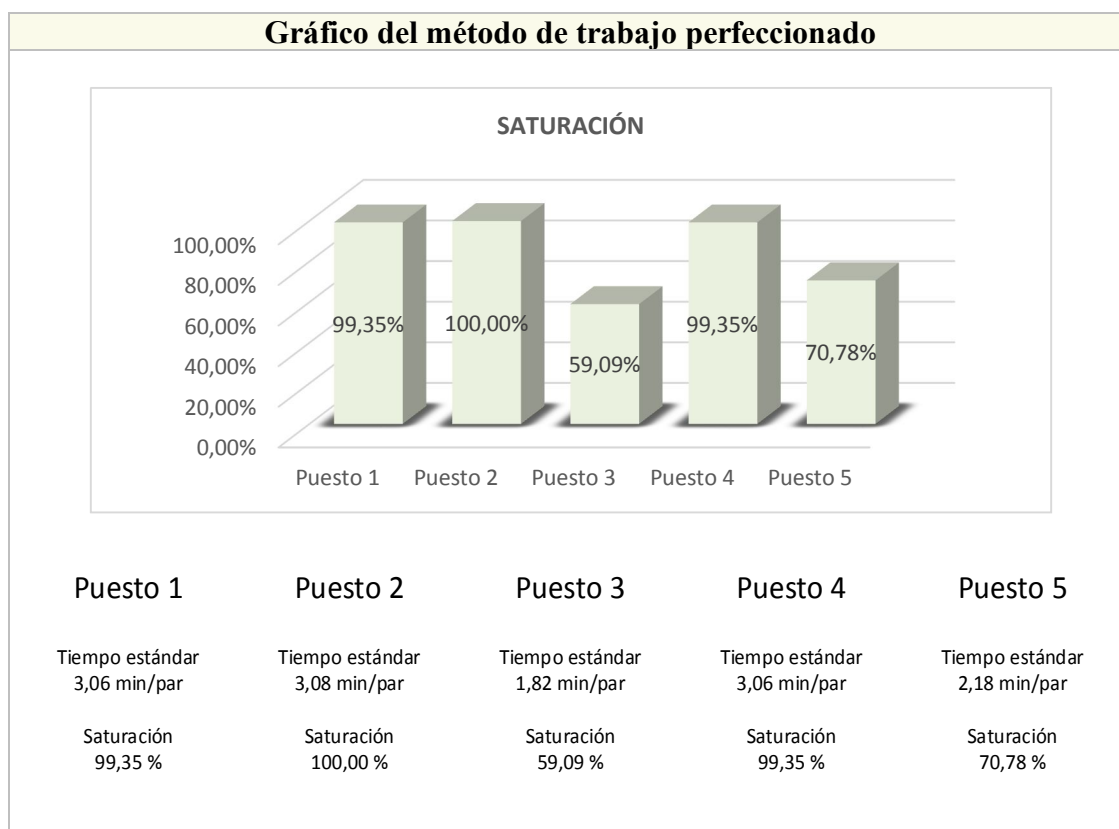


Figura 47. Método de trabajo perfeccionado

La Figura 47 indica que se está aprovechando la mano de obra de mejor manera puesto que la saturación o utilización de los puestos uno, dos y cuatro se encuentra cercanos al valor de 100% el cual es un indicador del aprovechamiento óptimo. Sin embargo, los puestos de trabajo tres y cinco aún tienen tiempos ociosos lo cual puede representar un problema ya que aún sigue existiendo problemas de desequilibrio.

Evaluar otra posibilidad de balanceo utilizando líneas de ensamble

Una segunda posibilidad de equilibrar la producción utilizando balanceo de líneas consiste en asignar nuevamente una tasa de producción deseada, es decir, se va aumentando hasta que el número de estaciones de trabajo no sobrepase de cinco, con esto se garantiza que no hace falta una nueva estación y por ende un nuevo operario.

Los nuevos datos iniciales que se requiere para llevar a cabo el balanceo de líneas en el área de montaje de calzado son los siguientes:

Producción diaria: 180 pares de zapatos

Tiempo de producción por día: 480 minutos

Se selecciona una producción de 180 pares por jornada puesto que es el valor que más se ajusta al balanceo de líneas, ya que si se aumenta la tasa de producción puede traer como consecuencia mayor número de estaciones de trabajo y la necesidad de contar con más operarios.

Paso 2. Tiempo de ciclo.

El tiempo de ciclo se halla utilizando la ecuación (2.7).

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día (minutos)}}{\text{Producción requerida por día (pares)}}$$

$$C = \frac{480 \text{ minutos}}{180 \text{ pares}}$$

$$C = 2,67 \text{ minutos}$$

$$C = 160 \text{ segundos}$$

Paso 3. Mínimo número teórico de estaciones de trabajo requeridas.

Para determinar el número de estaciones de trabajo se utiliza la ecuación (2.8).

$$Nt = \frac{T}{C}$$

$$Nt = \frac{776,40 \text{ segundos}}{178,88 \text{ segundos}}$$

$$Nt = 4,95 \approx 5 \text{ estaciones}$$

Paso 4. Reglas de asignación.

Tabla 43. Balanceo basado en las reglas de asignación

Estación	Tarea	Tiempo de la tarea (segundos)	Tiempo restante no asignado (segundos)	Candidatos para la estación
Estación 1	A	114,00	46,00	B
	B	69,60	-23,60 Requerido	-
Estación 2	C	72,00	88,00	D, G
	D	112,80	-24,80 Requerido	-
Estación 3	E	109,20	50,80 Inactivo	-
Estación 4	F	97,20	62,80	G
	G	86,40	-23,60 Requerido	-
Estación 5	H	97,20	62,80	I
	I	33,60	29,20 Inactivo	-

La Tabla 43 muestra que existen estaciones que requiere tiempo adicional para cumplir con la producción deseada, los tiempos negativos indican esta situación. Por lo tanto si se requiere una producción de 180 pares de zapatos por jornada:

- La estación 1 necesita 23,6 segundos adicionales por par, es decir, 4248 segundos o lo que es lo mismo 70,8 minutos para alcanzar esa producción.
- La estación 2 requiere 24,8 segundos adicionales por par, es decir, 4464 segundos o lo que es lo mismo 74,4 minutos para alcanzar esa producción.
- La estación 4 requiere igualmente 23,6 segundos adicionales por par, es decir, 4248 segundos o lo que es lo mismo 70,8 minutos para alcanzar esa producción.

Por otra parte, existen estaciones con tiempos inactivos, los cuales pueden ayudar al resto de estaciones.

- La estación 3 dispone de 50,8 segundos por par, lo que corresponde a 9144 segundos, es decir, 152,4 minutos para la producción de 180 pares de zapatos.
- La estación 5 dispone de 29,20 segundos por par, lo que corresponde a 5256 segundos, es decir, 87,6 minutos para la producción de 180 pares de zapatos.

Según el análisis efectuado es posible alcanzar el estándar de producción de 180 pares de zapatos por jornada puesto se está distribuyendo de manera óptima el personal hacia los distintos puestos de trabajo, de tal modo que todos tengan igual carga de trabajo.

La Figura 48 representa las dos estaciones con tiempos inactivos, es decir, la estación tres y cinco, las cuales según el tiempo que disponen se les envía a ayudar al resto de estaciones, de tal modo que se alcance el estándar de producción deseado.



Figura 48. Equilibrado de líneas de producción

El operario de la estación tres puede ayudar a la estación uno y dos debido a que este dispone de un tiempo similar al que requiere las estaciones uno y dos. De igual manera el operario de la estación cinco puede ayudar en la estación cuatro ya que el tiempo que requiere como el que dispone son muy similares.

Paso 5. La representación gráfica de las estaciones de trabajo no ha cambiado, puesto que no se aumentado ni disminuido estaciones, según muestra la Figura 49.

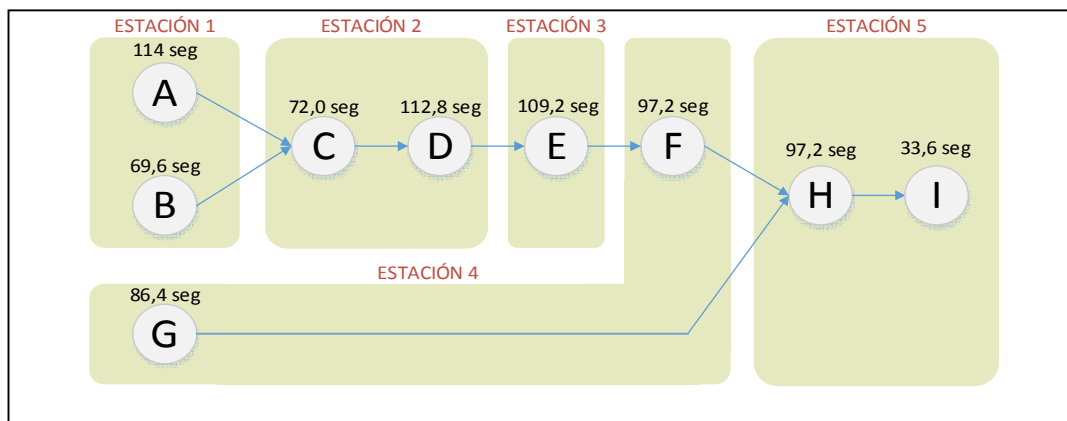


Figura 49. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo: Área de montaje

Paso 6. Evaluar el tiempo ocioso y la eficiencia del balanceo obtenido.

Tiempo ocioso

Para evaluar el tiempo ocioso se utiliza la ecuación (2.9).

$$Tiempo\ ocioso = Na * C - T$$

$$Tiempo\ ocioso = 5 * 160\ seg - 792\ seg.$$

$$Tiempo\ ocioso = 8\ seg.$$

Eficiencia

La eficiencia del balanceo se determina utilizando la ecuación (2.10).

$$Eficiencia = \frac{T}{Na * C}$$

$$Eficiencia = \frac{792\ seg.}{5 * 160\ seg.}$$

$$Eficiencia = 99,00\ %$$

Paso 7. Evaluar la solución.

Con el nuevo balanceo de las líneas se obtiene una eficiencia del 99 % y un tiempo ocioso de 8 segundos para una producción de 180 pares de zapatos por jornada. Lo cual resulta sumamente satisfactorio puesto que se está utilizando los recursos de manera óptima. La nueva designación de los operarios a los diferentes puestos de trabajo se muestra en la Figura 50.

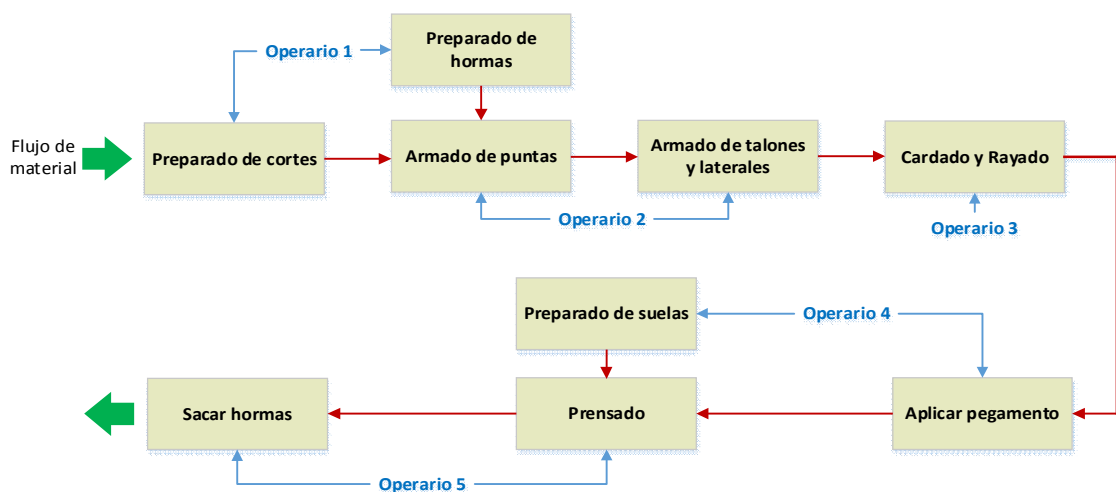


Figura 50. Flujo general del proceso con nueva designación de operarios

4.12.4 Medición de la productividad

La productividad es una medida de la salida (los resultados) dividida entre la entrada (los recursos). De acuerdo al análisis efectuado es posible medir la productividad con la producción actual y la propuesta tomando en consideración que actualmente la empresa de calzado GUSMAR produce de 130 a 140 pares de zapatos y equilibrando las líneas es posible llegar a 180 pares por jornada. Al utilizar la ecuación (2.6) se tiene:

$$Actual = \frac{Salida = 140 \text{ pares por día}}{Entrada = 5 \text{ personas} * 8 \text{ horas por día}} = \frac{140}{40} = 3,5 \text{ pares por horas de trabajo}$$

$$Mejorada = \frac{Salida = 180 \text{ pares por día}}{Entrada = 5 \text{ personas} * 8 \text{ horas por día}} = \frac{180}{40} = 4,5 \text{ pares por horas de trabajo}$$

Incremento del 28,57 por ciento de la productividad.

4.12.5 Detalles del balanceo de líneas de producción

Una vez que se ha designado las estaciones de trabajo mediante el balanceo de líneas de ensamble, es posible entrar a mayores detalles para conocer el comportamiento de cada estación con su respectivo operario y de ese modo corroborar con los resultados obtenidos del balanceo realizado anteriormente.

En la Tabla 44 se detalla todos y cada uno de los parámetros que intervienen en el equilibrado de las líneas de producción, además también muestra la máxima capacidad de producción que se puede alcanzar unificando adecuadamente las tareas y utilizando de manera óptima el recurso humano al igual que el balanceo de líneas de ensamble.

A continuación se realiza una breve explicación de cada campo:

- **Producción por hora:** Indica la cantidad de pares de zapatos que se puede producir en una hora. Esto se consigue al dividir 1 hora para el tiempo estándar.
- **Producción por jornada:** Representa la cantidad de pares de zapatos que se puede fabricar en una jornada completa. Esto se consigue al dividir el tiempo de producción por día (8 horas) para el tiempo estándar.
- **Horas hombre:** Indica el número de horas que se necesita para cumplir la producción requerida. Para obtener este valor es necesario dividir la producción requerida por día para la producción por hora.

- **Empleados requeridos:** Representa la cantidad de empleados que son necesarios para cumplir con la producción que se requiere. Esto se consigue al dividir las horas hombre (total de horas) para el tiempo de producción por día (8horas).

Tabla 44. Capacidad de producción balanceada

OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (min/par)	PRODUCCIÓN BALANCEADA			
		PROD. HORA (par/hora)	PROD. JORNADA (par/jornada)	HORAS HOMBRE (horas)	EMPLEADOS REQ. (Núm. empleados)
Preparado de cortes	1,90	19,61	157	9,18	1,15
Preparado de hormas	1,16				
Armado de puntas	1,20	19,48	156	9,24	1,16
Armado de talones y laterales	1,88				
Cardado y rayado	1,82	32,97	264	5,46	0,68
Aplicar pegamento	1,62	19,61	156	9,18	1,15
Preparado de suelas	1,44				
Prensado	1,62	27,52	220	6,54	0,82
Sacar hormas	0,56				
Total horas (horas)			39,60		
Tiempo de producción por día (horas)			8		
Producción requerida (pares)			180		
Empleados requeridos			4,95		

La Tabla 44 da a conocer que aún después de equilibrar la producción y de igualar la carga de trabajo entre operaciones agrupándolas en nuevos centros de trabajo, existen operaciones que son capaces de producir más que el resto (Cardado rayado, Prensado y Sacar hormas) y requieren de menor tiempo para cumplir con la producción deseada (horas hombre), es decir, no se utiliza en su totalidad el recurso humano (empleados requeridos), esto se debe a la desigualdad en los tiempos de fabricación, sin embargo, teniendo en cuenta que en la mayor parte de las empresas el apoyo laboral forma parte de una estrategia para ser más productivos, es posible que los operarios se ayuden mutuamente, es decir, colaborar en las operaciones con menor capacidad de producción al igual que se realiza con el balanceo de líneas de ensamble.

Evaluar la solución

La producción a la cual es posible llegar distribuyendo adecuadamente el trabajo a los operarios corresponde a 180 pares por jornada, este valor corresponde al valor máximo al cual es posible llegar, puesto que si se aumenta el valor de la producción requerida, de igual manera, aumentará al número de operarios requeridos, es decir, sobrepasará el número de operarios existentes en el área de montaje.

4.12.6 Redistribución del área de montaje

Para la redistribución del área de montaje primeramente se empieza por modificar cada una de las estaciones de trabajo con mayores dificultades ya sea por ubicación de máquinas, mesas y estantes o por la presencia de operaciones de no valor añadido.

Seguidamente se evalúa que el recorrido que sigue el material sea lo más adecuado, de tal modo que se evite en lo posible cualquier retroceso o movimiento inapropiado.

Para asegurar que el trabajo se desarrolle en mejores condiciones, es necesario diferenciar el espacio de cada puesto de trabajo dotándoles de la correspondiente señalización mediante líneas de demarcación, el cual según la norma estándar para la aplicación de colores de control de riesgos (NECC 2) establece que tenga de 5 a 12 cm de ancho.

Otro aspecto importante a considerar es que los materiales y herramientas deben ubicarse en los mejores sitios del área de trabajo de tal modo que sea de fácil acceso para los operarios.

Además también se intenta adaptar el puesto de trabajo al operario, de tal modo que las condiciones ergonómicas sean lo bastante adecuadas.

Son pequeños los cambios que se llevan a cabo, puesto que en la empresa de calzado GUSMAR tanto la gerencia como el personal conocen la secuencia por la cual debe recorrer el material y el orden que se ubica los puestos de trabajo, encontrando como el mayor problema el espacio con el que cuenta actualmente el área de montaje ya que este es muy reducido.

Cada uno de estos cambios efectuados se esquematiza en la Figura 51.

Figura 51. Diagrama de recorrido mejorado del área de montaje

4.12.7 Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado

Tabla 45. Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado











Cursograma analítico		Operario / material / equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1 de 3	Resumen							
Objeto: Zapato deportivo GM 726		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Fabricación de zapatos en el área de montaje. Método: Propuesto.		Operación 	39	38	1				
		Transporte 	3	1	2				
		Espera 	16	15	1				
		Inspección 	8	7	1				
		Almacenamiento 	0	0	0				
Lugar: Empresa de calzado GUSMAR.		Distancia (m)	10,05	1,00	9,05				
		Tiempo (min)	5,98	5,88	0,10				
Operario(s): Personal de producción de montaje.		Costo							
Realizado por: Christian Tigse Fecha: 10/05/14		Mano de obra							
Aprobado por: Ing. Víctor Espín		Material							
		Total							
		-	-	-					
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
									
Cortes en espera de montaje	6	-	-						
Reactivar puntera termo adherible	-	-							Sobre máquina conformadora de puntas
Colocar puntera termo adherible dentro de la punta del corte y prensar	-	-	0,08						Máquina conformadora de puntas
Aplicar látex dentro de la puntera del corte.	-	-	0,09						Cabina de aplicación de látex
Colocar pega en contrafuerte y en el interior del talón del corte	-	-	0,23						Manualmente
Unir el contrafuerte al talón del corte y aplicar pega en el talón y el contorno del corte.	-	-	0,23						
Colocar pasadores de prueba al corte.	-	-							
Inspección del corte.	-	-	0,21						
Puesto en mesa en espera.	-	-	-						
Clasificar hormas por tipo y tallas.	-	-							
Colocar en estante en pares.	-	-	0,08						
Transportar a máquina grapadora de plantillas.	-	1,00	-						Estante móvil
Seleccionar y organizar plantillas de armado.	-	-							
Unir horma con plantilla de armado, acomodar y grapar.	-	-	0,14						Máquina grapadora de plantillas
Refilar las partes excesivas de plantilla de armado.	-	-							Máquina refileadora de plantillas
Revisar refilado de plantilla.	-	-	0,17						
Aplicar pega en plantilla de armado.	-	-	0,13						Manualmente
En espera de secado en estante de armado de puntas.	6	-	-						
Vaporizar punta.	-	-	0,04						Vaporizadora de puntas

Tabla 45. Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado (continuación 1)

Cursograma analítico				Operario / material / equipo						
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 2 de 3				CONTINUACIÓN						
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones	
				○	➔	D	□	▽		
Unir y acomodar corte vaporizado con horma preparada.	-	-	0,16	●						Manua lmente
Armar punta.	-	-	0,20	●						Máquina amadora de punta s
Retirar el corte armado de la máquina y martillar.	-	-		●						
Revisar armado.	-	-	0,08							
Colocado en estante de armado de talones.	6	-	-							
Reactivar talón y laterales en horno.	-	-	0,08	●						Homo reactivador de ta lones
Llevar a soporte de hormas y armar laterales con pinza de mano.	-	-	0,29	●						Manua lmente
Retirar grapas de la plantilla.	-	-	0,10	●						
Armar talón.	-	-		●						Máquina amadora de ta lones
Revisar armado de talón.	-	-	0,20							
Desarrugar zonas del cuero.	-	-		●						Máquina desarrugadora
Revisar corte armado.	-	-	0,06							
Colocar en horno envejecedor en pares	6	-	0,12	●						Homo envejecedor
Retirar el corte armado del horno envejecedor y colocar en estante.	-	-	0,02							Manua lmente
Rebajar o cardar el cuero excesivo de la base del corte armado.	-	-	0,19	●						Máquina cardadora
Seleccionar suela de la misma talla y rayar los bordes del corte armado.	-	-	0,25	●						Rayador
Cardar zona rayada y limpiar.	-	-		●						Máquina cardadora
Revisar el cardado del corte armado.	-	-	0,36							
Colocado en estante de aplicación de pega.	6	-	-							
Aplicar solución Primer en superficie cardada.	-	-	0,32	●						Manua lmente
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00							Al ambiente
Aplicar pega en superficie cardada.	-	-	0,40	●						
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00							Al ambiente
Ordenar cortes armados en el estante de prensado.	6	-	0,03							
Colocar suelas en cabina de preparación de suelas.	-	-	-	●						A mano
Aplicar limpiador en suela.	-	-	0,17	●						Manua lmente






Tabla 45. Cursograma analítico del área de montaje: método mejorado (continuación 2)

Cursograma analítico				Operario / material / equipo					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 3 de 3									
CONTINUACIÓN									
Descripción	Cantidad (pares)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Aplicar Halogenante en suela.	-	-	0,20						
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Aplicar pega en suela.	-	-	0,27						
Colocar en estante en espera que se seque.	-	-	15,00						Al ambiente
Ordenar las suelas en el estante de prensado.	6	-	0,03						
Reactivado del pegamento de la suela y corte armado en horno.	-	-	0,10						Horno reactivador de suelas
Unir y acomodar la suela en el corte armado.	-	-							Manualmente
Colocar en prensadora de suelas y prensar.	-	-	0,49						Máquina prensadora
Retirar el zapato prensado y revisar.	-	-							
Enfriar zapato.	6	-	0,11						Horno enfriador
Retirar zapato del horno enfriador y sacar pasadores de prueba.	-	-	0,08						
Colocar zapato en soporte de hormas.	-	-							
Sacar la horma del zapato.	-	-							
Colocar en estante de terminado.	-	-	0,13						
Colocar hormas en estantería.	-	-	0,04						
Total	6	1,00	5,88	38	1	15	7	0	

Como se puede observar en el cursograma analítico del método mejorado, existe una disminución de los transportes, demoras, inspecciones y operaciones de no valor añadido lo cual resulta beneficioso para mejorar el desempeño del área de montaje y de ese modo aumentar la producción.

La Tabla 46, muestra un cuadro de resumen donde se detalla las mejoras llevadas a cabo en el proceso de montaje.

Tabla 46. Resumen del cursograma analítico: método de trabajo mejorado en el área de montaje

Resumen							
Actividad		Actual		Propuesto		Economía	
		Número de pasos	Distancia (metros)	Número de pasos	Distancia (metros)	Número de pasos	Distancia (metros)
Operación		39	-	38	-	1	0
Transporte		3	10,05	1	1,00	2	9,05
Demora		16	-	15	-	1	0
Inspección		8	-	7	-	1	0
Almacenamiento		0	-	0	-	0	0

Según se observa en la tabla de resumen, con el nuevo método se ha reducido considerablemente el número de actividades no productivas. La cantidad de operaciones ha disminuido de 39 a 38 por la eliminación de la búsqueda de suelas para el rayado por considerarse innecesaria ya que al tener todo organizado y de fácil acceso ya no se requiere de esta operación. Considerando que los transportes son innecesarios puesto que aumentan el tiempo de fabricación se eliminan 2 y se disminuye 1 consiguiendo una economía de 9,05 metros. Con respecto a las demoras se consigue disminuir de 16 a 15 consiguiendo una economía de 1. Finalmente las inspecciones se han reducido de 8 a 7 consiguiendo una economía de 1. Las demás actividades se mantienen puesto que forman parte del trabajo productivo, por lo tanto no es posible modificarlas.

4.12.8 Interpretación de resultados del nuevo método de trabajo

Para mejorar el actual método de trabajo fue necesario reformar las operaciones con mayores problemas tanto de ubicación de las máquinas como de distancias innecesarias. Estas mejoras se detallan a continuación:

- Debido a que la operación preparado de cortes se encuentra actualmente muy cerrada con poco espacio lo cual dificulta al operario para que pueda efectuar su trabajo y salir de esta operación hacia otra, se opta por redistribuir las máquinas mesas y estantes logrando mejorar el flujo del material y eliminando la distancia innecesaria de esa operación a la siguiente.
- En la operación preparado de hormas se disminuye una distancia de 1,90 a 1,00 metro, además se adecua de mejor manera las máquinas para que el operario pueda desempeñar de mejor manera su trabajo.
- En la operación cardado y rayado se elimina una operación de no valor añadido por considerarse innecesaria, consiguiendo mejorar el tiempo de esta operación.

- En la operación aplicar pegamento se elimina una distancia innecesaria logrando mejorar el flujo del material y aumentando el nivel de producción.

Además también, para equilibrar la producción se agrupa los puestos de trabajo en estaciones de tal modo que el tiempo en cada una de ellas sea lo bastante similar, colocando en cada estación a un trabajador, y de ese modo se consigue elevar la producción de 140 pares de zapatos a 180 pares lo que representa un aumento de productividad del 28,57 %.

Debido a que este incremento de producción representa ganancias para la empresa es conveniente determinar el ingreso en ventas:

- Según datos otorgados por la empresa el promedio del costo de un par de zapatos corresponde a 29,55 dólares, por lo tanto, para la producción actual de 140 pares/día se tiene un ingreso en ventas de 4.137 dólares. Mediante el estudio de métodos se alcanza una producción de 180 pares/día lo cual representa un ingreso de 5.319 dólares. Por lo tanto la diferencia entre estos dos montos corresponde a 1.182 dólares, que representa ganancia para la empresa.

4.13 Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo

Para alcanzar el estándar de producción deseado es necesario que dentro de la empresa se ejecute un programa de diversificación de habilidades, para que en un momento dado un operario pueda desempeñar cualquier función dentro del proceso. De tal modo que, una vez que se ponga en marcha el nuevo método de trabajo los operarios del área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR se acoplen sin ningún problema y sigan el método prescrito.

4.14 Aplicar en nuevo método de trabajo

Una vez realizado cada uno de los pasos del procedimiento del estudio de métodos es posible aplicar el nuevo método ya que los cambios propuestos se llevan a cabo en el mismo sitio de estudio, es decir, en el mismo lugar con el que cuenta actualmente la empresa, puesto que se intenta dar una solución rápida a los problemas presentes. Por otra parte, si la empresa de calzado GUSMAR continúa con el método de trabajo actual puede presentar pérdidas debido a que no se está aprovechando sus recursos de manera óptima.

Sin embargo, es necesario aclarar que las condiciones de trabajo aun no son las adecuadas puesto siguen estando presentes varios problemas entre los cuales se mencionan:

- Los operarios no cuentan con el suficiente espacio para realizar sus actividades ya que no se cumple con las normas de seguridad y salud en el trabajo.
- Las máquinas y equipos necesarios para fabricar los zapatos se encuentran muy cerca unas de otras aun cuando se llevó a cabo la mejora del método.

Teniendo presente estos aspectos se ve la necesidad de crear una distribución totalmente nueva en la cual se considere el espacio adecuado para las máquinas, materiales y operarios, la secuencia ordenada de cada estación y los aspectos legales de seguridad, de tal modo que se obtenga el mayor beneficio a favor de la empresa.

4.15 Distribución de la nueva instalación para el área de montaje

Con el estudio de métodos y tiempos que se llevó a cabo fue posible conocer todos y cada uno de los problemas presentes en el área de montaje. Por lo tanto, con toda la información recolectada y analizada es posible llevar a cabo la propuesta de la nueva distribución.

Importancia de la nueva distribución

La importancia que tiene la distribución de planta en el área de montaje es que permite hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, al mismo tiempo más segura y agradable para los empleados, permite una mejor utilización del espacio, disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores y sobretodo posibilita el incremento de la producción.

Restricciones

Para tener la seguridad de distribuir adecuadamente los puestos de trabajo en el área de montaje, es necesario analizar ciertas restricciones que influyen directamente en el proceso de producción:

- **Restricciones de precedencia:** En este caso es necesario considerar qué operaciones deben realizarse antes que las demás, siguiendo el orden predeterminado.

- **Restricciones de zona:** Las operaciones preparado de cortes y preparado de hormas deben estar lo más cerca posible de la operación armado de puntas ya que de lo contrario no podrá fluir el material de manera adecuada. De igual manera las operaciones aplicar pegamento y preparado de suelas deben encontrarse cerca de la operación prensado, sin embargo estas dos operaciones deben mantenerse aislada por la posible emanación de olores de los pegantes.

4.15.1 Tipo de distribución a implementar

La selección del tipo de distribución depende en gran parte de la estructura de los procesos y la secuencia que debe seguir el material en proceso hasta convertirse en producto terminado. En las empresas de calzado generalmente la maquinaria y equipos necesarios para fabricar el producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo a la secuencia de fabricación. Por tal motivo para llevar a cabo la distribución en el área de montaje de la empresa de calzado GUSMAR se utiliza una distribución en línea de producción o de ensamble.

Distribución en línea de producción o de ensamble: Se utiliza cuando la producción es continua, donde los puestos de trabajo se sitúan uno al lado del otro siguiendo un orden predeterminado, es decir, las máquinas y equipos necesarios para fabricar el producto se disponen unos a continuación de otros. En el área de montaje el producto va pasando por los puestos de trabajo a medida que se les va haciendo las operaciones correspondientes, según la secuencia u orden que marca la propia evolución del producto a lo largo del proceso de fabricación.

Línea de circulación en forma de U: Esta distribución es más flexible a la hora de poder regular la capacidad de producción, puesto que el número de operarios que la atienden puede variar adaptándose al flujo, es decir, aprovecha mejor el espacio y aumenta la flexibilidad. Otra gran ventaja es que tanto la entrada como la salida del proceso están en el mismo extremo, permitiendo que el producto entre y salga desde una misma posición.

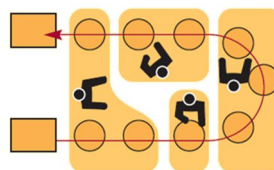


Figura 52. Línea de circulación en U

4.15.2 Requerimientos de espacio según el método de Guerchet

Para determinar el espacio necesario de cada puesto de trabajo que comprende el área de montaje se usa el método de Guerchet, el cual permite evaluar el espacio físico para tener una aproximación del área requerida. Este método se realiza con el propósito de tener el espacio adecuado para los equipos, máquinas y todos los recursos necesarios para la fabricación del producto.

Para esto se listan las máquinas, equipos y el total de trabajadores que se requieren para la fabricación que a continuación se presenta en la Tabla 47.

Tabla 47. Equipos productivos: Área de montaje

Operación	Máquina/equipo/mobiliario	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Tipo de elemento Estático/Móvil
PREPARADO DE CORTES	Mesa de trabajo	150	70	168	E
	Conformadora de puntas	50	35	138	E
	Cabina de dar pega	80	60	182	E
	Estante	103	103	184	E
PREPARADO DE HORMAS	Estantería de hormas	283	71	200	E
	Máquina grapadora	35	35	138	E
	Máquina retiladora	48	48	120	E
	Coche móvil (hormas)	105	25	85	M
ARMADO DE PUNTAS	Vaporizadora de puntas	67	50	125	E
	Armadora de puntas	165	123	208	E
	Estante (zapatos armados)	105	25	85	E
ARMADO DE TALONES	Horno reactivador	42	32	80	E
	Soporte de hormas	65	50	100	E
	Armadora de talones	120	60	173	E
	Máquina desarrugadora	68	47	168	E
	Horno envejecedor	169	68	121	E
CARDADO Y RAYADO	Estante	120	26	89	E
	Máquina cardadora	103	105	250	E
	Estante zapatos cardados	94	45	135	E
APLICAR PEGA	Mesa de trabajo	96	63	87	E
PREPARADO DE SUELAS	Cabina de dar pega	100	65	152	E
	Estante	70	70	180	E
PRENSADO	Estante	130	26	92	E
	Horno reactivador de suelas	56	52	150	E
	Máquina prensadora	78	50	167	E
	Horno enfriador	177	76	137	E
SACAR HORMAS	Soporte de hormas	65	50	100	E
	Estante de zapatos	151	25	80	E
NÚM. OPERARIOS: 5		Altura promedio: 167 cm			M

El número de operarios presentes en el área de montaje corresponde a cinco, debido a la variación en su estatura se opta por obtener el promedio de ellos el cual corresponde a 167 cm, el mismo que se anota al final de la columna altura de la Tabla 47.

Una vez determinada la cantidad de equipos productivos necesarios para cada puesto de trabajo, se procede a evaluar la superficie que se precisa para los mismos utilizando ciertos parámetros correspondientes a este método.

Tabla 48. Parámetros del método de Guerchet

Abreviado	Descripción	Ecuación
n	Numero de lados operativos	-
Hm	Altura promedio de los elementos móviles	-
Hf	Altura promedio de los elementos fijos	-
K	Coefficiente de superficie evolutiva	$K = Hm / 2 Hf$
S _{es}	Superficie estática	$S_{es} = largo * ancho$
S _g	Superficie de gravitación	$S_g = S_{es} * n$
S _{ev}	Superficie de evolución	$S_{ev} = (S_{es} + S_g) * k$
St	Superficie total	$S_t = S_{es} + S_g + S_{ev}$

Para obtener la superficie necesaria de cada puesto de trabajo, como **primer paso** se determina el coeficiente de evolución K , el cual se utiliza para el cálculo de la superficie de evolución. Y como **segundo paso** se determina la superficie total S_t , la cuál vendrá dada por la suma de tres superficies parciales: la superficie estática, de gravitación y de evolución, utilizando las ecuaciones correspondientes de la Tabla 48.

Adicionalmente a la suma total se añade un porcentaje de seguridad del 5%, considerando necesario puesto que para la distribución se ve la necesidad de utilizar líneas de demarcación para separar cada puesto de trabajo.

El Anexo 7 muestra a detalle el cálculo de la superficie requerida de cada puesto de trabajo utilizando los dos pasos descritos en el acápite anterior. El resultado correspondiente del cálculo efectuado se muestra en la Tabla 49, en el cual se define la dimensión total que requiere el área de montaje mediante la sumatoria de cada uno de las superficies obtenidas.

Es necesario aclarar que la dimensión total que se obtiene aun no es el tamaño total que requiere el área de montaje, puesto que se debe añadir los espacios destinados para los corredores principales, secundarios (en caso de que sea necesario) y cualquier otro que requiera la nueva distribución.

Tabla 49. Superficie total requerida: Área de montaje

Operación	Superficie total (m²)
Preparado de hormas	8,18
Preparado de cortes	8,70
Armado de puntas	9,61
Armado de talones y laterales	11,17
Cardado y rayado	6,51
Aplicar de pegamento	3,73
Preparado de suelas	4,37
Prensado	10,28
Sacar hormas	2,84
SUPERFICIE TOTAL	65,39 m²

Según la Tabla 49 la superficie total que requieren todas las operaciones del área de montaje corresponde a 65,39 m², esta área es la que se tomará de referencia para diseñar la nueva distribución y sobre ella se ubicaran los distintos puestos de trabajo con sus respectivos equipos y máquinas.

4.15.3 Método de distancia ponderada

Para evaluar localizaciones con base en factores de proximidad se utiliza el método de distancia ponderada, el objetivo que se persigue es tratar de minimizar el puntaje de distancia ponderada w_d mediante la selección de una distribución adecuada, colocando juntos los centros según la secuencia de producción.

Para llevar a cabo este método es necesario seguir varios pasos los mismos que permiten encontrar la distribución más apropiada de los puestos de trabajo y de ese modo optimizar el flujo de producción. Estos pasos se presentan a continuación:

Paso 1. Reunir información.

Requisitos de espacio por centro: Los requisitos de espacio para cada área de trabajo expresados en metros cuadrados, corresponde a los mismos valores obtenidos mediante el método de Guerchet expuestos en la Tabla 49, estos valores son de utilidad para llevar a cabo la distribución detallada cuando ya se haya encontrado la adecuada ubicación y ordenación de los puestos de trabajo.

Factor de cercanía: Es necesario saber qué centros tienen que estar situados cerca unos de otros. El factor de cercanía son indicadores de la necesidad de proximidad, en la cual

se utiliza una escala del 0 al 10; siendo el 10 el valor que se designa para los departamentos con mayor proximidad y el 0 para los de menor.

La Tabla 50 muestra la matriz de cercanía entre los puestos de trabajo del área de montaje que da una medida de la importancia de cada par de departamentos que se localizan cerca uno de otro.

Tabla 50. Factor de cercanía del área de montaje

Factores de cercanía										
Puestos de trabajo		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Preparado de cortes	-	8	10	6	5	4	3	2	1
2	Preparado de hormas		-	10	6	5	4	3	2	10
3	Armado de puntas			-	10	6	5	4	3	2
4	Armado de talones y laterales				-	10	6	5	4	3
5	Cardado y rayado					-	10	6	5	4
6	Aplicar de pegamento						-	8	10	6
7	Preparado de suelas							-	10	6
8	Prensado								-	10
9	Sacar hormas									-

Paso 2. Crear un plano de bloques.

En un plano de bloques se asigna el espacio y se indica la posición de cada departamento. Al tratar de modificar la distribución de una instalación existente, se requiere un plano de bloques actual y uno propuesto para evaluar un mejoramiento. La Figura 53 muestra el plano de bloques de la distribución actual en el área de montaje, este diagrama se encuentra numerado y con flechas indicando la secuencia que sigue el material por cada puesto de trabajo.

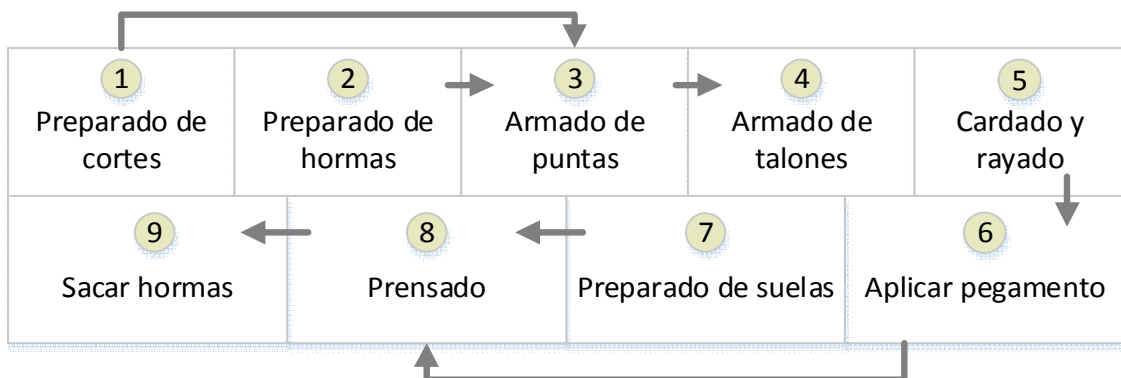


Figura 53. Plano de bloques del área de montaje: distribución actual

Es necesario indicar que en la fabricación del calzado el material sigue una secuencia ordenada, los cambios que se hacen no altera el flujo de producción puesto que en ciertas operaciones el material en proceso debe dirigirse a una sola operación específica, como es el caso de las operaciones preparado de cortes y preparado de hormas; estas dos se dirigen específicamente a la operación armado de puntas y las operaciones aplicar pegamento y preparado de suelas deben dirigirse hacia la operación prensado.

La Figura 54 muestra el plano de bloques de la distribución propuesta en el área de montaje, donde se hizo dos cambios importantes. El primero, se ubica las operaciones preparado de cortes y preparado de hormas muy cerca de la operación armado de puntas, el segundo, de igual manera a las operaciones aplicar pegamento y preparado de suelas se los coloca cerca de la operación prensado. Estos cambios no alterado el flujo de producción, mas bien intenta mejorar el recorrido de los materiales hacia las operaciones armado de puntas y prensado.

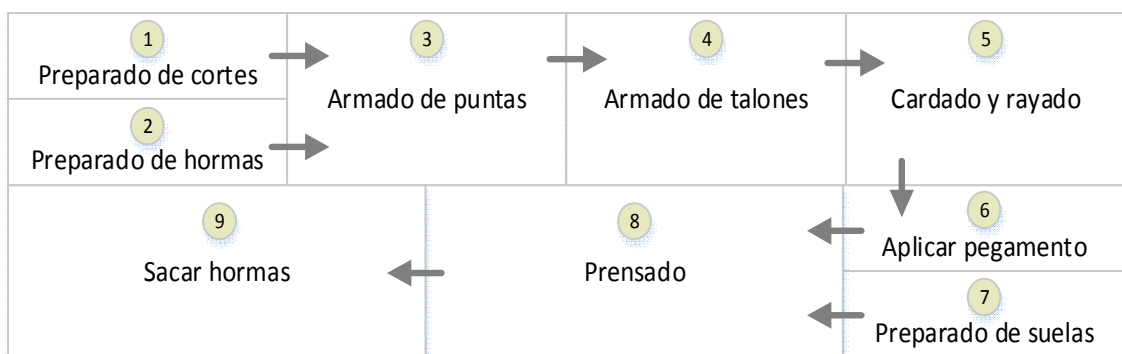


Figura 54. Plano de bloques del área de montaje: distribución propuesta

Cálculo del puntaje de distancia ponderada (wd)

Para calcular la distancia entre departamentos (d), se empieza por agrupar en pares cada uno de ellos y se contabiliza la distancia que recorre desde el primer departamento hacia el siguiente. Es decir, el número de unidades que recorre de un departamento al otro según los planos de bloques actual y propuesto.

Por otra parte, para el cálculo del puntaje de distancia ponderada (wd) se multiplica los puntajes del factor de cercanía (w) establecida en la Tabla 50 por la distancia entre los centros (d). La suma de esos productos es el puntaje wd final de la distribución, que cuanto más bajo sea, tanto mejor será.

La Tabla 51 muestra el cálculo a detalle del puntaje de distancia ponderada wd , donde además se visualiza una comparación entre el método de trabajo actual y el propuesto del proceso de montaje del calzado.

Tabla 51. Cálculo del puntaje de distancia ponderada: Área de montaje

Par de departamentos	Factor de cercanía (w)	Actual		Propuesto	
		Distancia (d)	Puntaje distancia Ponderada (wd)	Distancia (d)	Puntaje distancia Ponderada (wd)
1,2	8	1	8	1	8
1,3	10	2	20	1	10
1,4	6	3	18	2	12
1,5	5	4	20	3	15
1,6	4	4	16	4	16
1,7	3	4	12	4	12
1,8	2	2	4	2	4
1,9	1	1	1	2	2
2,3	10	1	10	1	10
2,4	6	2	12	2	12
2,5	5	3	15	3	15
2,6	4	3	12	4	16
2,7	3	2	6	4	12
2,8	2	1	2	2	4
2,9	10	1	10	1	10
3,4	10	1	10	1	10
3,5	6	2	12	2	12
3,6	5	2	10	3	15
3,7	4	1	4	3	12
3,8	3	1	3	1	3
3,9	2	2	4	1	2
4,5	10	1	10	1	10
4,6	6	1	6	2	12
4,7	5	1	5	2	10
4,8	4	2	8	1	4
4,9	3	3	9	2	6
5,6	10	1	10	1	10
5,7	6	2	12	2	12
5,8	5	3	15	2	10
5,9	4	4	16	3	12
6,7	8	1	8	1	8
6,8	10	2	20	1	10
6,9	6	3	18	2	12
7,8	10	1	10	1	10
7,9	6	2	12	2	12
8,9	10	1	10	1	10
Total			378		360

La Tabla 51 indica que existe mejoramiento, puesto que disminuye el valor del puntaje de distancia ponderada de 378 a 360, lo que representa una reducción de 4,76 %.

Debido a que en la fabricación de calzado cada puesto de trabajo y el flujo del material siguen una secuencia ordenada, no es posible realizar cambios muy relevantes.

Paso 3. Diseñar una distribución detallada.

Una vez encontrado un plano de bloques satisfactorio, es preciso realizar una representación detallada que muestre la forma y el tamaño exacto de cada departamento. Sin embargo antes de llevar a cabo esta representación es necesario considerar todos los aspectos legales y normativos de seguridad establecidos, con el fin de brindar mayor confiabilidad en la distribución de planta propuesta.

4.15.4 Aspectos legales de seguridad y salud en el trabajo

Para el diseño de la nueva instalación se toma como referencia varios criterios de seguridad y salud en el trabajo que se muestran a continuación:

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (DECRETO 2393).

Art. 14. De los comités de seguridad e higiene del trabajo.

1. (Reformado por el Art. 5 del Decreto 4217) En todo centro de trabajo en que laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo integrado en forma paritaria por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores.

Art. 22. Superficie y cubicación en los locales y puestos de trabajo.

Los locales de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo.

Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador.

Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador.

Art. 33. Puertas y salidas.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200.

Art. 55. Ruidos y vibraciones.

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

Art. 74. Separación de las máquinas.

1. La separación de las máquinas será la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo, y estará en función:
 - a) De la amplitud de movimientos de los operarios y de los propios elementos de la máquina necesarios para la ejecución del trabajo.
 - b) De la forma y volumen del material de alimentación, de los productos elaborados y del material de desecho.
 - c) De las necesidades de mantenimiento. En cualquier caso la distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes, nunca será inferior a 800 milímetros.
2. Cuando el operario deba situarse para trabajar entre una pared del local y la máquina, la distancia entre las partes más salientes fijas o móviles de ésta y dicha pared no podrá ser inferior a 800 milímetros.
3. Se establecerá una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto de trabajo, o en su caso la parte más saliente de la máquina que en ningún caso será inferior a 400 milímetros. Dicha zona se señalará en forma clara y visible para los trabajadores.

Art. 145. Distribución interior de locales.

Las zonas en que exista mayor peligro de incendio se aislarán o separarán de las restantes, mediante muros cortafuegos, placas de materiales incombustibles o cortinas de agua, si no estuviera contraindicada para la extinción del fuego por su causa u origen.

Art. 159. Extintores móviles.

Los extintores se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales, en lugares de fácil visibilidad y acceso y a altura no superior a 1.70 metros contados desde la base del extintor.

Se colocarán extintores adecuados junto a equipos o aparatos con especial riesgo de incendio, como transformadores, calderos, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control.

Cubrirán un área entre 50 a 150 metros cuadrados, según el riesgo de incendio y la capacidad del extintor.

Art. 161. Salidas de emergencia.

Las salidas de emergencia tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros, debiendo estar siempre libres de obstáculos y debidamente señalizados.

Art. 176. Ropa de trabajo.

1. Siempre que el trabajo implique por sus características un determinado riesgo de accidente o enfermedad profesional, o sea marcadamente sucio, deberá utilizarse ropa de trabajo adecuada que será suministrada por el empresario.

Art. 179. Protección auditiva.

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el límite máximo de presión sonora de 85 decibeles, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

Art. 180. Protección de vías respiratorias.

1. En todos aquellos lugares de trabajo en que exista un ambiente contaminado, con concentraciones superiores a las permisibles, será obligatorio el uso de equipos de protección personal de vías respiratorias.

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO (REAL DECRETO 486/97)

Material y locales de primeros auxilios.

3. Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

5. Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (NTP 434: SUPERFICIES DE TRABAJO SEGURAS)

Vías exclusivamente peatonales: las dimensiones mínimas de las vías destinadas a peatones serán de 1,20 m. para pasillos principales y de 1 m para pasillos secundarios.

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (REAL DECRETO 485/97)

Requisitos de utilización

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

Tipos de señales

Señales de prohibición: Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, borde y banda rojos.

Señales de obligación: Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul.

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios: Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo.

Señales de salvamento o socorro: Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde.

NORMA ESTÁNDAR PARA LA APLICACIÓN DE COLORES DE CONTROL DE RIESGOS (NECC 2)

Líneas de demarcación de pisos.

Color amarillo: límites de áreas de trabajo (5 a 12 cm de ancho)

Color verde: límites de áreas de almacenamiento (5 a 12 cm de ancho)

Color blanco: límites de áreas de circulación (5 a 12 cm de ancho)

Color amarillo o negro: Franjas de cuece peatonal

4.11.5 Distribución detallada del área de montaje.

La nueva distribución de planta del área de montaje está sujeta al estudio previo, donde se considera como herramientas principales las siguientes:

- **Balaceo de líneas de ensamble:** Para optimizar el equilibrado entre operaciones y mejorar la producción.
- **Requerimiento de espacio mediante el método de Guerchet:** Para determinar el espacio adecuado que requiere cada puesto de trabajo.
- **El método de distancia ponderada:** Para evaluar las localizaciones de los puestos de trabajo en base a factores de proximidad y seleccionar la distribución que minimice las distancias.
- **Aspectos legales de seguridad y salud en el trabajo:** Para mejorar el bienestar del personal con un ambiente de trabajo idóneo y garantice su adecuado desempeño.

4.11.6 Beneficios aportados por la propuesta de la nueva distribución

Con la nueva distribución del área de montaje se consigue:

- Una adecuada ordenación de los equipos, máquinas y cualquier otro recurso indispensable para realizar el trabajo.
- Mejor utilización de la mano de obra y máquinas.
- Disminución de la congestión, retrasos y del tiempo de fabricación.
- Disminución de las distancias a recorrer por los materiales y el personal.
- Circulación adecuada para los trabajadores, materiales y productos en elaboración.
- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Incremento de la producción.
- Aumento de la seguridad de los trabajadores y reducción del riesgo para su salud.

Una vez que se indica cada una de las herramientas utilizadas para la nueva distribución del área de montaje y se listan los beneficios que aporta la propuesta, es preciso indicar el plano correspondiente tal como se muestra en la Figura 55.

Figura 55. Nueva distribución de planta en el área de montaje

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El método de trabajo actual de toda la línea de producción de calzado en la empresa GUSMAR presenta varios problemas que influyen directamente en su desempeño, puesto que las condiciones de trabajo del personal y la distribución de cada departamento así como de los recursos que intervienen en el proceso de producción son ineficientes. Esto sucede cuando se emprende métodos de trabajo sin haberlos concebido ni organizado de forma conveniente.
- Mediante el registro y análisis de la información contenida en los diferentes diagramas y gráficos representativos, se determina que en el área de montaje existen varias actividades que no agregan valor al producto, como los transportes del material que tienen un total de 10,5 metros de recorrido inadecuado, además de la presencia de operaciones eliminables, demoras e inspecciones innecesarias que impiden que el trabajo se desarrolle de manera eficaz.
- El tiempo estándar de producción del área de montaje corresponde a 13,20 minutos y según el cálculo de las capacidades de producción se establece que la producción actual es de 140 pares de zapatos por jornada, una eficiencia de la línea producción de 76,74% y un coeficiente de desequilibrio de 23,26%. Mediante el nuevo método de trabajo se equilibra las líneas de producción y se obtiene 180 pares de zapatos por jornada lo que representa un incremento del 28,57% de productividad, utilizando el mismo recurso humano.
- La distribución actual del área de montaje presenta muchos problemas según el análisis de los métodos de trabajo llevado a cabo, con lo cual se puede decir que no es la apropiada. Puesto que ciertas máquinas no se encuentran en el sitio

adecuado, los materiales no siempre recorren de una estación a la siguiente de manera óptima y los operarios cuentan con muy poco espacio para realizar su trabajo, es decir, no se cumple con los criterios de seguridad y salud establecidos en normativas y reglamentos pertinentes.

- Los datos que se obtienen a partir de la presente investigación se anexan al proyecto DIDE titulado “Evaluación antropométrica y de métodos para el diseño de puestos de trabajo en la fabricación de calzado en la pequeña y mediana industria de Tungurahua-Ecuador”, mediante el cual es posible solventar las necesidades de la industria del calzado en cuanto al mejoramiento de las condiciones de trabajo, consiguiendo la máxima productividad, calidad y competitividad que demandan las empresas de la actualidad.

5.2 Recomendaciones

- La empresa de calzado GUSMAR debe realizar un estudio de métodos y tiempos en toda la línea de producción, a fin de obtener mejores beneficios de tal modo que se redistribuya de mejor manera los equipos, máquinas y departamentos, se optimice el manejo de materiales y sobretodo se incremente la seguridad para los operarios.
- Se recomienda utilizar los diferentes diagramas y gráficos representativos para la recolección y análisis de la información en el área de montaje, puesto que estos son de gran utilidad para entender cómo se desarrolla en trabajo, además de detectar todas las falencias existentes y proponer mejoras orientadas a optimizar los métodos de trabajo.
- Para mejorar los tiempos de fabricación y tener un tiempo estándar satisfactorio se sugiere eliminar las operaciones de no valor añadido. Además, que dentro del área de montaje se realice un equilibrado de líneas de producción para obtener la máxima capacidad de producción utilizando adecuadamente los recursos de tal modo que se aumente la productividad. Igualmente que se ejecute un programa de diversificación de habilidades, para que en un momento dado un operario pueda desempeñar cualquier función dentro del proceso.
- Utilizar herramientas como el estudio de métodos y tiempos, método de Guerchet, método de distancia ponderada y las normativas de seguridad y salud

en el trabajo para garantizar que la nueva distribución del área de montaje cumpla con los requerimientos de espacio, ordenación y seguridad adecuada para los operarios y sus puestos de trabajo. Otro criterio importante es que las herramientas y materiales se coloquen de antemano donde se necesiten para no tener que buscarlos con el objeto de que se adquieran hábitos, de tal modo que el trabajo sea más fácil y seguro.

- Se sugiere que los datos que se integren al proyecto de investigación DIDE se registre y analice utilizando herramientas para este propósito como el estudio de métodos, tiempos, distribución de planta y estudio antropométrico, de tal modo que sea posible identificar todo tipo de problemas presentes y proponer mejoras enfocado a mejorar los procesos de producción.


Referencias Bibliográficas

- [1] L. O. Recinos Marta, «Análisis del Sector de Calzado 2011,» *Perfil Sectorial de calzado*, p. 61, 01 Diciembre 2011.
- [2] P. Comercio, «La producción de calzado pisa fuerte en el país,» *Revista Líderes*, p. 1, 10 Octubre 2012.
- [3] R. Chávez, «Cevallos atrae por huertos frutales y el calzado,» *El Telégrafo*, p. 1, 12 enero 2014.
- [4] F. E. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos para manufactura ágil*, segunda ed., J. I. V. Chavarría, Ed., Mexico, Mexico: Pearson Education, 2006, p. 352.
- [5] B. Iván Dimitrie Moyasevich, «Ingeniería de métodos, La integración humana en los procesos productivos industriales,» *Virtual Pro*, vol. 1, nº 79, p. 33, Agosto 2008.
- [6] J. B. K. Antonio, «Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de calzado Gabriel,» Universidad Técnica de Ambato, Tesis de grado, Ambato, 2013.
- [7] R. E. Z. Ordoñez, «Estudio de métodos y tiempos en los procesos de la planta de producción en SERTECPET S.A.,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de mecánica, Tesis de grado, Chimborazo, 2013.
- [8] M. F. Wilches, «Problemas de distribución de planta tipos de distribución y métodos de distribución,» *Virtual Pro*, vol. 1, nº No 113, p. 33, Junio 2011.
- [9] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo OIT*, cuarta ed., Kanawaty, Ed., Ginebra: Oficina Internacional del trabajo, 1996, p. 521.
- [10] B. W. Niebel, *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, Duodécima edición ed., vol. 12, Ciudad de México: Mc Graw Hill, 2009, p. 614.
- [11] R. García Criollo, *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, Segunda ed., Mexico: McGraw-Hill, 2001, p. 459.
- [12] J. A. Cruelles, *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*, Primera ed., Mexico: Alfaomega grupo editos S.A., 2013, p. 360.
- [13] Q. Maria del Rocío Castro y W. Arenas Villa, *Estudio del trabajo, Notas en clase*, 1ra edición ed., Medellín - Colombia: Fondo Editorial ITM, Septiembre de 2007, p.

- [14] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilano, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, duodécima edición ed., J. M. Chacón, Ed., Mexico: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, p. 800.
- [15] F. E. Meyers y M. P. Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, Tercera edición ed., vol. 3, P. M. G. Rosas, Ed., Ciudad de Mexico: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2006, p. 528.
- [16] A. C. R. José, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua, Primera ed., México: Alfaomega Grupo editor S.A., 2013, p. 848.
- [17] J. Lee Krajewski, Administración de operaciones procesos y cadenas de valor, Octava ed., L. M. C. Castillo, Ed., México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2008, p. 752.
- [18] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, Técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático, Bresca, Ed., Barcelona: Profit Editorial, 2009, p. 718.
- [19] D. Juan Bravo Carrasco, Gestión de Procesos con responsabilidad social, Santiago de Chile: Evolución S.A., 2008, p. 408.


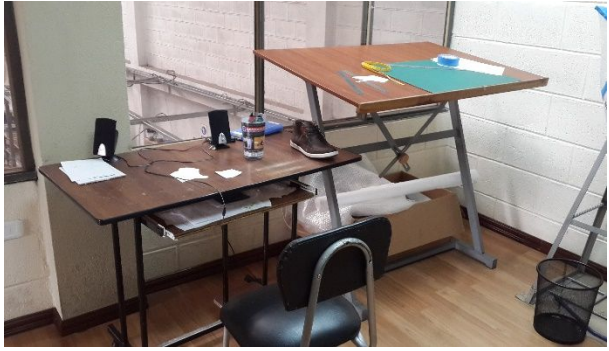
Anexos

Anexo 1. Formato de entrevista



ENTREVISTA	
	EMPRESA
	DIRIGIDO A
	RESPONSABLE
	FECHA
OBJETIVO	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1. ¿Ha realizado algún estudio de métodos de trabajo para mejorar los procesos de producción de su empresa?	
2. ¿Piensa usted que existen tiempos improductivos en los procesos de producción?	
3. ¿Cree usted que la producción actual de la empresa es buena?	
4. ¿Se cumple a tiempo con la entrega del producto?	
5. ¿Piensa usted que existan departamentos que estén mal distribuidos dentro del área de montaje o en las demás áreas de la empresa?	
6. ¿Qué puesto de trabajo dentro del área de montaje considera usted es el de mayor dificultad y retrasa la producción?	
7. ¿Los empleados han recibido capacitación para el desempeño de sus actividades?	
8. ¿Qué tiempo considera necesario para que los empleados puedan descansar y reponerse de los efectos causados por la ejecución del trabajo?	
9. ¿Qué modelo de zapato considera que es el que más vendido y en que temporada?	
10. ¿Ha existido reclamos por parte de los empleados sobre el espacio designado para realizar su trabajo en el área de montaje?	
OBSERVACIÓN:	

Anexo 2. Fichas de levantamiento de procesos

Ficha de levantamiento de procesos: Diseño y modelaje.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Área de producción
	PROCESO	Diseño y modelaje
	RESPONSABLE	Edison Martínez / Juan Carlos Gonzales
OBJETIVO DEL PROCESO		
Diseñar modelos de zapatos de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los clientes.		
MÁQUINAS	Computador Impresora	
HERRAMIENTAS	Cuchilla, lápiz 0,35 HB, cinta adhesiva, compás, punzón, esfero 0,4, cizalla, pegamento, brocha, forro sintético.	
EQUIPO ADICIONAL	Horma	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar modelos de zapatos en revistas de calzado o en internet. 2. Sacar copia de la horma mediante un proceso de enmascarillado. 3. Comprobar la copia de la horma. 4. Hacer el levantamiento del diseño en la copia de la horma para obtener un patrón. 5. Realizar el despiece del patrón. 6. Hacer una muestra del zapato. 7. Corregir el patrón si es necesario. 8. Escalar a las distintas tallas. 9. Imprimir y cortar moldes en lata. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Horma Suela		Prototipo
PROCESO SIGUIENTE:		Corte de cuero y forros
OBSERVACIÓN: Ninguna		

Ficha de levantamiento de procesos: Corte de cuero y forros.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO																							
	EMPRESA	Calzado GUSMAR																					
	MACRO PROCESO	Área de producción																					
	PROCESO	Corte de cuero y forros																					
	RESPONSABLE	Nely Flores/Luis Panata/Carlos Castillo																					
OBJETIVO DEL PROCESO																							
Cortar las piezas de cuero y forros que conforman el zapato según el modelo a fabricar.																							
MÁQUINAS	Ninguna																						
HERRAMIENTAS	Cuchilla Moldes de lata																						
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de corte de cuero 1 Mesa de corte de cuero 2 Mesa de pinturas Mesa de corte de forros																						
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO																							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir bandas de cuero y forros según la orden de producción. 2. Selecciona los moldes de lata de acuerdo al modelo a fabricar. 3. Cortar las piezas de cuero y forros. 4. Contar las piezas cortadas. 5. Pintar el cuero con un color característico para identificar la numeración. 6. Colocar las piezas en canasta para el siguiente proceso. 																							
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Buenas</th> <th>Malas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura/humedad</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emanación de gases</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polvo/suciedad</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio adecuado</td> <td></td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Presencia de agua</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Buenas	Malas	Temperatura/humedad	✓		Ventilación	✓		Emanación de gases	✓		Polvo/suciedad	✓		Espacio adecuado		✓	Presencia de agua	✓		
	Buenas	Malas																					
Temperatura/humedad	✓																						
Ventilación	✓																						
Emanación de gases	✓																						
Polvo/suciedad	✓																						
Espacio adecuado		✓																					
Presencia de agua	✓																						
ENTRADAS	SALIDAS																						
Bandas de cuero Pliego de forros	Punteras Talones Lengüetas Costados Medallones																						
PROCESO SIGUIENTE:	Destallado																						
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.																							

Ficha de levantamiento de procesos: Troquelado.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO																							
	EMPRESA	Calzado GUSMAR																					
	MACRO PROCESO	Área de producción																					
	PROCESO	Troquelado																					
	RESPONSABLE	Carlos Castillo																					
OBJETIVO DEL PROCESO																							
Troquelar las piezas que dan soporte al zapato según el modelo a fabricar.																							
MÁQUINAS	Troqueladora																						
HERRAMIENTAS	Troquel de acero Cuchilla Esferográfico																						
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de trabajo Estantería de troqueles																						
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO																							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Recibir material según orden de producción. 2. Seleccionar troqueles según el tipo y talla. 3. Troquelar piezas. 4. Distribuir hacia las diferentes áreas de producción. 																							
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Buenas</th> <th>Malas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura/humedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emanación de gases</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polvo/suciedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio adecuado</td> <td></td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Presencia de agua</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Buenas	Malas	Temperatura/humedad	✓		Ventilación	✓		Emanación de gases	✓		Polvo/suciedad	✓		Espacio adecuado		✓	Presencia de agua	✓		
	Buenas	Malas																					
Temperatura/humedad	✓																						
Ventilación	✓																						
Emanación de gases	✓																						
Polvo/suciedad	✓																						
Espacio adecuado		✓																					
Presencia de agua	✓																						
ENTRADAS		SALIDAS																					
Pliego de forro <ul style="list-style-type: none"> • Tafiote • Punto diamante • Gusmar • Eva • Celfil • Caími Termo adherible		Plantillas de armado Plantillas de terminado Punteras Contrafuertes Cartón para terminado Piezas de adorno																					
PROCESO SIGUIENTE:		Destallado, aparado, montaje y terminado																					
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.																							



Ficha de levantamiento de procesos: Destallado y estampado.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Área de producción
	PROCESO	Destallado y estampado
	RESPONSABLE	Mauricio Zamora
OBJETIVO DEL PROCESO		
Destallar las piezas de cuero y forros para reducir el espesor y estampar el sello de la empresa en el cuero.		
MÁQUINAS	Destalladora Estampadora	
HERRAMIENTAS	Molde de estampe Piedra de afilar cuchilla	
EQUIPO ADICIONAL	Ninguna	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificar piezas. 2. Pintar los bordes de las piezas con pintura para darle la misma tonalidad del cuero. 3. Destallar el cuero para rebajar el espesor y de ese modo facilitar la unión entre piezas. 4. Quemar bordes del cuero (alcohol y mechero) para eliminar sobrantes producidas por el destallado. 5. Señalar para estampar. 6. Estampar el sello de la empresa en el cuero. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Piezas de cuero Piezas de forro Punteras y contrafuertes		Piezas de cuero destallados Punteras destalladas Contrafuertes destallados Piezas de cuero estampados
PROCESO SIGUIENTE:		Aparado
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Ficha de levantamiento de procesos: Aparado y strobell.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Área de producción
	PROCESO	Aparado y strobell
	RESPONSABLE	Ricardo Tamayo
OBJETIVO DEL PROCESO		
Unir las diferentes piezas que forman el zapato mediante costura.		
MÁQUINAS	Máquina de costura recta Máquina de costura doble Maquina strobell	
HERRAMIENTAS	Cuchilla, brocha, tijeras, picador, martillo	
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de trabajo	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificar piezas. 2. Empastar (untar pega) para doblar y unir piezas. 3. Unir piezas de cuero y forros mediante costura. 4. Revisar piezas armadas. 5. Cortar excesos de forros. 6. Colocar empiolados y adornos. 7. Unión del corte cosido a plantilla strobell 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS	SALIDAS	
Piezas de cuero y forros Pegamento Hilos	Corte aparado	
PROCESO SIGUIENTE:	Montaje	
OBSERVACIÓN: Ninguna		

Ficha de levantamiento de procesos: Picado de cuero y colocado de ojaillos.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Área de producción
	PROCESO	Picado de cuero y colocado de ojaillos
	RESPONSABLE	Sr. Gustavo Martínez, Mariela López
OBJETIVO DEL PROCESO		
Picar el cuero y colocar ojaillos para el posterior colocado de pasadores.		
MÁQUINAS	Maquina remachadora de ojaillos	
HERRAMIENTAS	Picador de acero Martillo	
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de trabajo	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar cortes aparados. 2. Hacer agujeros en ambos extremos del corte en la sección del cordón mediante un picador de acero. 3. Colocar ojales en los agujeros del corte. 4. Remachar los ojales en maquina remachadora. 5. Colocar en estante para el siguiente proceso. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Corte aparado Ojales		Corte colocado ojaillos
PROCESO SIGUIENTE:		Preparado de cortes (empastado)
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Ficha de levantamiento de procesos: Preparado de cortes.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Preparado de cortes
	RESPONSABLE	Mariela López
OBJETIVO DEL PROCESO		
Preparar los cortes mediante la colocación de punteras termo adheribles, contrafuertes y pasadores de prueba.		
MÁQUINAS	Conformadora de puntas.	
HERRAMIENTAS	Brocha para untar pega.	
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de trabajo. Cabina de aplicación de látex. Estante de colocación de cortes.	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Calentar una puntera termo adherible sobre la maquina conformadora de puntas por varios segundos. 2. Levantar el forro del corte de la sección punta e insertar la puntera termo adherible y colocar en la conformadora de puntas por varios segundos. 3. Levantar el forro del corte y aplicar látex en la sección punta. 4. Untar pega en el contrafuerte y en el interior del talón del corte. 5. Unir el contrafuerte al talón del corte y untar pega en el interior del talón y en su contorno. 6. Colocar pasadores de prueba. 7. Colocar en la mesa para el siguiente proceso. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Corte aparado Puntera termo adherible Contrafuerte Pegamentos (Látex, Pega amarilla) Pasadores de prueba		Corte preparado (empastado)
PROCESO SIGUIENTE:		Armado de puntas
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Ficha de levantamiento de procesos: Preparado de hormas.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Preparado de hormas
	RESPONSABLE	Geovanny Guamán
OBJETIVO DEL PROCESO		
Colocar adecuadamente la plantilla de armar en la horma respectiva.		
MÁQUINAS	Grapadora de plantillas. Refiladora de plantillas.	
HERRAMIENTAS	Brocha para untar pega.	
EQUIPO ADICIONAL	Estantería de hormas. Estante de preparado de hormas.	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificar las hormas por tipo y tallas de la estantería de hormas. 2. Unir la plantilla de armado a la horma mediante grapas. 3. Recortar las partes excesivas de plantilla. 4. Untar pega en la plantilla uniformemente para el pegado. 5. Colocar en estante para el siguiente proceso. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Hormas Plantilla de armado Pega amarilla		Horma emplantillada
PROCESO SIGUIENTE:		Armado de puntas
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		



Ficha de levantamiento de procesos: Armado de puntas.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Armado de puntas
	RESPONSABLE	Geovanny Guamán
OBJETIVO DEL PROCESO		
Armar la punta del zapato mediante la fijación de la punta del corte a la plantilla de armado.		
MÁQUINAS	Vaporizadora de puntas. Armadora de puntas.	
HERRAMIENTAS	Martillo.	
EQUIPO ADICIONAL	Estante de cortes armados (puntas)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Vaporizar el corte para darle mayor flexibilidad al cuero. 2. Coger el corte humedecido y la horma, centrar el corte en la horma tanto en la punta como en el talón. 3. Colocar el conjunto en la máquina, sujetar el corte con la pinza accionando el pedal y proceder a armar la punta. 4. Verificar que la punta quede bien armada y sin arrugas. 5. Colocar el corte armado en estante para el siguiente proceso. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Cortes preparado (empastado) Horma emplantillada		Corte armado punta.
PROCESO SIGUIENTE:		Armado de talones y laterales
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		



Ficha de levantamiento de procesos: Armado de talones y laterales.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO																							
	EMPRESA	Calzado GUSMAR																					
	MACRO PROCESO	Montaje																					
	PROCESO	Armado de talones y laterales																					
	RESPONSABLE	José Luis Miranda																					
OBJETIVO DEL PROCESO																							
Armar el talón y laterales del zapato mediante la fijación del corte a la plantilla de armado.																							
MÁQUINAS	Horno reactivador Armadora de talones Desarrugadora de cuero Horno envejecedor																						
HERRAMIENTAS	Pinza de mano Martillo Saca grapas																						
EQUIPO ADICIONAL	Soporte de hormas																						
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO																							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coger el corte armado la punta y colocar en horno reactivador. 2. Retirar el corte ablandado talón y colocar en soporte de hormas. 3. Pegar laterales del corte a la plantilla de armar (armar laterales) utilizando pinza de mano. 4. Retirar las grapas de la plantilla y martillar la base del corte armado para darle mayor 5. sujeción. 6. Colocar el conjunto en la máquina, accionar el pedal y proceder a armar el talón. 7. Verificar que el talón quede recto y sin arrugas en su contorno. En caso de existir arrugas, se procede a desarrugar esas zonas utilizando maquina 8. Desarrugadora. Colocar el corte armado en el horno envejecedor. 																							
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Buenas</th> <th>Malas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura/humedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emanación de gases</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polvo/suciedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio adecuado</td> <td></td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Presencia de agua</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Buenas	Malas	Temperatura/humedad	✓		Ventilación	✓		Emanación de gases	✓		Polvo/suciedad	✓		Espacio adecuado		✓	Presencia de agua	✓		
	Buenas	Malas																					
Temperatura/humedad	✓																						
Ventilación	✓																						
Emanación de gases	✓																						
Polvo/suciedad	✓																						
Espacio adecuado		✓																					
Presencia de agua	✓																						
ENTRADAS		SALIDAS																					
Cortes armado punta		Corte armado talones y laterales																					
PROCESO SIGUIENTE:		Cardado y rayado																					
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.																							



Ficha de levantamiento de procesos: Cardado y rayado.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Cardado y rayado
	RESPONSABLE	Darwin Ramírez
OBJETIVO DEL PROCESO		
Cardar el corte armado en la parte plana y lateral según el diseño de la suela.		
MÁQUINAS	Máquina cardadora	
HERRAMIENTAS	Mina de plata Cuchilla	
EQUIPO ADICIONAL	Estante de cortes armados (envejecidos) Estante de cortes armados (cardados)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar los cortes armados del horno envejecedor. 2. Cardar la parte plana del corte armado, eliminando la flor del cuero para lograr mayor adherencia en el pegado. 3. Rayar con mina de plata una línea de señalización que sirva de guía para el cardado lateral. 4. Cardar el contorno del corte siguiendo la línea de señalización. 5. Limpiar el área cardada para eliminar completamente los residuos de material. 6. Colocar el corte armado en estante para el siguiente proceso. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Corte armado talón y laterales.		Corte cardado plano y lateral.
PROCESO SIGUIENTE:		Aplicar pegamento.
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Ficha de levantamiento de procesos: Aplicar pegamento.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Aplicar pegamento
	RESPONSABLE	Kevin Oyasa
OBJETIVO DEL PROCESO		
Untar pegamentos uniformemente en el corte cardado para el pegado.		
MÁQUINAS	Ninguna	
HERRAMIENTAS	Brocha	
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de trabajo Estante de cortes armados (cardados)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> Untar solución Primer en el corte cardado, una capa fina y uniforme en toda el área de pegado. Colocar el corte untado Primer en estante (dejar secar 10 minutos aproximadamente). Untar pega en el corte cardado, una capa fina y uniforme en toda el área de pegado. Colocar el corte untado pega en estante (dejar secar 10 minutos aproximadamente). 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Corte cardado plano y lateral.		Corte armado untado pega
PROCESO SIGUIENTE:		Prensado
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo y presencia de olores ocasionado por los pegamentos.		

Ficha de levantamiento de procesos: Preparado de suelas.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Preparado de suelas
	RESPONSABLE	Kevin Oyasa
OBJETIVO DEL PROCESO		
Untar pegamentos uniformemente en la suela para el respectivo pegado con el corte armado.		
MÁQUINAS	Ninguna	
HERRAMIENTAS	Brocha	
EQUIPO ADICIONAL	Estante de colocación de suelas Cabina de aplicación de pega Estante de suelas preparadas	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Untar Limpiador en las suelas, una capa fina y uniforme en toda el área de pegado. 2. Dejar en reposo las suelas 15 minutos aproximadamente. 3. Untar Halogenante en las suelas, una capa fina y uniforme en toda el área de pegado. 4. Dejar en reposo las suelas 15 minutos aproximadamente. 5. Untar pega en las suelas, una capa fina y uniforme en toda el área de pegado. 6. Dejar en reposo la suela 15 minutos aproximadamente. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Suelas TR Limpiador i-222 Halogenante LH rápido Pega Hidro Pul 500		Suelas untado pega
PROCESO SIGUIENTE:		Prensado
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo y presencia de olores ocasionado por los pegamentos.		

Ficha de levantamiento de procesos: Prensado.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO																							
	EMPRESA	Calzado GUSMAR																					
	MACRO PROCESO	Montaje																					
	PROCESO	Prensado																					
	RESPONSABLE	Darwin Ramírez																					
OBJETIVO DEL PROCESO																							
Unir y fijar la suela al corte mediante el prensado.																							
MÁQUINAS	Horno reactivador Prensadora de suelas Horno enfriador																						
HERRAMIENTAS	Ninguna																						
EQUIPO ADICIONAL	Estante de colocación de suelas y cortes armados																						
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO																							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coger la suela y el corte untado pega y colocar en horno reactivador. 2. Retirar la suela y corte del horno, centrar el corte en la suela comenzando desde la punta para 3. luego proceder a centrar el talón. 4. Unido el corte y la suela colocar en cavidad de la prensadora. 5. Retirar de la cavidad el zapato prensado y verificar que salga completamente pegado. 6. Colocar el zapato en el horno enfriador. 																							
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Buenas</th> <th>Malas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura/humedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emanación de gases</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polvo/suciedad</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espacio adecuado</td> <td></td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>Presencia de agua</td> <td>✓</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Buenas	Malas	Temperatura/humedad	✓		Ventilación	✓		Emanación de gases	✓		Polvo/suciedad	✓		Espacio adecuado		✓	Presencia de agua	✓		
	Buenas	Malas																					
Temperatura/humedad	✓																						
Ventilación	✓																						
Emanación de gases	✓																						
Polvo/suciedad	✓																						
Espacio adecuado		✓																					
Presencia de agua	✓																						
ENTRADAS		SALIDAS																					
Suelas untado pega Corte armado untado pega		Zapato prensado																					
PROCESO SIGUIENTE:		Sacado de hormas																					
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.																							

Ficha de levantamiento de procesos: Sacar hormas.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Montaje
	PROCESO	Sacar hormas
	RESPONSABLE	Geovanny Guamán
OBJETIVO DEL PROCESO		
Sacar el zapato prensado de la horma.		
MÁQUINAS	Ninguna	
HERRAMIENTAS	Ninguna	
EQUIPO ADICIONAL	Soporte de hormas Estante de terminado	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coger el zapato del horno enfriador y retirar los pasadores de prueba. 2. Colocar el zapato en el pin del soporte de hormas, jalar el zapato con fuerza hasta retirarlo de la horma. 3. Colocar el zapato en el estante de terminado y la horma en la estantería de hormas. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Zapato prensado enfriado		Zapato quitado horma
PROCESO SIGUIENTE:		Terminado
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Ficha de levantamiento de procesos: Terminado.

DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	EMPRESA	Calzado GUSMAR
	MACRO PROCESO	Área de producción
	PROCESO	Terminado
	RESPONSABLE	Mayra Sisa, Cinthya Aleaga
OBJETIVO DEL PROCESO		
Darle arreglos finales al calzado para obtener un perfecto acabado.		
MÁQUINAS	Pegadora de plantillas. Quemadora de hilos	
HERRAMIENTAS	Borrador de queso Cepillo	
EQUIPO ADICIONAL	Mesa de terminado Soplete para abrillantar zapatos Estante de zapatos sopleteados	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar el zapato eliminando rastros de pegas y rayones de la mina de plata. 2. Pintar los filos del zapato con tinta, en todo el contorno entre el corte y la suela. 3. Colocar plantillas, cordones y conformador de cartón según el modelo y talla. 4. Quemar sobrantes de hilos producidos por la costura. 5. Cubrir las fallas con pasta, en caso de que el zapato presente algún rayón. 6. Colocar colgantes. 7. Armar las cajas de cartón, empacar los zapatos y trasladar a la bodega de producto terminado. 		
CONDICIONES DE TRABAJO		PUESTO DE TRABAJO
	Buenas Malas	
Temperatura/humedad	✓	
Ventilación	✓	
Emanación de gases	✓	
Polvo/suciedad	✓	
Espacio adecuado	✓	
Presencia de agua	✓	
ENTRADAS		SALIDAS
Zapato quitado horma		Zapato empacado en cajas
PROCESO SIGUIENTE:		Almacenamiento en bodega
OBSERVACIÓN: Espacio reducido para que el trabajador realice su trabajo.		

Anexo 3. Número de observaciones requeridas para el estudio de tiempos

El número de observaciones requerido para cada operación corresponde al valor más alto n , puesto que en el caso del cronometraje acumulativo el tamaño de la muestra se efectúa tomando como base el elemento que requiera la muestra de mayor tamaño.

Número de observaciones para la operación preparado de cortes.

n'	Elemento A		Elemento B		Elemento C		Elemento D		Elemento E	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	4,91	24,11	5,43	29,48	13,47	181,44	15,51	240,56	13,27	176,09
2	5,06	25,60	5,23	27,35	14,13	199,66	12,38	153,26	12,38	153,26
3	4,88	23,81	4,69	22,00	13,78	189,89	12,27	150,55	11,51	132,48
4	4,67	21,81	5,74	32,95	14,95	223,50	14,91	222,31	12,91	166,67
5	5,24	27,46	5,47	29,92	14,12	199,37	12,58	158,26	12,58	158,26
6	4,91	24,11	5,52	30,47	13,08	171,09	14,01	196,28	12,01	144,24
7	5,39	29,05	5,85	34,22	13,55	183,60	13,46	181,17	13,46	181,17
8	5,28	27,88	5,74	32,95	14,29	204,20	14,36	206,21	11,36	129,05
9	4,69	22,00	4,93	24,30	13,44	180,63	14,13	199,66	12,13	147,14
10	4,77	22,75	5,25	27,56	13,36	178,49	13,43	180,36	11,43	130,64
<i>Suma (Σ)</i>	49,80	248,58	53,85	291,21	138,17	1911,88	137,04	1888,63	123,04	1519,01
<i>(n)</i>	3,72		6,78		2,33		9,06		5,41	

Numero de observaciones (n) = 10 observaciones.

Número de observaciones para la operación preparado de hormas.

n'	Elemento A		Elemento B		Elemento C	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	7,88	62,09	9,28	86,12	7,03	49,42
2	8,35	69,72	9,00	81,00	8,03	64,48
3	7,79	60,68	8,98	80,64	7,33	53,73
4	8,64	74,65	9,47	89,68	8,23	67,73
5	8,06	64,96	9,99	99,80	7,43	55,20
6	8,95	80,10	11,09	122,99	7,06	49,84
7	7,96	63,36	11,25	126,56	7,49	56,10
8	7,89	62,25	9,51	90,44	7,56	57,15
9	9,10	82,81	11,20	125,44	8,12	65,93
10	8,52	72,59	10,25	105,06	7,59	57,61
11	7,87	61,94	10,16	103,23	7,88	62,09
12	8,26	68,23	11,20	125,44	8,15	66,42
<i>Suma (Σ)</i>	99,27	823,40	121,38	1236,40	91,90	705,73
<i>(n)</i>	4,26		11,26		4,37	

Numero de observaciones (n) = 12 observaciones.

Número de observaciones para la operación armado de puntas.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B		Elemento C		Elemento D	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	2,69	7,24	10,60	112,36	11,25	126,56	4,89	23,91
2	2,38	5,66	10,75	115,56	12,26	150,31	4,20	17,64
3	2,45	6,00	9,16	83,91	11,56	133,63	4,68	21,90
4	2,81	7,90	10,64	113,21	10,95	119,90	5,01	25,10
5	2,45	6,00	9,11	82,99	12,92	166,93	4,56	20,79
6	2,10	4,41	9,71	94,28	11,69	136,66	5,12	26,21
7	2,78	7,73	10,31	106,30	10,49	110,04	5,25	27,56
8	2,30	5,29	9,97	99,40	12,44	154,75	4,16	17,31
9	2,46	6,05	8,84	78,15	12,35	152,52	4,14	17,14
10	2,58	6,66	9,55	91,20	12,49	156,00	5,02	25,20
11	2,36	5,57	9,15	83,72	11,87	140,90	4,97	24,70
12	2,77	7,67	10,15	103,02	11,23	126,11	5,10	26,01
<i>Suma (Σ)</i>	30,13	76,18	117,94	1164,10	141,50	1674,31	57,10	273,48
<i>(n)</i>	11,19		6,83		5,56		10,49	

Numero de observaciones (*n*) = 12 observaciones.

Número de observaciones para la operación armado de talones.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B		Elemento C		Elemento D		Elemento E	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	5,20	27,04	17,46	304,85	6,00	36,00	11,64	135,49	7,80	60,84
2	5,13	26,32	17,81	317,20	5,60	31,36	12,57	158,00	6,09	37,09
3	4,11	16,89	18,26	333,43	6,56	43,03	11,79	139,00	6,85	46,92
4	5,35	28,62	18,90	357,21	5,78	33,41	11,25	126,56	7,45	55,50
5	5,02	25,20	17,23	296,87	6,23	38,81	12,34	152,28	6,45	41,60
6	4,45	19,80	16,45	270,60	5,49	30,14	11,67	136,19	7,32	53,58
7	5,12	26,21	16,34	267,00	6,14	37,70	11,12	123,65	7,64	58,37
8	5,05	25,50	17,56	308,35	5,78	33,41	12,56	157,75	6,78	45,97
9	5,32	28,30	16,47	271,26	6,98	48,72	12,61	159,01	7,23	52,27
10	4,60	21,16	18,56	344,47	5,34	28,52	11,34	128,60	6,43	41,34
11	5,12	26,21	16,32	266,34	6,04	36,48	12,78	163,33	7,92	62,73
12	4,15	17,22	17,16	294,47	5,55	30,80	11,65	135,72	7,51	56,40
<i>Suma (Σ)</i>	58,62	288,49	208,52	3632,05	71,49	428,38	143,32	1715,59	85,47	612,62
<i>(n)</i>	11,91		3,83		9,32		3,62		10,15	

Numero de observaciones (*n*) = 12 observaciones.

Número de observaciones para la operación cardado y rayado.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B		Elemento C	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	10,43	108,78	14,65	214,62	22,51	506,70
2	11,72	137,36	16,54	273,57	21,07	443,94
3	12,71	161,54	14,54	211,41	21,19	449,02
4	10,14	102,82	15,11	228,31	22,56	508,95
5	10,15	103,02	14,05	197,40	21,87	478,30
6	11,41	130,19	15,32	234,70	20,61	424,77
7	10,42	108,58	15,81	249,96	20,10	404,01
8	11,92	142,09	15,23	231,95	22,72	516,20
9	12,54	157,25	14,23	202,49	20,63	425,60
10	11,37	129,28	14,24	202,78	21,17	448,17
11	9,57	91,58	15,04	226,20	22,15	490,62
12	11,23	126,11	16,85	283,92	21,18	448,59
<i>Suma (Σ)</i>	133,61	1498,61	181,61	2757,33	257,76	5544,87
<i>(n)</i>	11,80		5,13		2,37	

Numero de observaciones (*n*) = 12 observaciones.

Número de observaciones para la operación aplicar pegamento.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B	
	x	x ²	x	x ²
1	18,01	324,36	24,25	588,06
2	19,45	378,30	25,89	670,29
3	20,76	430,98	23,21	538,70
4	19,78	391,25	22,58	509,86
5	22,81	520,30	23,25	540,56
6	19,89	395,61	24,54	602,21
7	18,11	327,97	25,12	631,01
8	18,21	331,60	23,67	560,27
9	19,78	391,25	24,66	608,12
10	17,45	304,50	21,28	452,84
<i>Suma (Σ)</i>	194,25	3796,12	238,45	5701,93
<i>(n)</i>	9,68		4,53	

Numero de observaciones (*n*) = 10 observaciones.

Número de observaciones para la operación preparado de suelas.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B		Elemento C	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	9,65	93,12	12,59	158,51	17,13	293,44
2	8,89	79,03	13,22	174,77	15,61	243,67
3	10,01	100,20	12,21	149,08	15,38	236,54
4	9,07	82,26	11,24	126,34	15,21	231,34
5	10,25	105,06	12,24	149,82	16,28	265,04
6	9,58	91,78	11,57	133,86	14,54	211,41
7	10,09	101,81	11,42	130,42	16,63	276,56
8	9,83	96,63	13,03	169,78	17,41	303,11
9	11,64	135,49	11,67	136,19	17,35	301,02
10	10,75	115,56	12,85	165,12	16,69	278,56
<i>Suma (Σ)</i>	99,76	1000,95	122,04	1493,89	162,23	2640,69
<i>(n)</i>	9,23		4,85		5,37	

Numero de observaciones (*n*) = 10 observaciones.

Número de observaciones para la operación prensado.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B		Elemento C	
	x	x ²	x	x ²	x	x ²
1	5,87	34,46	28,90	835,21	6,96	48,44
2	5,68	32,26	29,56	873,79	6,16	37,95
3	6,29	39,56	28,05	786,80	5,78	33,41
4	6,20	38,44	28,05	786,80	7,28	53,00
5	6,64	44,09	29,15	849,72	6,56	43,03
6	5,55	30,80	28,35	803,72	5,81	33,76
7	6,75	45,56	29,91	894,61	6,86	47,06
8	5,08	25,81	30,98	959,76	7,36	54,17
9	5,60	31,36	29,18	851,47	6,25	39,06
10	5,67	32,15	30,14	908,42	7,23	52,27
11	6,83	46,65	28,96	838,68	6,21	38,56
12	5,96	35,52	29,12	847,97	5,90	34,81
13	6,15	37,82	29,47	868,48	7,15	51,12
14	5,23	27,35	30,17	910,23	6,12	37,45
<i>Suma (Σ)</i>	83,50	501,84	409,99	12015,68	91,63	604,10
<i>(n)</i>	12,28		1,22		11,69	

Numero de observaciones (*n*) = 14 observaciones. Debido a que en el calzado es mucho más fácil trabajar en pares.

Número de observaciones para la operación sacar hormas.

<i>n'</i>	Elemento A		Elemento B	
	x	x ²	x	x ²
1	5,48	30,03	7,53	56,70
2	5,14	26,42	8,39	70,39
3	4,44	19,71	7,77	60,37
4	4,50	20,25	8,14	66,26
5	4,40	19,36	8,23	67,73
6	5,29	27,98	6,56	43,03
7	5,16	26,63	7,56	57,15
8	4,67	21,81	7,12	50,69
9	5,56	30,91	6,45	41,60
10	5,38	28,94	7,11	50,55
11	4,73	22,37	8,12	65,93
12	4,49	20,16	6,91	47,75
<i>Suma</i> (Σ)	59,24	294,58	89,89	678,18
<i>(n)</i>	11,68		11,47	

Numero de observaciones (*n*) = 12 observaciones.

Anexo 5. Estudio de tiempos de los puestos de trabajo en el área de montaje.

Estudio de tiempos para la operación preparado de hormas.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación preparado de hormas.

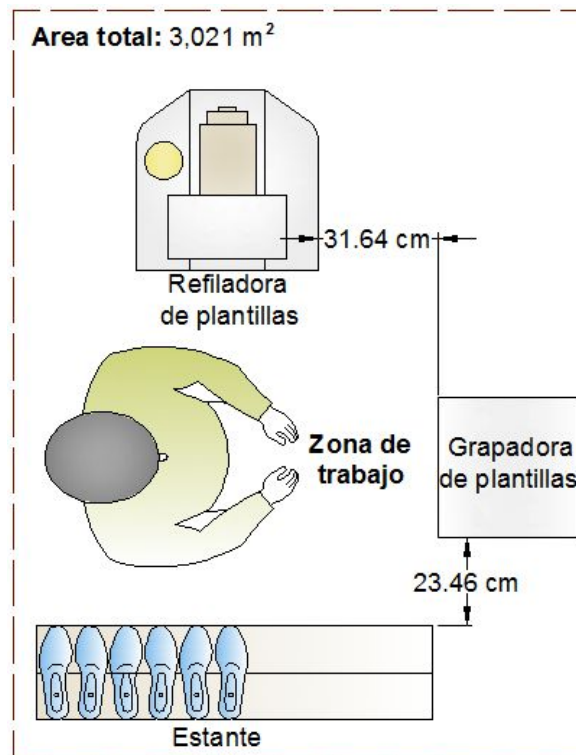
Ficha núm.: 2

Pieza:	Horma / plantilla de armado
Material:	Horma plástica / plantilla Celfil
Operación:	Preparado de hormas.
Maquina:	Grapadora de plantillas / Refiladora de plantillas.

Elementos y cortes

- A. Coger horma y plantilla de armado, unir horma con plantilla, acomodar y grapar.
Corte: alejar horma de grapadora de plantillas.
- B. Cortar las partes excesivas de plantilla en maquina refiladora de plantillas.
Corte: alejar horma de refiladora de plantillas.
- C. Coger brocha y untar pega, aplicar pega en plantillas y colocar en estante.
Corte: mano derecha suelta horma preparada.

Disposición del lugar de trabajo



El tiempo total transcurrido para esta operación corresponde a 8 minutos, considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación preparado de hormas.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo			Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	C	TCM (Minutos efectivos)	
	(Tiempos básicos)				
Ciclo núm.:					
1	0,13	0,15	0,12	0,15	
2	0,14	0,15	0,13	0,15	
3	0,13	0,15	0,12	0,15	
4	0,14	0,16	0,14	0,16	
5	0,13	0,17	0,12	0,17	
6	0,15	0,18	0,12	0,18	
7	0,13	0,19	0,12	0,19	
8	0,13	0,16	0,13	0,16	
9	0,15	0,19	0,14	0,19	
10	0,14	0,17	0,13	0,17	
11	0,13	0,17	0,13	0,17	
12	0,14	0,19	0,14	0,19	
Totales:	1,64	2,03	1,54	2,03	
Veces:	12	12	12	12	
Promedios:	0,137	0,169	0,128	0,169	
TCM: B 0,169 Minutos efectivos					

En la hoja de trabajo, el elemento B corresponde al tiempo condicionado por la maquina (TCM), el cual tiene un valor de 0,169 minutos efectivos. Se ha considerado a este elemento como TCM, puesto que tanto el operario como la maquina trabajan en sincronía.

4. Hoja de resumen de estudio: operación preparado de hormas.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 2		
Operación: Preparado de hormas		Estudio de métodos núm.: 2		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Grapadora, refileadora de plantillas				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Brocha				Termino:	8 h 18	
Producto/pieza: Horma, plantilla Núm.: 38				Comienzo:	8 h 10	
Material: Horma plastica, plantilla celfil				T. transcurrido:	8,00	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. punteo:	1,65	
Operario: Geovanny Guamán Sexo: M Ficha núm.: 2				T. neto:	6,35	
				T. observado:	6,35	
				Observado por: Christian Tigse		
				Comprobado por: Ing. Victor Espin		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,137	1/1	12	0,14	
B	Según ficha núm: 2 Trabajo interior	0,169	1/1	12	0,17	
C	Trabajo exterior	0,128	1/1	12	0,13	
	TCM	0,169	1/1	12	0,17	
	Elementos casuales:					
	Clasificar hormas por tipo y talla	0,920	1/12	1	0,08	Frec. 1/12 unidades.
	Trasportar hacia máquina grapadora de plantillas	0,080	1/12	1	0,01	Frec. 1/12 unidades.
	Colocar grapas en grapadora	0,140	1/30	1	0,005	Frec. 1/30 unidades.
						(1 barra de grapas contiene 100 unidades y cada plantilla necesita 3 unidades)
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual clasificar hormas por tipo y talla se lo observa una vez y como se sabe que el estudio se efectúa para 12 ciclos y ese valor es similar al lote de producción que manejan en la empresa, es evidente que la frecuencia de este elemento corresponde a una vez por cada 12 unidades. Sucede exactamente lo mismo para el siguiente elemento casual transportar hacia máquina grapadora de plantillas.

El elemento casual colocar grapas en grapadora se lo observa una vez y como la barra de grapas contiene 100 unidades y cada plantilla ocupa 3 unidades, se considera una frecuencia para este elemento de una vez por cada 30 unidades considerando que podrían dañarse ciertas unidades al grapar.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación preparado de hormas.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Hormas, plantillas Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo											Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)				
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad				Presencia de agua			
Operación: Preparado de hormas		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
																																Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)			
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger horma y plantilla de armado, unir horma con plantilla, acomodar y grapar.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Cortar las partes excesivas de plantilla en máquina retiladora de plantillas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Coger brocha y untar pega, aplicar pega en plantillas y colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
Elemento ocasional.	Clasificar hormas por tipo y talla.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6
	Trasportar hacia máquina grapadora de plantillas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6
	Colocar grapas en grapadora.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación preparado de hormas.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	B	0,17	6	0,0102
Elementos de trabajo exterior	A	0,14	6	0,0084
	C	0,13	6	0,0078
Elemento casual:				
Clasificar hormas por tipo y talla		0,08	6	0,0048
Transportar hacia máquina grapadora de plantillas		0,01	6	0,0006
Colocar grapas en grapadora		0,005	6	0,0003
Total trabajo exterior		0,36		0,0219
Total suplementos por fatiga				0,0321
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina:				
(0,36 + 0,17)* 5%				0,0265
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0321
Suplementos por necesidades personales				0,0265
				0,0586
O sea:				0,06 min.

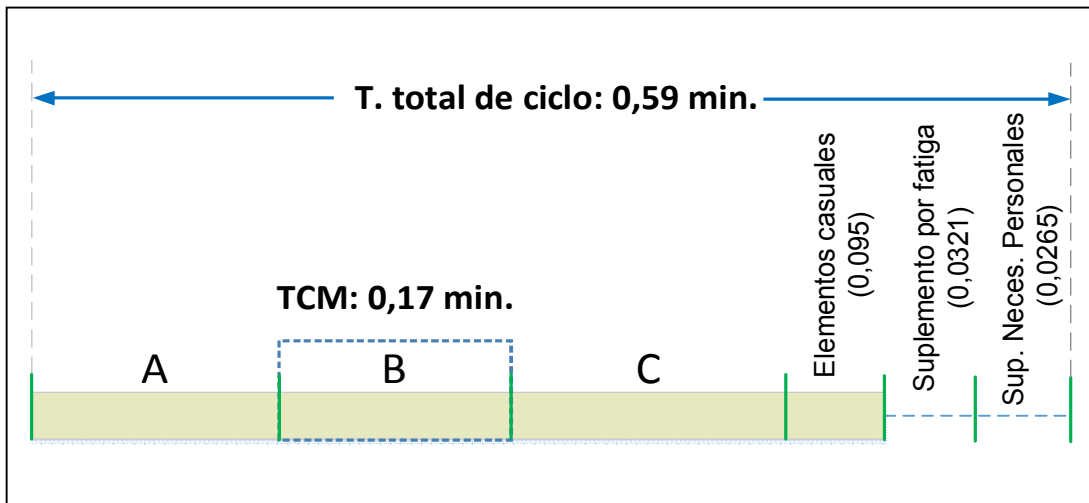
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,06 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación preparado de hormas.

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,36	min. básicos
Trabajo interior	0,17	mín. básicos
Suplemento por descanso	0,06	mín.
Tiempo tipo	0,59	min. tipo

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación preparado de hormas corresponde a 0,59 minutos por unidad.

La representación gráfica del tiempo estándar se presenta en la siguiente figura.



Estudio de tiempos para la operación armado de puntas.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación armado de puntas.

Ficha núm.: 3	
Pieza:	Zapato deportivo GM 726
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba
Operación:	Armado de puntas
Maquina:	Vaporizadora de puntas / Armadora de puntas
Elementos y cortes	
A.	Coger corte del estante y colocar en vaporizadora de puntas. Corte: mano derecha suela corte.
B.	Retirar el corte vaporizado, coger la horma preparada del estante, unir y acomodar. Corte: acercar la unión del corte y horma a la máquina.
C.	Colocar en máquina armadora de puntas y operar la máquina hasta armar la punta. Corte: Máquina para de armar.
D.	Retirar el corte armado de la máquina, revisar armado, martillar la punta y colocar en estante de armado de talones. Corte: mano derecha suelta corte armado.
Disposición del lugar de trabajo	
<p>El diagrama ilustra la configuración del espacio de trabajo. En la parte superior, un estante exhibe un par de zapatos. A la izquierda, un estante vertical contiene varias hormas. En el centro, un operario se encuentra en una 'Zona de trabajo' que mide 105.46 cm de ancho y 115.63 cm de alto. A la derecha, una 'Vaporizadora de puntas' y una 'Armadora de puntas' están conectadas por tuberías. Una dimensión de 25.59 cm indica la distancia entre el estante superior y la zona de trabajo. El área total del espacio es de 5,464m².</p>	

Estudio núm:	Estudio de tiempos: continuación				Hoja núm: 2 de 4				
Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.
Después del cronometraje		0,18							
T. transcurrido (min)		8,00							
Verificación de tiempos restados			3,53						
			3,54						
			7,07						
Antes del cronometraje			0,75						
Después del cronometraje			0,18						
T. transcurrido			8,00						

Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.

El tiempo total transcurrido corresponde a 8 minutos, considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación armado de puntas.

Estudio núm.: 1	Hoja de trabajo			Hoja núm.: 3 de 4	
Elemento:	A	B	C	D	TCM
Ciclo núm.:	(Tiempos básicos)				(Minutos efectivos)
1	0,04	0,18	0,19	0,08	0,45
2	0,04	0,18	0,20	0,07	0,45
3	0,04	0,15	0,19	0,08	0,42
4	0,05	0,18	0,18	0,08	0,44
5	0,04	0,15	0,22	0,08	0,45
6	0,04	0,16	0,19	0,09	0,44
7	0,05	0,17	0,17	0,09	0,43
8	0,04	0,17	0,21	0,07	0,45
9	0,04	0,15	0,21	0,07	0,43
10	0,04	0,16	0,21	0,08	0,45
11	0,04	0,15	0,20	0,08	0,43
12	0,05	0,17	0,19	0,09	0,45
Totales:	0,51	1,97	2,36	0,96	5,29
Veces:	12	12	12	12	12
Promedios:	0,043	0,164	0,197	0,080	0,441
	TCM: B+C+D	0,441	Min efectivos		

Los elementos B, C y D de la hoja de trabajo corresponden al tiempo condicionado por la maquina (TCM), se toman estos elementos puesto que es el tiempo en que la maquina vaporizadora de puntas humedece los cortes, y abarca a los demás elementos de máquina.

4. Hoja de resumen de estudio: operación armado de puntas.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 3		
Operación: Armado de puntas		Estudio de métodos núm.: 3		Hoja núm.: 4 de 4		
Instalaciones/máquina: Vaporizadora de puntas, armadora de puntas				Fecha: 10 de mayo del 2014		
				Termino:		8 h 28
				Comienzo:		8 h 20
Herramientas y calibradores: Martillo				T. transcurrido:		8,00
Producto/pieza: Corte, horma preparada		Núm.: 38		T. punteo:		0,93
Material: Corte de cuero, horma plástica				T. neto:		7,07
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. observado:		7,07
Operario: Geovanny Guamán		Sexo: M		Ficha núm.: 3		Observado por: Christian Tigse
						Comprobado por: Ing. Victor Espín
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,043	1/1	12	0,04	
B	Según ficha núm: 3 Trabajo interior	0,164	1/1	12	0,16	
C	Trabajo interior	0,197	1/1	12	0,20	
D	Trabajo interior	0,080	1/1	12	0,08	
TCM		0,441	1/1	12	0,44	
Elementos casuales:						
	Cambiar molde y ajustar máquina	0,630	1/12	1	0,05	Frec. 1/12 unidades.
	Colocar agua en vaporizadora	0,750	1/92	1	0,01	Frec. 1/92 unidades.
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual cambiar molde y ajustar maquina se lo observa una vez y como se sabe que el estudio se efectúa para 12 ciclos y ese valor es similar al lote de producción que manejan en la empresa, es evidente que la frecuencia de este elemento corresponde a una vez por cada 12 unidades.

El elemento casual colocar agua en vaporizadora se lo observa una vez durante los doce ciclos, y como se ve que aproximadamente cada 92 unidades se vuelve a colocar agua se considera una frecuencia para este elemento de una vez por cada 92 unidades.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación armado de puntas.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																		
Producto: corte armado punta Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo																
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad		Presencia de agua		Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)
Operación: Armado de puntas	Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos			
A	Coger corte del estante y colocar en vaporizadora de puntas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Retirar el corte vaporizado, coger la horma preparada del estante, unir y acomodar.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Colocar en máquina armadora de puntas y operar la máquina hasta armar la punta.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	7
D	Retirar el corte armado de la máquina, revisar armado, martillar la punta y colocar en estante de armado de talones.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	6	B	2	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	15	12	7
Elem. ocasional	Cambiar molde y ajustar máquina.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6
	Colocar agua en vaporizadora.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación armado de puntas.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	B	0,16	6	0,0096
	C	0,20	7	0,0140
	D	0,08	7	0,0056
		0,44		0,0292
Elementos de trabajo exterior	A	0,04	6	0,0024
Elemento casual:				
	Cambiar molde y ajustar máquina	0,05	6	0,0030
	Colocar agua en vaporizadora	0,01	6	0,0006
	Total trabajo exterior	0,10		0,0060
Total suplementos por fatiga				0,0352
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina: (0,10 + 0,44)* 5%				
				0,0270
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0352
Suplementos por necesidades personales				0,0270
				0,0622
O sea:				0,06 min.

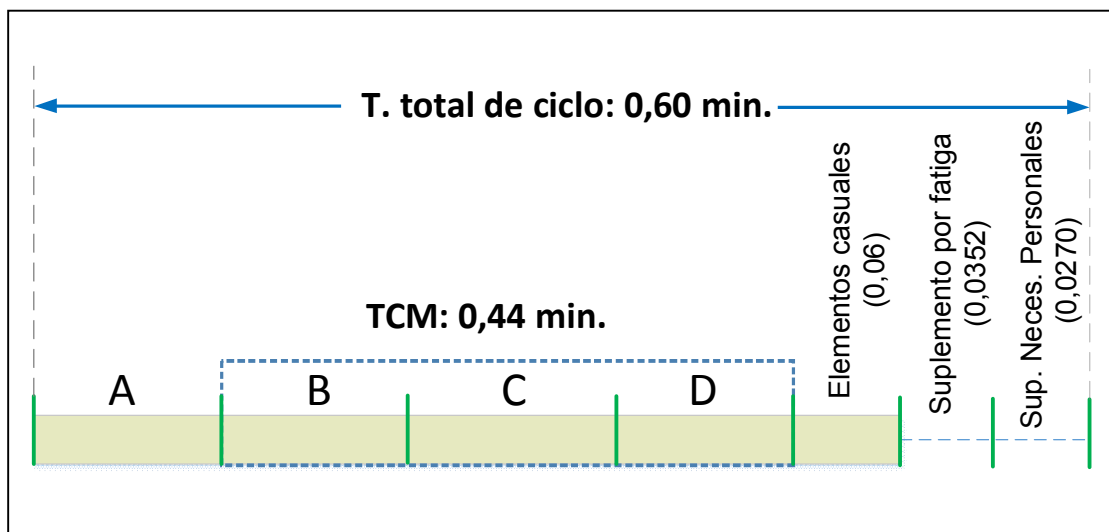
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,06 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación armado de puntas.

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,10	min. básicos
Trabajo interior	0,44	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,06</u>	mín.
Tiempo tipo	0,60	min. tipo

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación armado de puntas corresponde a 0,60 minutos por unidad.

La representación gráfica del tiempo estándar se muestra en la siguiente figura, el cual indica cada uno de los elementos que lo conforman con sus respectivos tiempos.



Estudio de tiempos para la operación armado de talones y laterales.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación armado de talones y laterales.

		Ficha núm.: 4
Pieza:	Zapato deportivo GM 726	
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba	
Operación:	Armado de talones y laterales.	
Maquina:	Horno reactivador / Armadora de talones / Máquina desarrugadora / Horno envejecedor.	
Elementos y cortes		
<p>A. Coger el corte armado del estante y colocar en horno reactivador, retirar el corte ablandado talón y colocarlo en soporte de hormas.</p> <p>Corte: mano derecha suelta corte armado.</p> <p>B. Coger pinza de mano y armar laterales.</p> <p>Corte: mano derecha suelta pinza de mano.</p> <p>C. Coger sacagrapas y retirar grapas de la plantilla.</p> <p>Corte: mano derecha suelta sacagrapas.</p> <p>D. Colocar el corte armado en armadora de talones y operar máquina.</p> <p>Corte: Máquina para de armar.</p> <p>E. Retirar el corte armado, martillar, revisar armado y colocarlo en horno envejecedor.</p> <p>Corte: mano derecha suelta corte armado.</p>		
Disposición del lugar de trabajo		
<p>El diagrama ilustra la disposición del lugar de trabajo, delimitado por una línea punteada roja. En la parte superior izquierda se encuentra un 'Soporte de hormas'. A su izquierda está el 'Horno reactivador'. En el centro se ubica la 'Armadora de talones'. A la derecha de esta se encuentra la 'Desarrugadora de cuero', y más allá, el 'Horno envejecedor'. Un trabajador está representado en la zona de trabajo. Las distancias entre los equipos son: 78,68 cm entre el soporte de hormas y el horno reactivador; 2,02 cm entre el horno reactivador y la armadora de talones; 5,49 cm entre la armadora de talones y la desarrugadora de cuero; y 22,97 cm entre la desarrugadora de cuero y el horno envejecedor. El área total de la zona de trabajo es de 9,382 m².</p>		

Estudio núm:		Estudio de tiempos: continuación				Hoja núm: 2 de 4			
Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.
11	A	100	9,07	0,09	0,09				
	B	100	9,35	0,27	0,27	Después del cronometraje		1,27	
	C	100	9,45	0,10	0,10	T. Transcurrido		12,00	
	D	100	9,66	0,21	0,21				
	E	100	9,79	0,13	0,13	Verificación de tiempos restados			4,28
									4,21
									1,74
									10,23
12	A	100	10,03	0,07	0,07				
	B	100	10,32	0,29	0,29	Antes del cronometraje			0,50
	C	100	10,41	0,09	0,09	Después del cronometraje			1,27
	D	100	10,61	0,19	0,19	T. Transcurrido			12,00
	E	100	10,73	0,13	0,13				
			Suma TR:	1,74					

Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.

El tiempo total transcurrido corresponde a 12 minutos, considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación armado de talones y laterales.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo				Hoja núm.: 3 de 4	
Elemento:	A	B	C	D	E	TCM	
Ciclo núm.:	(Tiempos básicos)					(Minutos efectivos)	
1	0,09	0,29	0,10	0,19	0,13	0,71	
2	0,09	0,30	0,09	0,21	0,10	0,70	
3	0,07	0,30	0,11	0,20	0,11	0,72	
4	0,09	0,32	0,10	0,19	0,12	0,73	
5	0,08	0,29	0,10	0,21	0,11	0,71	
6	0,07	0,27	0,09	0,19	0,12	0,67	
7	0,09	0,27	0,10	0,19	0,13	0,69	
8	0,08	0,29	0,10	0,21	0,11	0,71	
9	0,09	0,27	0,12	0,21	0,12	0,72	
10	0,08	0,31	0,09	0,19	0,11	0,70	
11	0,09	0,27	0,10	0,21	0,13	0,71	
12	0,07	0,29	0,09	0,19	0,13	0,70	
Totales:	0,99	3,47	1,19	2,39	1,42	8,47	
Veces:	12	12	12	12	12	12	
Promedios:	0,083	0,289	0,099	0,199	0,118	0,706	
	TCM: B+C+D+E		0,706	Min efectivos			

Los elementos B, C, D y E de la hoja de trabajo, corresponde al tiempo condicionado por la maquina (TCM), se designan estos elementos puesto que el horno reactivador ablanda el corte durante ese tiempo, los otros elementos que contienen tiempos de maquina quedan automáticamente dentro de este tiempo.

4. Hoja de resumen de estudio: operación armado de talones y laterales.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 4		
Operación: Armado de talones		Estudio de métodos núm.: 4		Hoja núm.: 4 de 4		
Instalaciones/máquina: Reactivadora, amadora de talones, h. envejecedor				Fecha: 10 de mayo del 2014		
				Termino:	8 h 37	
Herramientas y calibradores: Pinza de mano, martillo, sacagrapas				Comienzo:	8 h 25	
				T. transcurrido:	12,00	
Producto/pieza: Corte armado		Núm.: 38		T. punteo:	1,77	
Material: Cuero				T. neto:	10,23	
				T. observado:	10,23	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				Observado por: Christian Tigse		
Operario: José Luis Miranda		Sexo: M	Ficha núm.: 4	Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,083	1/1	12	0,08	
B	Trabajo interior	0,289	1/1	12	0,29	
C	Según ficha núm: 4 Trabajo interior	0,099	1/1	12	0,10	
D	Trabajo interior	0,199	1/1	12	0,20	
E	Trabajo interior	0,118	1/1	12	0,12	
	TCM	0,706	1/1	12	0,71	
	Elementos casuales					
	Retirar arrugas del cuero y martillar	0,770	5/12	5	0,06	Frec. 5/12 Unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual retirar arrugas del cuero y martillar se lo observa cinco veces durante los doce ciclos y debido a que con mucha frecuencia suele aparecer, se considera una frecuencia para este elemento de cinco veces por cada 12 unidades.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación armado de talones y laterales.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Corte armado talón Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo																	
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad		Presencia de agua		Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)	
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger el corte armado del estante y colocar en horno reactivador, retirar el corte ablandado talón y colocarlo en soporte de hormas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Coger pinza de mano y armar laterales.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Coger sacagrapas y retirar grapas de la plantilla.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
D	Colocar el corte armado en armadora de talones y operar máquina.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
E	Retirar el corte armado, martillar, revisar armado y colocarlo en horno envejecedor.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	6	B	2	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	12	7
Elem. O.	Retirar arrugas del cuero y martillar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	5	

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación armado de talones y laterales.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	B	0,29	6	0,0174
	C	0,10	6	0,0060
	D	0,20	6	0,0120
	E	0,12	7	0,0084
			0,71	
Elementos de trabajo exterior	A	0,08	6	0,0048
Elemento casual:				
Retirar arrugas del cuero y martillar		0,06	5	0,0030
Total trabajo exterior		0,14		0,0078
Total suplementos por fatiga				0,0516
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina:				
$(0,14 + 0,71) * 5\%$				0,0425
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0516
Suplementos por necesidades personales				0,0425
				0,0941
O sea:				0,09 min.

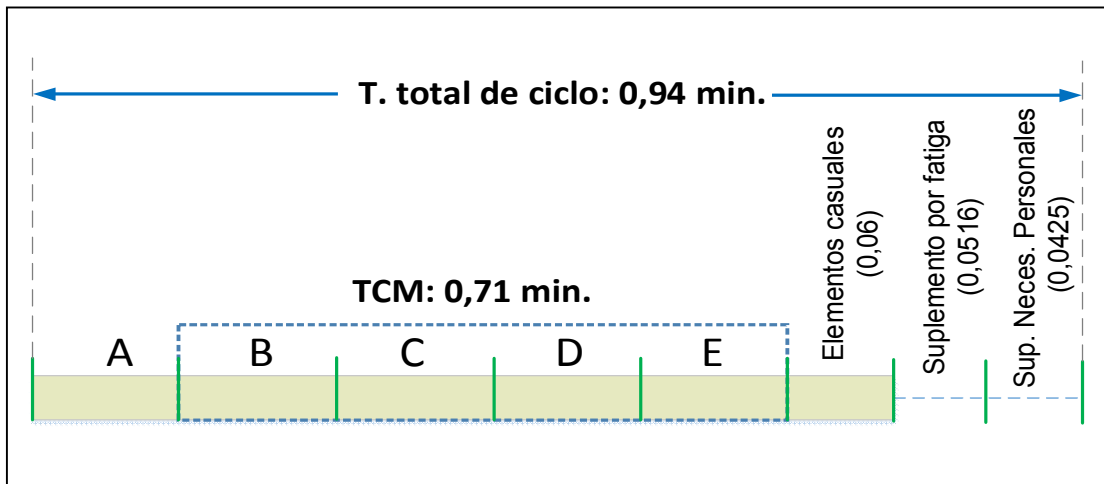
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,09 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación armado de talones y laterales.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación armado de talones y laterales corresponde a 0,94 minutos por unidad.

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,14	min. básicos
Trabajo interior	0,71	mín. básicos
Suplemento por descanso	0,09	mín.
Tiempo tipo	0,94	min. tipo

La representación gráfica del tiempo estándar que corresponde a esta operación se muestra en la siguiente figura.



Estudio de tiempos para la operación cardado y rayado.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación cardado y rayado.

		Ficha núm.: 5
Pieza:	Zapato deportivo GM 726	
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba	
Operación:	Cardado y rayado.	
Maquina:	Cardadora / Soplete	
Elementos y cortes		
A.	Coger el corte armado del estante y cortar el cuero excesivo de la base. Corte: mano derecha coge suela.	
B.	Seleccionar suela de la misma talla, colocar suela sobre la base del corte armado y rayar los bordes. Corte: mano derecha suelta rayador.	
C.	Cardar la zona rayada del corte armado, limpiar área cardada y colocar en estante de aplicación de pega. Corte: mano derecha suelta corte armado.	
Disposición del lugar de trabajo		
Area total: 3,721 m ²		
<p>El diagrama ilustra la configuración del espacio de trabajo. A la izquierda, un estante vertical contiene un par de zapatos. A la derecha, una cardadora está montada sobre un estante horizontal. Un trabajador se encuentra frente a la cardadora. Una línea horizontal indica una distancia de 31.83 cm entre el estante vertical y la cardadora. Una línea vertical indica una distancia de 76.27 cm desde el estante horizontal inferior hasta el estante vertical superior. El área total del espacio de trabajo es de 3,721 m². El estante superior muestra un corte armado con una suela rayada. El estante inferior muestra un corte armado con una suela nueva colocada encima. El trabajador está representado como una silueta verde con un sombrero gris, con sus manos sobre la cardadora.</p>		

El formulario de estudio de tiempos indica que el tiempo total transcurrido corresponde a 11 minutos, considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación cardado y rayado.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo		Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	C	TCM
Ciclo núm.:	(Tiempos básicos)			(Minutos efectivos)
1	0,17	0,24	0,38	0,38
2	0,20	0,28	0,35	0,35
3	0,21	0,24	0,35	0,35
4	0,17	0,25	0,38	0,38
5	0,17	0,23	0,36	0,36
6	0,19	0,26	0,34	0,34
7	0,17	0,26	0,34	0,34
8	0,20	0,25	0,38	0,38
9	0,21	0,24	0,34	0,34
10	0,19	0,24	0,35	0,35
11	0,16	0,25	0,37	0,37
12	0,19	0,28	0,35	0,35
Totales:	2,23	3,02	4,29	4,29
Veces:	12	12	12	12
Promedios:	0,186	0,252	0,358	0,358
	TCM: C	0,358	Minutos efectivos	

La hoja de trabajo indica que el elemento C, corresponde al tiempo condicionado por la maquina (TCM), el cual tiene un valor de 0,358. Este elemento corresponde al cardado y limpiado del corte en la misma máquina.

4. Hoja de resumen de estudio: operación cardado y rayado.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 5		
Operación: cardado y rayado		Estudio de métodos núm.: 5		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Cardadora				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Mina de plata				Termino:		8 h 51
				Comienzo:		8 h 40
Producto/pieza: Corte armado Núm.: 38				T. transcurrido:		11,00
Material: Cuero				T. punteo:		0,87
				T. neto:		10,13
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. observado:		10,13
Operario: Darwin Ramírez		Sexo: M		Ficha núm.: 5		Observado por: Christian Tigse
						Comprobado por: Ing. Víctor Espín
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,186	1/1	12	0,19	
B	Según ficha núm.: 5 Trabajo exterior	0,252	1/1	12	0,25	
C	Trabajo interior	0,358	1/1	12	0,36	
	TCM	0,358	1/1	12	0,36	
	Elementos casuales:					
	Retirar cortes armado talones del horno envejecedor y colocar en estante	0,250	1/12	1	0,02	Frec. 1/12 Unidades
	Buscar suela según modelo y talla para el rayado	0,330	1/12	1	0,03	Frec. 1/12 Unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual retirar cortes del horno envejecedor y colocar en estante se lo observa una vez durante los 12 ciclos y como se sabe que ese valor es similar al lote de producción que manejan en la empresa, es evidente que la frecuencia de este elemento corresponde a una vez por cada 12 unidades. Para el siguiente elemento casual buscar suela según modelo y talla para el rayado sucede exactamente lo mismo.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación cardado y rayado.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Corte cardado Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo											Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)				
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad				Presencia de agua			
Operación: Cardado y rayado		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
																																Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)			
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger el corte armado del estante y cardar el cuero excesivo de la base.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Seleccionar suela de la misma talla, colocar suela sobre la base del corte armado y rayar los bordes.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Cardar la zona rayada del corte armado, limpiar área cardada y colocar en estante de aplicación de pega.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	6	B	2	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	12	7
Elemento ocasional	Retirar cortes armado talones del horno envejecedor y colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6
	Buscar suela según modelo y talla para el rayado	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación cardado y rayado.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	C	0,36	7	0,0252
Elementos de trabajo exterior	A	0,19	6	0,0114
	B	0,25	6	0,0150
Elemento casual:				
Retirar cortes armado talones del horno envejecedor y colocar en estante.		0,02	6	0,0012
Buscar suela según modelo y talla para el rayado		0,03	6	0,0018
Total trabajo exterior		0,49		0,0294
Total suplementos por fatiga				0,0546
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina: $(0,49 + 0,36) * 5\%$				0,0425
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0546
Suplementos por necesidades personales				0,0425
				<u>0,0971</u>
O sea:				0,10 min.

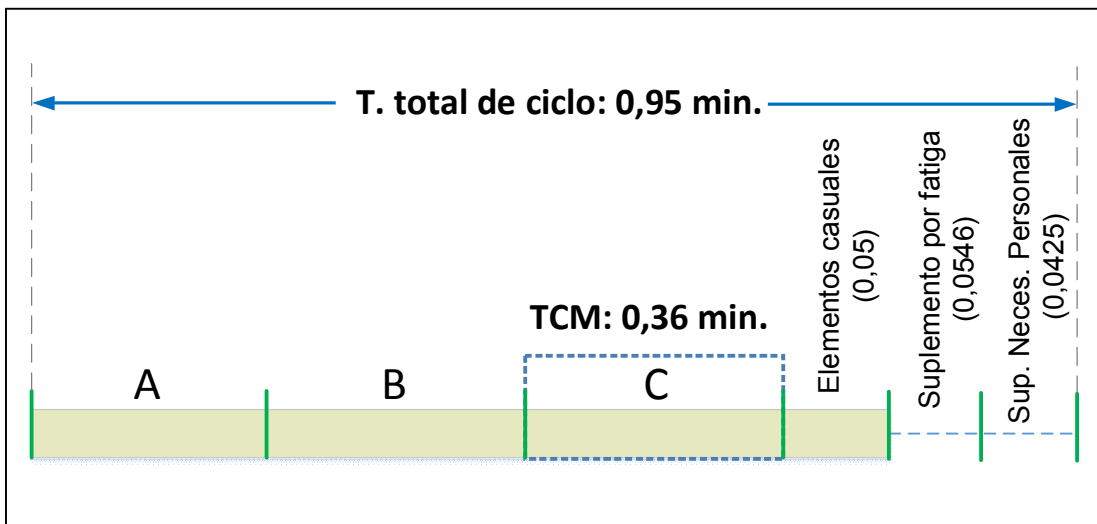
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,10 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación cardado y rayado.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación cardado y rayado corresponde a 0,91 minutos por unidad.

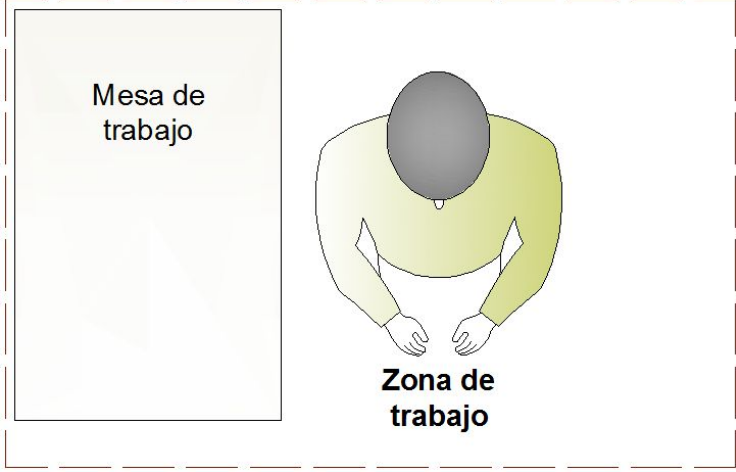
Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,49	min. básicos
Trabajo interior	0,36	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,10</u>	mín.
Tiempo tipo	0,95	min. tipo

La gráfica del tiempo estándar se muestra a continuación, la cual indica cada uno de los elementos que lo conforma con sus respectivos tiempos.



Estudio de tiempos para la operación aplicar pegamento.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación aplicar pegamento.

		Ficha núm.: 6
Pieza:	Zapato deportivo GM 726	
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba	
Operación:	Aplicar pegamento	
Maquina:	Operación manual	
Elementos y cortes		
A.	Coger corte armado, coger brocha y untar Primer, aplicar Primer en superficie cardada y colocar en estante. Corte: mano derecha suelta corte armado.	
B.	Coger corte armado, coger brocha y untar pega, aplicar pega en superficie cardada y colocar en estante. Corte: mano derecha suelta corte armado.	
Disposición del lugar de trabajo		
Area total: 1,904 m²		
		

2. Formulario de estudio de tiempos: operación aplicar pegamento.

Estudio de tiempos									
Departamento: Area de montaje					Estudio núm: 6				
Operación: Aplicar pegamento					Estudio de métodos núm: 6				
Instalación/Maquina: Operación manual					Hoja núm: 1 de 3				
Herramientas y calibradores: Brocha					Término: 8:58				
Producto/Pieza: Corte armado					Núm.: 38				
Material: Cuero					Comienzo: 8:50				
					Tiempo transc: 7,71				
					Operario: Kevin Oyasa				
					Fecha: 10 de mayo del 2014				
					Comprobado: Ing. Víctor Espín				
Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.
Antes del cronometraje		0,00	-		Después del cronometraje		0,00		
Llenar botes de pegamentos	-	0,50	-	-	T. transcurrido (min)		8,04		
①	A	100	0,30	-	0,30	Antes del cronometraje			0,00
	B	100	0,40	-	0,40	Después del cronometraje			0,00
						T. transcurrido			8,04
②	A	100	0,32	-	0,32				
	B	100	0,43	-	0,43				
③	A	100	0,35	-	0,35				
	B	100	0,39	-	0,39				
④	A	100	0,33	-	0,33				
	B	100	0,38	-	0,38				
⑤	A	100	0,38	-	0,38				
	B	100	0,39	-	0,39				
⑥	A	100	0,33	-	0,33				
	B	100	0,41	-	0,41				
⑦	A	100	0,30	-	0,30				
	B	100	0,42	-	0,42				
⑧	A	100	0,30	-	0,30				
	B	100	0,39	-	0,39				
⑨	A	100	0,33	-	0,33				
	B	100	0,41	-	0,41				
⑩	A	100	0,29	-	0,29				
	B	100	0,35	-	0,35				
Transportar cortes untado pega a estante de prensado									
		-	0,33	-	-				
		Suma:	8,04						
Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.									

El estudio de tiempos de la operación aplicar pegamento se lleva a cabo mediante el método de cronometraje vuelta a cero, puesto que luego de untar la solución Primer y la pega es necesario dejarlo secar por un tiempo de 10 a 15 minutos y de ese modo garantizar el pegado. Este lapso de espera no afecta a la producción puesto que al trabajar en lotes pequeños, este tiempo de espera no representa una restricción.

3. Hoja de trabajo: operación aplicar pegamento.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo		Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	TCM (Minutos efectivos)	
	(Tiempos básicos)			
Ciclo núm.:				
1	0,30	0,40	-	
2	0,32	0,43	-	
3	0,35	0,39	-	
4	0,33	0,38	-	
5	0,38	0,39	-	
6	0,33	0,41	-	
7	0,30	0,42	-	
8	0,30	0,39	-	
9	0,33	0,41	-	
10	0,29	0,35	-	
Totales:	3,23	3,97	-	
Veces:	10	10	-	
Promedios:	0,323	0,397	-	
	TCM:	0,000	Minutos efectivos	

Debido que se trata de una operación manual no existe un tiempo condicionado por la maquina (TCM).

4. Hoja de resumen de estudio: operación aplicar pegamento.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 6		
Operación: Aplicar pegamento		Estudio de métodos núm.: 6		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Operación manual				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Brocha				Termino:		8 h 58
				Comienzo:		8 h 50
Producto/pieza: Corte armado Núm.: 38				T. transcurrido:		8,04
Material: Cuero				T. punteo:		0,00
				T. neto:		8,04
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. observado:		8,04
Operario: Kevin Oyasa Sexo: M Ficha núm.: 6				Observado por: Christian Tigse		
				Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo interior	0,323	1/1	10	0,32	
B	Según ficha núm: 6 Trabajo interior	0,397	1/1	10	0,40	
Elementos casuales:						
	Llenar botes de pegamentos	0,500	1/100	1	0,01	Frec. 1/100 unidades
	Transportar cortes untado pega a estante de prensado	0,330	1/12	1	0,03	Frec. 1/12 unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual llenar botes de pegantes se lo observa una vez durante los diez ciclos, y como se ve que aproximadamente cada 100 unidades se vuelve a llenar de pega se considera una frecuencia para este elemento de una vez por cada 100 unidades.

Es muy importante aclarar que la frecuencia que se asigna puede variar en función del tamaño del recipiente que se utilice para colocar la pega, puesto que unos pueden ser más grandes y otros más pequeños.

Al elemento casual transportar cortes untado pega a estante de prensado se considera una frecuencia de una vez por cada 12 unidades puesto que según las observaciones realizadas ese es su frecuencia de aparición.

5. Cálculos de suplementos por descanso.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																				
Producto: Corte untado paga Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo											Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)					
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad				Presencia de agua				
Operación: Aplicar pegamento		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos			
																																		Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)		
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos			
A	Coger corte armado, coger brocha y untar Primer, aplicar Primer en superficie cardada y colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6
B	Coger corte armado, coger brocha y untar pega, aplicar pega en superficie cardada y colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6
Elemento ocasional	Llenar botes de pegamentos.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	8	11	6	
	Transportar cortes untado pega a estante de prensado	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	8	11	6	

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación aplicar pegamento.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	A	0,32	6	0,0192
	B	0,40	6	0,0240
		0,72		0,0432
Elementos de trabajo exterior	-	-	-	-
Elemento casual:				
	Llenar bote de pegamentos	0,01	6	0,0003
	Transportar cortes untado pega a estante de prensado	0,03	6	0,0018
	Total trabajo exterior	0,04		0,0021
Total suplementos por fatiga				0,0453
Suplementos por necesidades personales				
5% del tiempo total básico: (0,72 + 0,04)* 5%				0,0380
Total suplementos por descanso				
	Suplemento por fatiga			0,0453
	Suplementos por necesidades personales			0,0380
				0,0833
			O sea:	0,08 min.

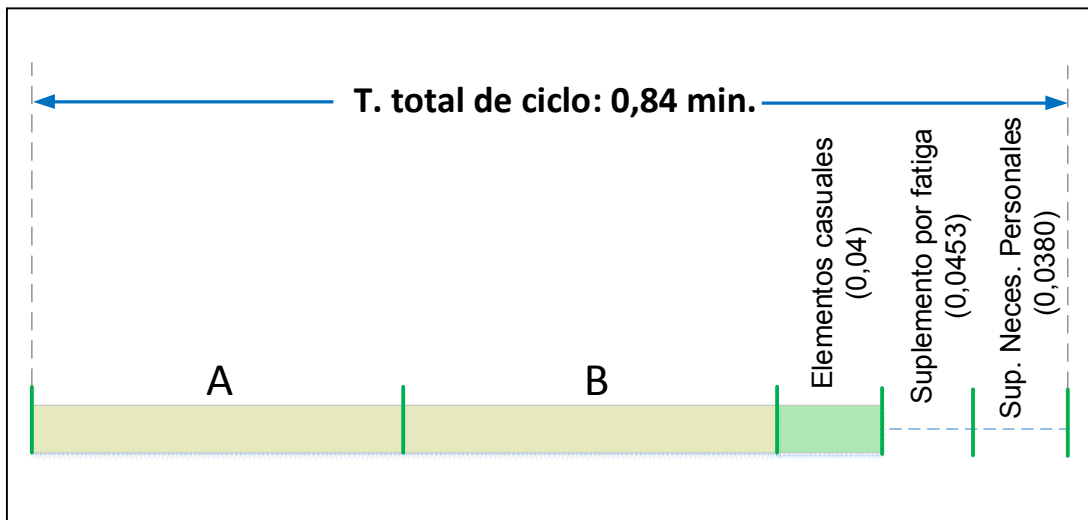
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,08 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación aplicar pegamento.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación aplicar pegamento corresponde a 0,84 minutos por unidad.

Calculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,04	min. básicos
Trabajo interior	0,72	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,08</u>	mín.
Tiempo tipo	0,84	min. tipo

La grafica representativa del tiempo estándar se muestra en la siguiente figura, indicando a detalle todos los elementos que lo conforman.



Estudio de tiempos para la operación preparado de suelas.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación preparado de suelas.

		Ficha núm.: 7
Pieza:	Suela	
Material:	TR	
Operación:	Preparado de suelas	
Maquina:	Cabina de preparación de suelas	
Elementos y cortes		
<p>A. Coger suela, coger brocha y untar limpiador, aplicar limpiador en suela, colocar en estante.</p> <p>Corte: mano derecha suelta suela.</p>		
<p>B. Coger suela, coger brocha y untar Halogenante, aplicar Halogenante en suela, colocar en estante.</p> <p>Corte: mano derecha suelta suela.</p>		
<p>C. Coger suela, coger brocha y untar pega, aplicar pega en suela, colocar en estante.</p> <p>Corte: mano derecha suelta suela.</p>		
Disposición del lugar de trabajo		
<p>El diagrama ilustra la configuración del espacio de trabajo. En el centro se encuentra una 'Cabina de aplicar pega' con un ancho de 8.72 cm. A la izquierda de la cabina hay un estante con tres suelas apiladas, con un ancho de 4.22 cm. A la derecha de la cabina hay otro estante con tres suelas apiladas. Un trabajador es representado en la parte inferior del diagrama, con las manos levantadas. El área total del espacio de trabajo es de 3,810 m².</p>		

2. Formulario de estudio de tiempos: operación preparado de suelas.

Estudio de tiempos											
Departamento: Area de montaje					Estudio núm: 7						
Operación: Preparado de suelas			Estudio de métodos núm: 7		Hoja núm: 1 de 3						
Instalación/Maquina: Operación manual					Término: 9:05						
Herramientas y calibradores: Brocha					Comienzo: 8:30						
Producto/Pieza: Suela					Núm.: 38		Tiempo transc: 7,16				
Material: TR					Operario: Kevin Oyasa						
					Fecha: 10 de mayo del 2014						
					Comprobado: Ing. Víctor Espín						
Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.	Descripción del elemento:	V.	C.	T.R.	T.B.		
Antes del cronometraje		0,00	-		9	A	100	0,19	-	0,19	
Llenar botes de pegamentos	-	0,75	-	-		B	100	0,19	-	0,19	
						C	100	0,29	-	0,29	
1	A	100	0,16	-	0,16						
	B	100	0,21	-	0,21	10	A	100	0,18	-	0,18
	C	100	0,29	-	0,29		B	100	0,21	-	0,21
							C	100	0,28	-	0,28
2	A	100	0,15	-	0,15		Suma:	1,35			
	B	100	0,22	-	0,22						
	C	100	0,26	-	0,26	Despues del cronometraje		0,00			
						T. transcurrido (min)		7,16			
3	A	100	0,17	-	0,17						
	B	100	0,20	-	0,20	Antes del cronometraje			0,00		
	C	100	0,26	-	0,26	Despues del cronometraje			0,00		
						T. transcurrido			7,16		
4	A	100	0,15	-	0,15						
	B	100	0,19	-	0,19						
	C	100	0,25	-	0,25						
5	A	100	0,17	-	0,17						
	B	100	0,20	-	0,20						
	C	100	0,27	-	0,27						
6	A	100	0,16	-	0,16						
	B	100	0,19	-	0,19						
	C	100	0,24	-	0,24						
7	A	100	0,17	-	0,17						
	B	100	0,19	-	0,19						
	C	100	0,28	-	0,28						
8	A	100	0,16	-	0,16						
	B	100	0,22	-	0,22						
	C	100	0,30	-	0,30						
	Suma:		5,81								
Nota: V. = Valoración. C. = Cronometraje. T.R. = Tiempo restado. T.B. = Tiempo básico.											

El estudio de tiempos de la operación preparado de suelas se lleva a cabo mediante el método de cronometraje vuelta a cero, ya que luego de untar el limpiador, el halogenante y la pega es necesario dejarlo secar por un tiempo de 10 a 15 minutos y de ese modo garantizar el pegado.

3. Hoja de trabajo: operación preparado de suelas.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo			Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	C	TCM (Minutos efectivos)	
	(Tiempos básicos)				
Ciclo núm.:					
1	0,16	0,21	0,29	-	
2	0,15	0,22	0,26	-	
3	0,17	0,20	0,26	-	
4	0,15	0,19	0,25	-	
5	0,17	0,20	0,27	-	
6	0,16	0,19	0,24	-	
7	0,17	0,19	0,28	-	
8	0,16	0,22	0,30	-	
9	0,19	0,19	0,29	-	
10	0,18	0,21	0,28	-	
Totales:	1,66	2,02	2,72	-	
Veces:	10	10	10	-	
Promedios:	0,166	0,202	0,272	-	
	TCM:	0,000	Minutos efectivos		

Debido que se trata de una operación manual no existe un tiempo condicionado por la maquina (TCM).

4. Hoja de resumen de estudio: operación preparado de suelas.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 7		
Operación: Preparado de suelas		Estudio de métodos núm.: 7		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Operación manual				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Brocha				Termino:	9 h 05	
Producto/pieza: Suela				Comienzo:	8 h 30	
Material: TR				T. transcurrido:	7,16	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)		Núm.: 38		T. punteo:	0,00	
Operario: Kevin Oyasa				T. neto:	7,16	
Sexo: M				T. observado:	7,16	
Ficha núm.: 7				Observado por: Christian Tigse		
				Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo interior	0,166	1/1	10	0,17	
B	Según ficha núm: 7 Trabajo interior	0,202	1/1	10	0,20	
C	Trabajo interior	0,272	1/1	10	0,27	
	Elementos casuales:					
	Llenar botes de pegamentos	0,750	1/100	1	0,01	Frec. 1/100 unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual llenar botes de pegamentos se lo observa una vez durante los diez ciclos, y como se ve que aproximadamente cada 100 unidades se vuelve a llenar de pega se considera una frecuencia para este elemento de una vez por cada 100 unidades.

De igual manera la frecuencia de este elemento casual se designa en consideración al tamaño del recipiente que se utiliza para colocar la pega.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación preparado de suelas.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Suela untado pega Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo											Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)				
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad				Presencia de agua			
Operación: Preparado de suelas		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
																																Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)			
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger suela, coger brocha y untar limpiador, aplicar limpiador en suela, colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6
B	Coger suela, coger brocha y untar Halogenante, aplicar Halogenante en suela, colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6
C	Coger suela, coger brocha y untar pega, aplicar pega en suela, colocar en estante.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	13	11	6
Elemento ocasional	Llenar botes de pegamentos	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	B	1	-	-	-	-	-	-	-	8	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación preparado de suelas.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	A	0,17	7	0,0119
	B	0,20	7	0,0140
	C	0,27	6	0,0162
		0,64		0,0421
Elementos de trabajo exterior	-	-	-	-
Elemento casual:				
Llenar bote de pegamentos		0,01	6	0,0003
Total trabajo exterior		0,01		0,0003
Total suplementos por fatiga				0,0424
Suplementos por necesidades personales				
5% del tiempo total básico:				
$(0,64 + 0,01) * 5\%$				0,0325
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0424
Suplementos por necesidades personales				0,0325
				0,0749
O sea:				0,07 min.

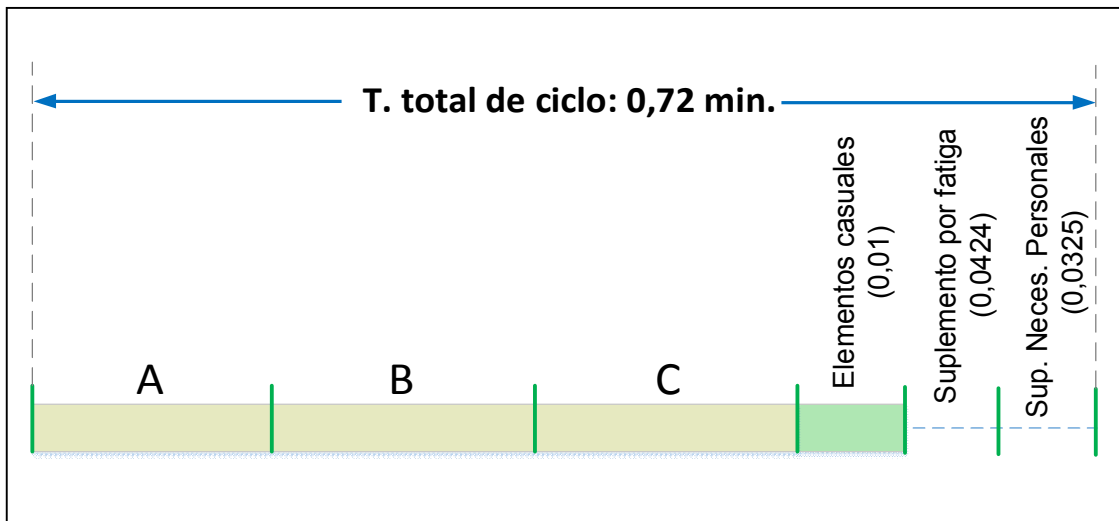
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,07 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación preparado de suelas.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación preparado de suelas corresponde a 0,72 minutos por unidad.

Calculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,01	min. básicos
Trabajo interior	0,64	mín. básicos
Suplemento por descanso	0,07	mín.
Tiempo tipo	0,72	min. tipo

El gráfico representativo del tiempo estándar se muestra en la siguiente figura, en el cuál se muestra los elementos repetitivos, casuales y los suplementos, cada uno de ellos con sus respectivos tiempos.



Estudio de tiempos para la operación prensado.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación prensado.

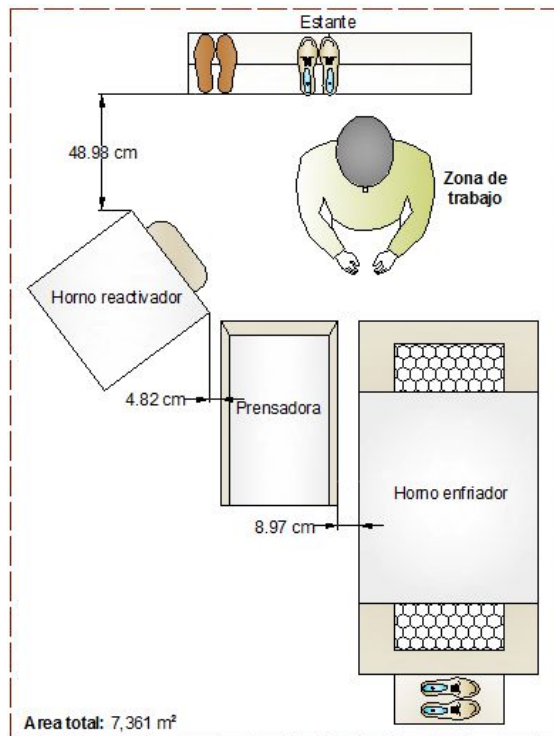
Ficha núm.: 8

Pieza:	Zapato deportivo GM 726
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba
Operación:	Prensado
Maquina:	Horno reactivador / Maquina prensadora de suelas / Horno enfriador

Elementos y cortes

- A. Coger corte armado y suela del estante y colocarlos en horno reactivador de suelas, retirar el corte armado y suela previamente colocado en el horno.
Corte: sostener en manos suela y corte armado.
- B. Unir la suela al corte armado, acomodar, presionar y colocar en prensadora de suelas.
Corte: zapato toca prensadora de suelas.
- C. Retirar el zapato previamente colocado en la prensadora de suelas, revisar que se encuentre bien prensado y colocar en el horno enfriador.
Corte: mano derecha suelta zapato.

Disposición del lugar de trabajo



El tiempo total transcurrido o cronometrado corresponde a 11 minutos considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación prensado.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo			Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	C	TCM (Minutos efectivos)	
	(Tiempos básicos)				
Ciclo núm.:					
1	0,10	0,48	0,12	0,60	
2	0,09	0,49	0,10	0,59	
3	0,10	0,47	0,10	0,57	
4	0,10	0,47	0,12	0,59	
5	0,11	0,49	0,11	0,60	
6	0,09	0,47	0,10	0,57	
7	0,11	0,50	0,11	0,61	
8	0,08	0,52	0,12	0,64	
9	0,09	0,49	0,10	0,59	
10	0,09	0,50	0,12	0,62	
11	0,11	0,48	0,10	0,58	
12	0,10	0,49	0,10	0,59	
13	0,10	0,49	0,12	0,61	
14	0,09	0,50	0,10	0,60	
Totales:	1,36	6,84	1,52	8,36	
Veces:	14	14	14	14	
Promedios:	0,097	0,489	0,109	0,597	
TCM: B+C 0,597 Minutos efectivos					

Los elementos B y C de la hoja de trabajo corresponden al tiempo condicionado por la maquina (TCM), estos elementos se designan puesto que el horno reactiva el pegamento durante ese tiempo, los otros elementos que contienen tiempos de maquina quedan automáticamente dentro de este tiempo.

4. Hoja de resumen de estudio: operación prensado.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 8		
Operación: Prensado		Estudio de métodos núm.: 8		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Horno reactivador, prensadora, horno enfriador				Fecha: 10 de mayo del 2014		
Herramientas y calibradores: Martillo				Termino:	9 h 36	
Producto/pieza: Corte armado Núm.: 38				Comienzo:	9 h 25	
Material: Cuero				T. transcurrido:	11,00	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. punteo:	0,85	
Operario: Darwin Ramírez Sexo: M Ficha núm.: 8				T. neto:	10,15	
				T. observado:	10,15	
				Observado por: Christian Tigse		
				Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo exterior	0,097	1/1	14	0,10	
B	Según ficha núm.: 8 Trabajo interior	0,489	1/1	14	0,49	
C	Trabajo interior	0,109	1/1	14	0,11	
	TCM	0,597	1/1	14	0,60	
	Elementos casuales:					
	Colocar cortes armados y suelas en estante	0,400	1/14	1	0,03	Frec. 1/14 Unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual colocar cortes armados y suelas en estante se lo observa una vez y como el estudio se efectúa para 14 ciclos, es evidente que la frecuencia de este elemento corresponde a una vez por cada 14 unidades.

Este elemento casual se produce porque el operario a cargo necesita ordenar en pares tanto los cortes como las suelas en el estante y de ese modo facilitar la operación.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación prensado.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																			
Producto: Zapato Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo											Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)	Suplemento por fatiga (suplemento por descanso menos 5 por ciento)				
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad				Presencia de agua			
Operación: Prensado		Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
																																Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)			
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger corte armado y suela del estante y colocarlos en horno reactivador de suelas, retirar el corte armado y suela previamente colocado en el horno.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Unir la suela al corte armado, acomodar, presionar y colocar en prensadora de suelas.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
C	Retirar el zapato previamente colocado en la prensadora de suelas, revisar que se encuentre bien prensado y colocar en el horno enfriador.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	6	B	2	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	12	7
Elemento ocasional	Colocar cortes armados y suelas en estante	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación prensado.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga	Tiempo básico (MB)		Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	B	0,49	6	0,0294
	C	0,11	7	0,0077
		0,60		0,0371
Elementos de trabajo exterior	A	0,10	6	0,0060
Elemento casual:				
Colocar cortes armados y suelas en estante.		0,03	6	0,0018
Total trabajo exterior		0,13		0,0078
Total suplementos por fatiga				0,0449
Suplementos por necesidades personales				
5% trabajo exterior, más tiempo condicionado por máquina:				
$(0,13 + 0,60) * 5\%$				0,0365
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0449
Suplementos por necesidades personales				0,0365
				0,0814
O sea:				0,08 min.

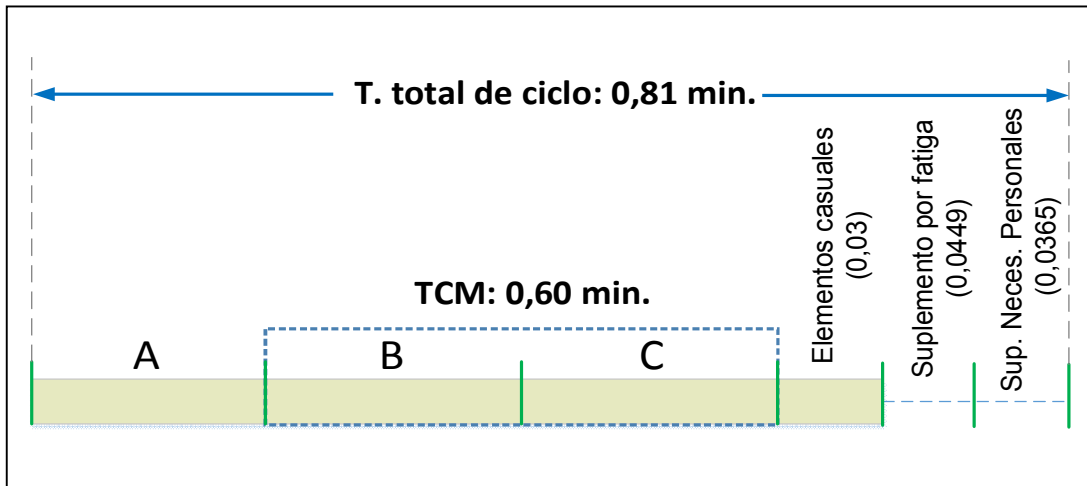
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,08 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación prensado.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación prensado corresponde a 0,81 minutos por unidad.

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,13	min. básicos
Trabajo interior	0,60	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,08</u>	mín.
Tiempo tipo	0,81	min. tipo

El gráfico representativo del tiempo estándar se muestra a continuación, el cual indica cada elemento que lo compone con sus respectivos tiempos.



Estudio de tiempos para la operación sacar hormas.

1. Ficha explicativa de los elementos y cortes: operación sacar hormas.

Ficha núm.: 9

Pieza:	Zapato deportivo GM 726
Material:	Cuero Nobuck café – Cuero Ecuatoriano Guaba
Operación:	Sacar hormas
Maquina:	Operación manual

Elementos y cortes

A. Coger zapato del horno enfriador y sacar pasadores de prueba.
Corte: colocar pasador en canasta.

B. Colocar zapato en soporte de hormas, sacar la horma del zapato y colocar en estante de terminado.
Corte: mano derecha suelta zapato.

Disposición del lugar de trabajo

El diagrama ilustra la configuración del espacio de trabajo. A la izquierda, una 'Estantería de hormas' contiene dos columnas de zapatos. A la derecha, un 'Estante' tiene un ancho de 77.07 cm. Una persona está representada en una postura de trabajo frente al estante. La altura del estante es de 135.41 cm. El área total del espacio de trabajo es de 5,602 m².

El tiempo total transcurrido o cronometrado corresponde a 4 minutos considerando los tiempos antes, durante y después del cronometraje.

3. Hoja de trabajo: operación sacar hormas.

Estudio núm.: 1		Hoja de trabajo		Hoja núm.: 2 de 3
Elemento:	A	B	TCM (Minutos efectivos)	
Ciclo núm.:	(Tiempos básicos)			
1	0,09	0,13	-	
2	0,09	0,14	-	
3	0,07	0,13	-	
4	0,08	0,14	-	
5	0,07	0,14	-	
6	0,09	0,11	-	
7	0,09	0,13	-	
8	0,08	0,12	-	
9	0,09	0,11	-	
10	0,09	0,12	-	
11	0,08	0,14	-	
12	0,07	0,12	-	
Totales:	0,99	1,53	-	
Veces:	12	12	-	
Promedios:	0,083	0,128	-	
	TCM:	0,000	Minutos efectivos	

Debido que se trata de una operación manual no existe un tiempo condicionado por la maquina (TCM), por lo tanto se asigna un valor cero.

4. Hoja de resumen de estudio: operación sacar hormas.

RESUMEN DEL ESTUDIO						
Departamento: Área de montaje				Estudio núm.: 9		
Operación: Sacar hormas		Estudio de métodos núm.: 9		Hoja núm.: 3 de 3		
Instalaciones/máquina: Operación manual				Fecha: 10 de mayo del 2014		
				Termino:	9 h 31	
				Comienzo:	9 h 27	
Herramientas y calibradores: Soporte de hormas				T. transcurrido:	4,00	
Producto/pieza: Zapato		Núm.: 38		T. punteo:	1,09	
Material: Cuero				T. neto:	2,91	
Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)				T. observado:	2,91	
Operario: Geovanny Guamán				Sexo: M	Ficha núm.: 9	
				Observado por: Christian Tigse		
				Comprobado por: Ing. Víctor Espín		
El. núm.	Descripción del elemento	T.B.	F.	Obs.	M.B.	
A	Trabajo interior	0,083	1/1	12	0,08	
B	Según ficha núm: 9 Trabajo interior	0,128	1/1	12	0,13	
	Elementos casuales:					
	Colocar las hormas en estantería de hormas	0,420	1/12	1	0,04	Frec. 1/12 Unidades
Nota: T.B. = Tiempo básico. F. = Frecuencia M.B. = Minutos básicos por ciclo						

El elemento casual colocar hormas en estantería de hormas se lo observa una vez y como el estudio se realiza para 12 ciclos y ese valor es similar al lote de producción que maneja la empresa, es evidente que la frecuencia para este elemento sea de una vez por cada 12 unidades.

5. Cálculos de suplementos por descanso: operación sacar hormas.

SUPLEMENTO POR DESCANSO																																	
Producto: Zapato Peso:		Tensión física										Tensión mental						Condiciones de trabajo															
		Fuerza media		Postura		Vibraciones		Ciclo breve		Indumentos estrechos		Concentración/ansiedad		Monotonía		Tensión visual		Ruido		Temperatura/humedad		Ventilación		Emanaciones de gases		Polvo		Suciedad		Presencia de agua		Total puntos	Total suplemento por descanso (porcentaje)
Operación: Sacar hormas																																	
		Condiciones de trabajo: Buena (luz natural)																															
Elem. núm.	Descripción del elemento	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos	Tensión	Puntos				
A	Coger zapato del horno enfriador y sacar pasadores de prueba.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
B	Colocar zapato en soporte de hormas, sacar la horma del zapato y colocar en estante de terminado.	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	M	5	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	12	11	6
Elemento ocasional	Colocar las hormas en estantería de hormas	-	-	B	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	2	-	-	B	1	-	-	-	-	-	-	-	7	11	6

6. Cálculo final de suplementos por descanso: operación sacar hormas.

Cálculo final del suplemento por descanso				
Suplemento por fatiga		Tiempo básico (MB)	Fatiga (%)	Suplemento en minutos
Elementos de trabajo interior	A	0,08	6	0,0048
	B	0,13	6	0,0078
		0,21		0,0126
Elementos de trabajo exterior	-	-	-	-
Elemento casual:				
Colocar las hormas en estantería de hormas		0,04	6	0,0024
Total trabajo exterior		0,04		0,0024
Total suplementos por fatiga				0,0150
Suplementos por necesidades personales				
5% del tiempo total básico:				
$(0,21 + 0,04) * 5\%$				0,0125
Total suplementos por descanso				
Suplemento por fatiga				0,0150
Suplementos por necesidades personales				0,0125
				<u>0,0275</u>
O sea:				0,03 min.

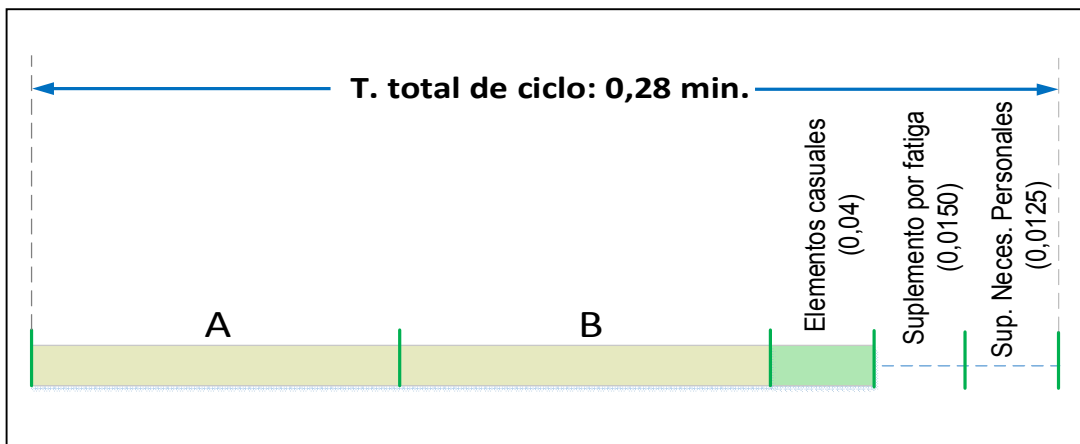
El total de suplementos por descanso que se van a añadir al tiempo básico corresponde a 0,03 minutos.

7. Cálculo y notificación del tiempo tipo o estándar: operación sacar hormas.

El tiempo tipo o estándar que se obtiene para la operación sacar hormas corresponde a 0,28 minutos por unidad.

Cálculo y notificación del tiempo tipo		
Cálculo del tiempo tipo		
Trabajo exterior	0,04	min. básicos
Trabajo interior	0,21	mín. básicos
Suplemento por descanso	<u>0,03</u>	mín.
Tiempo tipo	0,28	min. tipo

La representación gráfica del tiempo estándar se muestra en la siguiente figura.



Anexo 6. Tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso

Puntos asignados a las diversas tensiones: resumen			
Tipo de tensión	Grado		
	Bajo	Medio	Alto
A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo			
1. Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
2. Postura	0-5	6-11	12-16
3. Vibraciones	0-4	5-10	11-15
4. Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
5. Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
B. Tensión mental			
1. Concentración o ansiedad	0-4	0-10	11-16
2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
4. Ruido	0-2	3-7	8-10
C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo.			
1. Temperatura			
Humedad baja	0-5	6-11	12-16
Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
Humedad alta	0-6	7-17	18-36
2. Ventilación	0-3	4-9	10-15
3. Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
4. Polvo	0-3	4-8	9-12
5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

2. POSTURA

Determinar si el trabajador está sentado, de pie, agachado o en una posición engorrosa, si tiene que manipular una carga y si ésta es fácil o difícil de manipular.

	Puntos
• Sentado cómodamente	0
• Sentado incómodamente, o a veces sentado y a veces de pie	2
• De pie o andando libremente	4
• Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
• De pie o andando con una carga	6
• Subiendo o bajando escaleras de mano, o debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
• Levantando pesos con dificultad, traspalando balasto a un contenedor	10
• Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
• Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16

3. VIBRACIONES

Considerar el impacto de las vibraciones en el cuerpo, extremidades o manos, y el aumento del esfuerzo mental debido a las mismas o a una serie de sacudidas o golpes.

	Puntos
• Traspalar materiales ligeros	1
• Coser con maquina eléctrica o afín	2
• Sujetar el material en el trabajo con prensa o guillotina mecánica	2
• Tronzar madera	
• Traspalar balasto	4
• Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano	
• Picar con zapapico	6
• Emplear una taladradora mecánica que exige las dos manos	8
• Emplear un martillo perforador con hormigón	15

4. CICLO BREVE (TRABAJO MUY REPETITIVO)

Si en un trabajo muy repetitivo una serie de elementos muy cortos forman un ciclo que se repite continuamente durante un largo periodo, se atribuyen puntos como se indica a continuación a fin de compensar la imposibilidad de alternar los músculos utilizados durante el trabajo.

Tiempo medio del ciclo (centiminutos)	Puntos
16-17	1
15	2
13-14	3
12	4
10-11	5
8-9	6
7	7
6	8
5	9
Menos de 5	10

5. ROPA MOLESTA

Considerar el peso de la ropa de protección en relación con el esfuerzo y el movimiento. Observar asimismo si la ropa estorba la aireación y la respiración.

	Puntos
• Guantes de caucho para cirugía	1
• Guantes de caucho de uso domestico	2
• Botas de caucho	2
• Gafas protectoras para afilador	3
• Guantes de caucho o piel de uso industrial	5
• Mascara (por ejemplo, para pintar con pistola)	8
• Traje de amianto o chaqueta encerada	15
• Ropa de protección incomoda y mascarilla de respiración	20

B. Tensión mental

1. CONCENTRACIÓN/ANSIEDAD

Considerar las posibles consecuencias de una menor atención por parte del trabajador, el grado de responsabilidad que asume, la necesidad de coordinar los movimientos con exactitud y el grado de precisión o exactitud exigido.

	Puntos
• Hacer un montaje corriente	0
• Traspalar balasto	
• Hacer un embalaje corriente; lavar vehículos	1
• Empujar carrito por un pasillo despejado	
• Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa	2
• Rellenar de agua una batería	
• Pintar paredes	3
• Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención	4
• Coser a máquina con guía automática	
• Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén	5
• Hacer una inspección simple	
• Cargar/descargar troquel de una prensa; alimentar la prensa a mano	6
• Pintar metal labrado con pistola	
• Sumar cifras	7
• inspeccionar componentes detallados	
• Bruñir y pulir	8
• Coser a máquina guiando manualmente el trabajo	
• Empaquetar bombones surtidos recordando de memoria la presentación y efectuando la consiguiente selección	10
• Montar trabajos demasiado complejos para ser automatizados	
• Soldar piezas sujetas con una plantilla	
• Conducir un autobús con tráfico intenso o neblina	15
• Marcar piezas con detalles de mucha precisión	

2. MONOTONÍA

Considerar el grado de estímulo mental y, en caso de trabajar con otras personas, espíritu de competencia, música, etc.

	Puntos
• Efectuar de a dos un trabajo por encargo	0
• Limpiarse los zapatos solitariamente durante media hora	3
• Efectuar un trabajo repetitivo	5
• Efectuar un trabajo no repetitivo	
• Hacer una inspección corriente	6
• Sumar columnas similares de cifras	8
• Efectuar solo un trabajo sumamente repetitivo	11

3. TENSIÓN VISUAL

Considerar las condiciones de iluminación natural y artificial, deslumbramiento, centelleo, color y proximidad del trabajo, así como la duración del período de tensión.

	Puntos
• Efectuar un trabajo fabril normal	0
• Inspeccionar defectos fácilmente visibles	
• Clasificar por colores artículos con colores distintivos	2
• Efectuar un trabajo fabril con mala luz	
• Inspeccionar con intermitencias defectos de detalle	4
• Clasificar manzanas según su tamaño	
• Leer el periódico en un autobús	8
• Soldar por arco con máscara	
• Inspeccionar con la vista en forma continua, p. ej., los tejidos salidos del telar	10
• Hacer grabados utilizando un monóculo de aumento	14

4. RUIDO

Considerar si el ruido afecta a la concentración, si es un zumbido constante o un ruido de fondo, si es regular o aparece de improviso, si es irritante o sedante. (Se ha dicho del ruido que es un sonido fuerte producido por otra persona y no por mí.)

	Puntos
• Trabajar en una oficina tranquila sin ruidos que distraigan	0
• Trabajar en un taller de pequeños montajes	
• Trabajar en una oficina del centro de la ciudad oyendo continuamente el ruido del tráfico	1
• Trabajar en un taller de máquinas ligeras	
• Trabajar en una oficina o taller donde el ruido distraiga la atención	2
• Trabajar en un taller de carpintería	4
• Hacer funcionar un martillo de vapor en una fragua	5
• Hacer remaches en un astillero	9
• Perforar pavimentos de carretera	10

C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo.

1. TEMPERATURA Y HUMEDAD

Considerar las condiciones generales de temperatura y humedad de la atmósfera y clasificarlas como se indica a continuación. Según la temperatura media observada, seleccionar el valor adecuado en una de las series siguientes:

Humedad (por ciento)	Temperatura		
	Hasta 23 °C	De 23 a 32 °C	Más de 32 °C
Hasta 75	0	6-9	12-16
De 76 a 85	1-3	8-12	15-26
Más de 85	4-6	12-17	20-36

2. VENTILACIÓN

Considerar la calidad y frescura del aire, así como el hecho de que circule o no (climatización o corriente natural).

	Puntos
• Oficinas	0
• Fabricas con ambiente físico similar al de una oficina	0
• Talleres con ventilación aceptable, pero con un poco de corriente de aire	1
• Talleres con corrientes de aire	3
• Sistema de cloacas	14

3. EMANACIONES DE GASES

Considerar la naturaleza y concentración de las emanaciones de gases: tóxicos o nocivos para la salud; irritantes para los ojos, nariz, garganta o piel; olor desagradable.

	Puntos
• Torno con líquidos refrigerantes	0
• Pintura de emulsión	
• Corte por llama oxiacetilénica	1
• Soldadura con resina	
• Gases de escape de vehículos de motor en un pequeño garaje comercial	5
• Pintura celulósica	6
• Trabajos de moldeo con metales	10

4. POLVO

Considerar el volumen y tipo de polvo.

	Puntos
• Trabajo de oficina	
• Operaciones normales de montaje ligero	0
• Trabajo en taller de prensas	
• Operaciones de rectificación y bruñido con buen sistema de aspiración del aire	1
• Aserrar madera	2
• Evacuar cenizas	4
• Abrasión de soldaduras	6
• Trasegar coque de tolvas a volcadores o camiones	10
• Descargar cemento	11
• Demoler edificios	12

5. SUCIEDAD

Considerar la naturaleza del trabajo y la molestia general causada por el hecho de que sea sucio. Este suplemento comprende el << tiempo para lavarse >> en los casos en que se paga (es decir, si los trabajadores disponen de tres o cinco minutos para lavarse, etc.). No deben atribuirse puntos y tiempo a la vez.

	Puntos
• Trabajo de oficina	0
• Operaciones normales de montaje	1
• Manejo de multicopistas de oficina	2
• Barrido de polvo o basura	4
• Desmontaje de motores de combustión interna	5
• Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	7
• Descarga de sacos de cemento	10
• Extracción de carbón	10
• Deshollinado de chimeneas	10

6. PRESENCIA DE AGUA

Considerar el efecto acumulativo del trabajo efectuado en ambiente mojado durante un largo período.

	Puntos
• Operaciones normales de fábrica	0
• Trabajo al aire libre, p. ej. el de cartero	1
• Trabajo continuo en lugares húmedos	2
• Apomazado de paredes con agua	4
• Manipulación continua de productos mojados	5
• Lavandería-tintorería: trabajos con agua y vapor, suelo empapado de agua, manos en contacto con el agua	10

Tabla de conversión de los puntos.

Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos.

Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Anexo 7. Requerimientos de espacio mediante el método de Guerchet

Requerimientos de espacio para la operación preparado de cortes.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Preparado de cortes									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Mesa de trabajo	1	1	1,50	0,70	1,68	E	1,67	1,68	0,50
Conformadora de puntas	1	1	0,50	0,35	1,38	E			
Cabina de aplicar pega	1	1	0,80	0,60	1,82	E			
Estante	1	1	1,03	1,03	1,84	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El coeficiente K que se obtiene para calcular la superficie de evolución corresponde a 0,50. Esta superficie de evolución se considera como un pasillo alrededor del conjunto de las superficies *Ses* y *Sg*.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Mesa de trabajo	1,05	1,05	1,04	3,14
Conformadora de puntas	0,18	0,18	0,17	0,52
Cabina de dar pega	0,48	0,48	0,48	1,44
Estante	1,06	1,06	1,05	3,18
TOTAL				8,28
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,41
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				8,70

La superficie total que requiere el puesto de trabajo preparado de cortes corresponde a 8,70 m².

Requerimientos de espacio para la operación preparado de hormas.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Preparado de hormas									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Estanteria de hormas	1	1	2,83	0,71	2,00	E	1,26	1,53	0,41
Maquina grapadora	1	1	0,35	0,35	1,38	E			
Maquina refiladora	1	1	0,48	0,48	1,20	E			
Coche movil (hormas)	1	2	1,05	0,25	0,85	M			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El valor del coeficiente K que se obtiene corresponde a 0,41.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Estanteria de hormas	2,01	2,01	1,66	5,68
Máquina grapadora	0,12	0,12	0,10	0,35
Máquina refiladora	0,23	0,23	0,19	0,65
Coche móvil (hormas)	0,26	0,53	0,32	1,11
TOTAL				7,79
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,39
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				8,18

La superficie total que requiere el puesto de trabajo preparado de hormas corresponde a 8,18 m².

Requerimientos de espacio para la operación armado de puntas.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Armado de puntas									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Vaporizadora de puntas	1	1	0,67	0,50	1,25	E	1,26	1,39	0,45
Armadora de puntas	1	1	1,65	1,23	2,08	E			
Estante (cortes armados)	1	2	1,05	0,25	0,85	E			
Coche movil (hormas)	1	2	1,05	0,25	0,85	M			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El valor del coeficiente K que se obtiene corresponde a 0,45.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Vaporizadora de puntas	0,34	0,34	0,30	0,97
Armadora de puntas	2,03	2,03	1,84	5,89
Estante (cortes armados)	0,26	0,53	0,36	1,14
Coche móvil (hormas)	0,26	0,53	0,36	1,14
TOTAL				9,15
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,46
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				9,61

La superficie total que requiere el puesto de trabajo armado de puntas corresponde a 9,61 m².

Requerimientos de espacio para la operación armado de talones y laterales.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Armado de talones y laterales									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Horno reactivador	1	1	0,42	0,32	0,80	E	1,67	1,28	0,65
Soporte de hormas	1	1	0,65	0,50	1,00	E			
Armadora de talones	1	1	1,20	0,60	1,73	E			
Maquina desarrugadora	1	1	0,68	0,47	1,68	E			
Horno envejecedor	1	2	1,69	0,68	1,21	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El coeficiente K que se obtiene para calcular la superficie de evolución corresponde a 0,65.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Horno reactivador	0,13	0,13	0,17	0,44
Soporte de hormas	0,33	0,33	0,42	1,07
Armadora de talones	0,72	0,72	0,94	2,38
Maquina desarrugadora	0,32	0,32	0,42	1,05
Horno envejecedor	1,15	2,30	2,24	5,69
TOTAL				10,64
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,53
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				11,17

La superficie total que requiere el puesto de trabajo armado de talones y laterales corresponde a 11,17 m².

Requerimientos de espacio para la operación cardado y rayado.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Cardado y rayado									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Estante	1	1	1,20	0,26	0,89	E	1,67	1,58	0,53
Máquina cardadora	1	1	1,03	1,05	2,50	E			
Estante cortes cardados	1	2	0,94	0,45	1,35	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El coeficiente K que se obtiene para calcular la superficie de evolución corresponde a 0,53.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Estante	0,31	0,31	0,33	0,95
Máquina cardadora	1,08	1,08	1,14	3,31
Estante cortes cardados	0,42	0,85	0,67	1,94
TOTAL				6,20
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,31
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				6,51

La superficie total que requiere el puesto de trabajo cardado y rayado corresponde a 6,51 m².

Requerimientos de espacio para la operación aplicar pegamento.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Aplicar pegamento									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Mesa de trabajo	1	2	0,96	0,63	0,87	E	1,67	0,87	0,96
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El valor del coeficiente K que se obtiene corresponde a 0,96

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Mesa de trabajo	0,60	1,21	1,74	3,56
TOTAL				3,56
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,18
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				3,73

La superficie total que requiere el puesto de trabajo aplicar pegamento corresponde a 3,73 m².

Requerimientos de espacio para la operación preparado de suelas.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Preparado de suelas									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Cabina de aplicar pega	1	1	1,00	0,65	1,52	E	1,67	1,66	0,50
Estante	1	2	0,70	0,70	1,80	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El coeficiente K que se obtiene para calcular la superficie de evolucion corresponde a 0,50.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m²)	Sup. Gravitación (m²)	Sup. Evolución (m²)	Sup. Total (m²)
Cabina de aplicar pega	0,65	0,65	0,65	1,95
Estante	0,49	0,98	0,74	2,21
TOTAL				4,16
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,21
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				4,37

La superficie total que requiere el puesto de trabajo preparado de suelas corresponde a 4,37 m².

Requerimientos de espacio para la operación prensado

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Prensado									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Estante	1	1	1,30	0,26	0,92	E	1,67	1,37	0,61
Horno reactivador suelas	1	1	0,56	0,52	1,50	E			
Maquina prensadora	1	1	0,78	0,50	1,67	E			
Horno enfriador	1	2	1,77	0,76	1,37	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El valor del coeficiente K que se obtiene corresponde a 0,61.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Estante	0,34	0,34	0,41	1,09
Horno reactivador suelas	0,29	0,29	0,36	0,94
Maquina prensadora	0,39	0,39	0,48	1,26
Horno enfriador	1,35	2,69	2,47	6,50
TOTAL				9,79
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,49
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				10,28

La superficie total que requiere el puesto de trabajo prensado corresponde a 10,28 m².

Requerimientos de espacio para la operación sacar hormas.

Paso 1: Cálculo del coeficiente K para la superficie de evolución.

Puesto de trabajo: Sacar hormas									
CARACTERISTICAS							COEFICIENTE DE EVOLUCION		
Máquina/equipo/mobiliario	Cantidad	Núm. lados operativos (n)	Dimensiones			Tipo de elemento estático/móvil	hm	hf	K
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)				
Soporte de hormas	1	1	0,65	0,50	1,00	E	1,67	0,9	0,93
Estante de zapatos	1	1	1,51	0,25	0,80	E			
Trabajadores	1	-	-	-	1,67	M			

El coeficiente K que se obtiene para calcular la superficie de evolucion corresponde a 0,93.

Paso 2: Superficie total requerida para el puesto de trabajo.

SUPERFICIES REQUERIDAS				
Máquina/equipo/mobiliario	Sup. Estática (m ²)	Sup. Gravitación (m ²)	Sup. Evolución (m ²)	Sup. Total (m ²)
Soporte de hormas	0,33	0,33	0,60	1,25
Estante de zapatos	0,38	0,38	0,70	1,46
TOTAL				2,71
SEGURIDAD (5%) (m²)				0,14
SUPERFICIE TOTAL ST (m²)				2,84

La superficie total que requiere el puesto de trabajo sacar hormas corresponde a 2,84 m².

Anexo 8. Certificación del Director de la Investigación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
UNIDAD OPERATIVA DE INVESTIGACIÓN
Cda. Universitaria (Predios Huachi). Casilla 334
Telefax: 032851894 – 032411537, email: fisuta@gmail.com
AMBATO - ECUADOR



Ambato, 27 de noviembre de 2014

UODIDE ISEI-CER-2014-05

CARTA DE CERTIFICACIÓN

Una vez recibidas los informes de los trabajos realizados por el Sr. Christian Eduardo Tigse Masaquiza con C.C. 1803935764 mediante oficio sin número el 26 de noviembre de 2014, referente a la integración de su tesis titulada “Estudio de métodos de trabajo en el área de montaje de calzado en la empresa GUSMAR” al proyecto de investigación DIDE titulado “Evaluación Antropométrica y de Métodos para el Diseño de Puestos de Trabajo en la Fabricación de Calzado en la Pequeña y Mediana Industria de Tungurahua-Ecuador”. Por medio de la presente CERTIFICO que ha cumplido los objetivos planteados y trabajos entorno a su aporte al proyecto DIDE antes mencionado.

Particular que comunico para trámites del trabajo de titulación del interesado.

Atentamente,

Ing. John Reyes, M. Sc.



COORDINADOR

UNIDAD OPERATIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL- UTA

c.c.