



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

TEMA:

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

AUTOR: Francisco Javier Lozada Orozco.

TUTOR: Ing. Christian José Mariño Rivera, Mg.

Ambato – Ecuador

Abril – 2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación con el tema: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI”, del señor Francisco Javier Lozada Orozco, 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 suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Abril, 2018

EL TUTOR



Ing. Christian José Mariño Rivera, Mg.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI”, 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 Abril, 2018



Francisco Javier Lozada Orozco

CC: 1804550398

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato Abril, 2018



Francisco Javier Lozada Orozco

CC: 1804550398

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg, Presidenta y los señores Miembros Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega Mg. e Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero Mg, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI”, presentado por el señor Francisco Javier Lozada Orozco de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre Ortega Mg

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Carlos Sánchez Rosero Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

A Dios, quien me ha regalado la vida, por que ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y guiándome.

A mis padres, Fabricio y Amparito, quienes han velado a lo largo de toda mi vida por mi bienestar, con su sabiduría y amor, con su esfuerzo y aliento, con su carácter y dulzura. Porque juntos son el equilibrio reflejado en lo que soy ahora.

A mi hermana Niky, mi orgullo, mi mejor amiga, el saber que cuento con alguien incondicional todos los días me reconforta el alma.

¡Ustedes son los seres a quien dedico y dedicaré cada logro obtenido en mi vida!

Francisco J. Lozada Orozco

AGRADECIMIENTO:

A Dios Todopoderoso, por la maravillosa vida que me ha dado.

A mis padres y hermana, mi corazón está plenamente agradecido por haber sido bendecido con mi hermosa familia, quienes son los pilares en mi vida.

A mi asesor de tesis, Ing. Christian Mariño, por su experiencia, conocimientos y valores brindados a lo largo de mi carrera universitaria.

A la empresa Calzado Liwi, en especial a Valeria Arias, por la apertura en el transcurso de este proyecto a tan prestigiosa institución.

Por último, a la familia FISEI, por darme la oportunidad de conocer excelentes personas, docentes y amigos en el transcurso de estos años como estudiante.

Francisco J. Lozada Orozco

ÍNDICE GENERAL

Páginas Preliminares

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii

Contenido

CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Delimitación.....	3
1.4. Justificación.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes investigativos.....	6
2.2 Fundamentación teórica.....	9
2.2.1 Ingeniería de métodos.....	9
2.2.2 Estudio del trabajo.....	10
2.2.3 Estudio de tiempos y movimientos.....	19

2.2.3.1 Estudio de tiempos	20
2.2.3.1.1 Implementos utilizados en el estudio de tiempos.....	20
2.2.3.1.2 Etapas en el estudio de tiempos.....	21
2.2.3.2 Estudio de movimientos	32
2.2.4 Administración de la producción.....	37
2.2.5 Distribución de planta	37
2.2.5.1 WinQSB.....	38
2.2.6 Planeación y control de la producción.....	38
2.2.7 Proceso productivo.....	39
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA.....	42
3.1 Modalidad de la investigación.....	42
3.1.1 Investigación bibliográfica - documental	42
3.1.2 Investigación de campo.....	42
3.2 Población y muestra	43
3.2.1 Población	43
3.2.2 Muestra	43
3.3 Recolección de información.....	44
3.4 Procesamiento y análisis de la información.....	44
3.5 Desarrollo del proyecto	45
CAPÍTULO IV	47
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	47
4.1 Introducción a la empresa	47
4.1.1 Políticas	48
4.1.2 Misión de la empresa	51
4.1.3 Visión de la empresa	51

4.1.4 Organigrama empresarial	51
4.1.5 Productos	54
4.1.6 Gráfico ABC para el modelo de calzado ortopédico de mayor demanda.....	63
4.1.7 Entrevista	67
4.1.8 Encuestas	68
4.1.9 Layout de la empresa Calzado LIWI.....	68
4.1.10 Descripción del proceso de producción.....	70
4.1.11 Recursos utilizados en la empresa Calzado LIWI.....	82
4.1.12 Descripción de maquinaria y equipo	82
4.2 Análisis de operaciones en el proceso productivo	83
4.2.1 Flujogramas de procesos	83
4.2.2 Diagrama de recorrido.....	90
4.2.3 Diagrama sinóptico	90
4.2.4 Diagrama analítico	90
4.3 Estudio de tiempos.....	105
4.3.1 Número de ciclos a cronometrar.....	105
4.3.2 Valoración del ritmo de trabajo.....	106
4.3.3 Tiempo normal o básico.....	107
4.3.4 Suplementos.....	108
4.3.5 Tiempo estándar.....	108
4.3.6 Cálculo de tiempo estándar por áreas	109
4.3.7 Cálculo de la capacidad de producción por áreas	119
4.3.8 Capacidad de producción total	122
4.4 Métodos de trabajo propuesto en el proceso productivo de Calzado LIWI...	122
4.4.1 Diagramas sinópticos y analíticos propuestos en el proceso productivo....	123
4.4.2 Estudio de tiempos propuesto.....	135

4.4.3 Cálculo propuesto de la capacidad de producción por áreas.....	148
4.4.4 Capacidad de producción total propuesto.....	150
4.4.5 Cálculo del incremento de producción	151
4.5 Balanceo de líneas.....	152
4.6 Distribución de planta	167
4.6.1 Cálculo del costo de mover el material.....	167
4.6.2 WinQSB software para distribución de instalaciones.....	171
4.6.3 Análisis de costos de inversión y periodo de recuperación.....	181
CAPÍTULO V.....	183
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183
5.1 Conclusiones.....	183
BIBLIOGRAFÍA	186
ANEXOS	189
Anexo 1: Entrevista al Jefe de Producción.....	189
Anexo 2: Encuesta al personal de producción.....	191
Anexo 3: Tabulación y análisis estadístico de encuestas.....	194
Anexo 4: Árbol de problemas	209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Etapas de estudio de trabajo.	11
Tabla 2	Símbolos utilizados para el diagrama de procesos según ASME.....	14
Tabla 3	Implementos utilizados en el estudio de tiempos.....	20
Tabla 4	Tipos de elementos.....	22
Tabla 5	Número de ciclos a observar, criterio General Electric.....	24
Tabla 6	Ritmo de trabajo expresado según escala de valoración británica.....	25
Tabla 7	Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal.	30
Tabla 8	Therbligs o movimientos eficientes.....	33
Tabla 9	Therbligs o movimientos ineficientes.....	34
Tabla 10	Número de trabajadores según las áreas de la empresa.....	43
Tabla 11	Información de contacto de la empresa.	48
Tabla 12	Código de diferentes modelos de calzado.....	55
Tabla 13	Modelos que fabrica la empresa Calzado LIWI.....	56
Tabla 14	Modelos de calzado tipo ortopédico.....	58
Tabla 15	Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2016.	60
Tabla 16	Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2015.	61
Tabla 17	Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2014.	61
Tabla 18	Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2013.	62
Tabla 19	Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2012.	62
Tabla 20	Valorización, porcentaje de participación y porcentaje de consumo por modelo.....	64
Tabla 21	Porcentajes de consumo y participación acumuladas.....	65
Tabla 22	Clasificación ABC.	67
Tabla 23	Descripción de maquinaria empresa Calzado LIWI.....	82
Tabla 24	Diagrama sinóptico área de corte.	93
Tabla 25	Diagrama analítico área de corte.	94
Tabla 26	Diagrama sinóptico área de destallado.	95
Tabla 27	Diagrama analítico área de destallado.	96
Tabla 28	Diagrama sinóptico área de aparado.....	97
Tabla 29	Diagrama analítico área de aparado.....	98

Tabla 30	Diagrama sinóptico área de armado.	99
Tabla 31	Diagrama analítico área de armado	100
Tabla 32	Diagrama sinóptico área de plantado.....	101
Tabla 33	Diagrama analítico área de plantado.....	102
Tabla 34	Diagrama sinóptico área de terminado.	103
Tabla 35	Diagrama analítico área de terminado.	104
Tabla 36	Observaciones preliminares para cálculo de la muestra.....	105
Tabla 37	Valores índice desempeño Método de nivelación de Westinghouse.	107
Tabla 38	Descripción de actividades corte	109
Tabla 39	Tiempo normal área de corte.....	109
Tabla 40	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de corte	110
Tabla 41	Descripción de actividades destallado	110
Tabla 42	Tiempo normal área de destallado.....	111
Tabla 43	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de destallado	111
Tabla 44	Descripción de actividades aparado.....	112
Tabla 45	Tiempo normal área de aparado	112
Tabla 46	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de aparado	113
Tabla 47	Descripción de actividades armado	114
Tabla 48	Tiempo normal área de armado	114
Tabla 49	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de armado	115
Tabla 50	Descripción de actividades plantado.....	115
Tabla 51	Tiempo normal área de plantado	116
Tabla 52	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de plantado	116
Tabla 53	Descripción de actividades terminado	117
Tabla 54	Tiempo normal área de terminado.....	117
Tabla 55	Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de terminado	118
Tabla 56	Resumen de tiempo estándar producción calzado ortopédico ES-02 ..	118
Tabla 57	Diagrama sinóptico propuesto área de corte.	123
Tabla 58	Diagrama analítico propuesto área de corte.....	124
Tabla 59	Diagrama sinóptico propuesto área de destallado.....	125
Tabla 60	Diagrama analítico propuesto área de destallado.....	126
Tabla 61	Diagrama sinóptico propuesto área de aparado.	127

Tabla 62	Diagrama analítico propuesto área de aparado	128
Tabla 63	Diagrama sinóptico propuesto área de armado.	129
Tabla 64	Diagrama analítico propuesto área de armado	130
Tabla 65	Diagrama sinóptico propuesto área de plantado.	131
Tabla 66	Diagrama analítico propuesto área de plantado.	132
Tabla 67	Diagrama sinóptico propuesto área de terminado.	133
Tabla 68	Diagrama analítico propuesto área de terminado.	134
Tabla 69	Descripción de actividades propuestas área de corte	135
Tabla 70	Tiempo normal propuesto área de corte.	135
Tabla 71	Cálculo de suplementos propuesto área de corte	136
Tabla 72	Tiempo estándar propuesto actividades área de corte	136
Tabla 73	Descripción de actividades propuestas área de destallado	137
Tabla 74	Tiempo normal propuesto área de destallado	137
Tabla 75	Cálculo de suplementos propuesto área de destallado	138
Tabla 76	Tiempo estándar propuesto actividades área de destallado	138
Tabla 77	Descripción de actividades propuestas área de aparado.	139
Tabla 78	Tiempo normal propuesto área de aparado	139
Tabla 79	Cálculo de suplementos propuesto área de aparado.	140
Tabla 80	Tiempo estándar propuesto actividades área de aparado	140
Tabla 81	Descripción de actividades propuestas área de armado	141
Tabla 82	Tiempo normal propuesto área de armado.	142
Tabla 83	Cálculo de suplementos propuesto área de armado	142
Tabla 84	Tiempo estándar propuesto actividades área de armado	143
Tabla 85	Descripción de actividades propuestas área de plantado.	143
Tabla 86	Tiempo normal propuesto área de plantado	144
Tabla 87	Cálculo de suplementos propuesto área de plantado.	144
Tabla 88	Tiempo estándar propuesto actividades área de plantado	145
Tabla 89	Descripción de actividades propuestas área de terminado	145
Tabla 90	Tiempo normal propuesto área de terminado	146
Tabla 91	Cálculo de suplementos propuesto área de terminado	146
Tabla 92	Tiempo estándar propuesto actividades área de terminado	147

Tabla 93 Resumen de tiempo estándar propuesto de producción de calzado ortopédico ES-02	147
Tabla 94 Tiempo estándar actual vs propuesto.....	148
Tabla 95 Capacidad de producción actual vs propuesta	151
Tabla 96 Balanceo de líneas área de corte.....	155
Tabla 97 Balanceo de líneas área de destallado.....	157
Tabla 98 Balanceo de líneas área de aparado	159
Tabla 99 Balanceo de líneas área de armado.....	161
Tabla 100 Balanceo de líneas área de plantado	163
Tabla 101 Balanceo de líneas área de terminado.....	165
Tabla 102 Resumen balanceo de líneas proceso productivo en Calzado LIWI..	166
Tabla 103 Tiempos de traslado entre procesos.....	169
Tabla 104 Costos de mover material en el proceso productivo.....	170
Tabla 105 Matriz para costos de transporte de material	171
Tabla 106 Codificación de departamentos para WinQSB	173
Tabla 107 Costos de inversión	181
Tabla 108 Distribución de frecuencia pregunta 1	194
Tabla 109 Distribución de frecuencia pregunta 2	195
Tabla 110 Distribución de frecuencia pregunta 3	196
Tabla 111 Distribución de frecuencia pregunta 4	198
Tabla 112 Distribución de frecuencia pregunta 5	199
Tabla 113 Distribución de frecuencia pregunta 6	200
Tabla 114 Distribución de frecuencia pregunta 7	201
Tabla 115 Distribución de frecuencia pregunta 8	203
Tabla 116 Distribución de frecuencia pregunta 9	204
Tabla 117 Distribución de frecuencia pregunta 10	205
Tabla 118 Distribución de frecuencia pregunta 11	207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Herramientas utilizadas para análisis de métodos de trabajo.....	13
Figura 2	Ejemplo de diagrama de recorrido	15
Figura 3	Ejemplo de diagrama de proceso de operación.	16
Figura 4	Ejemplo de cursograma analítico del material.	18
Figura 5	Tipos de suplementos.	29
Figura 6	Descomposición del tiempo tipo en una tarea.	31
Figura 7	Elementos de planeación y control de la producción.	39
Figura 8	Fases del proceso productivo	40
Figura 9	Orden de producción en Calzado Liwi.....	51
Figura 10	Organigrama empresarial.....	53
Figura 11	Productos de Calzado LIWI.....	54
Figura 12	Gráfica ABC o diagrama de Pareto.....	66
Figura 13	Calzado con mayor demanda ES-02.	67
Figura 14	Layout del proceso productivo empresa Calzado LIWI	69
Figura 15	Corte con troquel de cuero.....	70
Figura 16	Corte manual de cuero.....	71
Figura 17	Rayado de cuero.	71
Figura 18	Pintado de cuero.	72
Figura 19	Destallado donde se baja el calibre de cuero.....	72
Figura 20	Destallado para doblados de cuero.....	73
Figura 21	Proceso de aparado, pegado de piezas.....	73
Figura 22	Proceso de aparado, costura de piezas	74
Figura 23	Proceso de pre-armado, máquina fijadora de puntas.	74
Figura 24	Proceso de pre-armado, máquina conformadora de talones.	75
Figura 25	Pre armado del calzado.	75
Figura 26	Proceso de armado, máquina reactivadora de capellada.....	76
Figura 27	Proceso de armado, máquina armadora de punta.	76
Figura 28	Proceso de armado, máquina reactivadora de talones	77
Figura 29	Proceso de armado, máquina armadora de lados.....	77
Figura 30	Proceso de armado, máquina armadora de talones.....	78
Figura 31	Proceso de armado, preparado de plantas.....	78

Figura 32	Proceso de plantado, máquina reactivadora.	79
Figura 33	Proceso de plantado, máquina prensadora.....	80
Figura 34	Proceso de plantado, túnel de frío.	80
Figura 35	Proceso de plantado.	81
Figura 36	Proceso de terminado, pintado de ligeras imperfecciones del cuero....	81
Figura 37	Diagrama de flujo área de corte.	84
Figura 38	Diagrama de flujo área de destallado.	85
Figura 39	Diagrama de flujo área de aparado.....	86
Figura 40	Diagrama de flujo área de armado.	87
Figura 41	Diagrama de flujo de área de plantado.	88
Figura 42	Diagrama de flujo de área de terminado.....	89
Figura 43	Diagrama de recorrido	91
Figura 44	Simbología de diagrama de recorrido	92
Figura 45	Pantalla Facility Location and Layout	172
Figura 46	Malla de la distribución actual de la empresa Calzado Liwi	172
Figura 47	Ingreso de datos en WinQSB	173
Figura 48	Ingreso de flujo de materiales y costos a WinQSB	174
Figura 49	Selección del tipo de solución en WinQSB.....	174
Figura 50	Layout inicial en WinQSB.....	175
Figura 51	Iteración 1 en WinQSB.....	175
Figura 52	Iteración 2 en WinQSB.....	176
Figura 53	Iteración 3 en WinQSB.....	176
Figura 54	Iteración 4 en WinQSB (Layout Final)	177
Figura 55	Malla de la distribución propuesta de la empresa Calzado Liwi.....	177
Figura 56	Análisis de distribución en WinQSB	178
Figura 57	Diagrama de recorrido propuesto.....	179
Figura 58	Simbología de diagrama de recorrido propuesto	180
Figura 59	Análisis de barras pregunta 1	194
Figura 60	Análisis porcentual pregunta 1.....	194
Figura 61	Análisis de barras pregunta 2	195
Figura 62	Análisis Porcentual pregunta 2	196
Figura 63	Análisis de barras pregunta 3.....	197

Figura 64	Análisis porcentual pregunta 3.....	197
Figura 65	Análisis de barras pregunta 4.....	198
Figura 66	Análisis porcentual pregunta 4.....	198
Figura 67	Análisis de barras pregunta 5.....	199
Figura 68	Análisis porcentual pregunta 5.....	199
Figura 69	Análisis de barras pregunta 6.....	200
Figura 70	Análisis porcentual pregunta 6.....	201
Figura 71	Análisis de barras pregunta 7.....	202
Figura 72	Análisis porcentual pregunta 7.....	202
Figura 73	Análisis de barras pregunta 8.....	203
Figura 74	Análisis porcentual pregunta 8.....	203
Figura 75	Análisis de barras pregunta 9.....	204
Figura 76	Análisis porcentual pregunta 9.....	205
Figura 77	Análisis de barras pregunta 10.....	206
Figura 78	Análisis porcentual pregunta 10.....	206
Figura 79	Análisis de barras pregunta 11.....	207
Figura 80	Análisis porcentual pregunta 11.....	207
Figura 81	Árbol de problemas	209

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Determinación tamaño de la muestra.....	23
Ecuación 2	Tiempo básico para estudio.	26
Ecuación 3	Tiempo estándar.	28
Ecuación 4	Cálculo de productividad parcial.	41
Ecuación 5	Porcentaje de participación.....	63
Ecuación 6	Valorización	64
Ecuación 7	Porcentaje de consumo.	64
Ecuación 8	Porcentaje de participación acumulada.....	64
Ecuación 9	Porcentaje de consumo acumulada.	65
Ecuación 10	Capacidad de producción.....	119
Ecuación 11	Minutos necesarios	153
Ecuación 12	Cantidad de puestos teóricos.....	153
Ecuación 13	Minutos sobrantes.....	154
Ecuación 14	Índice de desocupación.....	154
Ecuación 15	Punto de equilibrio	181

RESUMEN

El proyecto de investigación trata sobre el estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de calzado tipo ortopédico en la empresa Calzado LIWI. Para esto se toma en cuenta los diferentes problemas de la empresa, entre ellos los cuellos de botella, tiempos muertos y movimientos innecesarios ya sea de maquinaria o de operarios en el área de producción de la empresa.

La empresa Calzado LIWI tiene la necesidad de determinar un estándar de tiempo para su producto de mayor demanda, el análisis cuidadoso de los diversos movimientos al ejecutar una operación y el número de operarios necesarios, con el propósito de incrementar la productividad y satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos.

Es así que, mediante el análisis actual de los procesos productivos, gráfico ABC para determinar el producto más demandado, flujogramas de procesos, diagramas analíticos, diagramas sinópticos, estudio de tiempos, balanceo de líneas y distribución de planta se logra proponer mejoras significativas.

Para esto, se realiza una entrevista al jefe de producción, ya que es la persona con mayor conocimiento sobre el proceso productivo, con la finalidad de conocer las falencias que tiene la empresa y poder erradicarlas para un mejor funcionamiento. También, se realiza encuestas a los operarios que laboran en el proceso productivo con el fin de recoger la información necesaria para la elaboración del proyecto.

Como resultado de este proyecto investigativo, se logra definir tiempos estándar en cada área del proceso productivo, con estos tiempos se realiza un balanceo de líneas para determinar el número de operarios necesarios, y una distribución de planta con el fin de ordenar las instalaciones reduciendo los costos de fabricación.

Descriptor: análisis actual de los procesos de producción, estudio de tiempos, gráfico ABC, capacidad de producción, balanceo de líneas, distribución de planta.

ABSTRACT

The present research project deals with the improvement of the productive processes in the company Calzado LIWI, through the study of time and motion. For this, the different problems of the company are taken into account, among them bottle necks, downtime and unnecessary movements of machines or operators in the production area of the company.

The company Calzado LIWI has the necessity to determine a time standard for its highest demand product, the careful analysis of the different movements to execute an operation and the number of operators needed, in order to increase productivity and satisfy the necessities of internal and external clients.

Thus, through the current analysis of production processes, ABC chart to determine the most demanded product, flowcharts of processes, analytical diagrams, synoptic diagrams, study of times, line balancing and plant distribution can be proposed to offer significant improvements.

An interview was done to the production manager, because he is the person who knows the most about the production process, in order to know the flaws that the company has and to eliminate them for a better functioning.

Also, surveys are carried out to the employees who work in the production process in order to collect the necessary information for the development of this research project.

As a result of this research project, it is possible to define standard times in each area of the production process, with these times a line balancing is carried out in order to determine the number of operators needed, and a plant distribution in order to solve the layout of the company by reducing Manufacturing costs.

Descriptors: current analysis of production processes, time study, ABC graphic, production capacity, line balancing, plant distribution.

INTRODUCCIÓN

A través de los años las industrias se han visto inmersas y afectadas en un mundo globalizado, enfrentándose así a retos significativos en aumento, como la rentabilidad, competitividad, crecimiento tecnológico y económico; cada vez se necesitan mejores estrategias para estar a la vanguardia en el mercado, ofertando acciones eficaces y eficientes, innovando en cada uno de los procesos realizados.

El presente proyecto realizado en la empresa Calzado LIWI, se basa en las mejoras necesarias que la empresa necesita implementar para estar un paso delante de la competencia.

El problema principal radica en que la empresa no cuenta con antecedentes de estandarización en sus procesos, no cuenta con un estudio de tiempos de operación ni movimientos en la producción. Es necesario contar con un tiempo estándar en cada proceso para poder medir la productividad que tiene cada operario en la empresa.

El capítulo I describe el planteamiento del problema en el que se enfoca la necesidad de implementar un estudio de tiempos y movimientos en la empresa para poder mejorar cada área en la producción de calzado ortopédico, con el fin de optimizar los recursos, detectar operaciones que causen retrasos, disminuir costos, agilizar y mejorar la eficiencia en cada área del proceso productivo.

El capítulo II trata sobre el marco teórico aclarando conceptos que permitan ahondar en la investigación y consta de los antecedentes investigativos, donde se analiza investigaciones previas similares al tema propuesto con su conclusión más significativa.

El capítulo III está conformado por la metodología de la investigación, enfocándose en la modalidad de investigación: bibliográfica-documental, y de campo; la

población y muestra, la recolección de información, el procesamiento y análisis de la información.

El capítulo IV describe el desarrollo de la propuesta de este proyecto de investigación, donde se presenta mejoras para poder implementar en la empresa Calzado Liwi.

Por último, el capítulo V detalla las conclusiones y recomendaciones del proyecto investigativo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI.”

1.2 Planteamiento del problema

A nivel mundial a medida que las organizaciones desean desarrollarse, buscan formas de eliminar dificultades, con la mentalidad de producir sin demoras o algún tipo de inconvenientes, es por eso que surge la necesidad de realizar estudios de tiempos y movimientos. En la actualidad las empresas industriales se rigen por condicionantes de un mercado exigente y activo, en el cual la eficiencia y el desempeño desde todas las perspectivas del proceso productivo permiten que la organización triunfe en el mercado [1].

Grandes empresas conocidas a nivel internacional como General Electric, mediante estudios de tiempos y movimientos han reducido los tiempos improductivos de tal forma que son casi nulos, llevando los procesos controlados y estandarizados lo cual implica una optimización de la producción y maximización en la capacidad de producción de las empresas [2].

En el Ecuador desde hace mucho tiempo las empresas que se dedican a la producción de calzado se han venido desarrollando y operando en forma rudimentaria, siendo afectadas por cuellos de botella, sin determinar el tiempo

necesario en sus procesos, ya que no se ha dado prioridad a estudios de tiempos y movimientos, lo que implica baja inversión en tecnología, poca capacitación del personal al no tener una estandarización de cada proceso y falta de espacio físico para el desarrollo del producto [3].

La situación que se vive en la Provincia de Tungurahua con respecto a grandes empresas ya ha empezado a dar resultados, desarrollándose empresas de manufactura mucho más sólidas y competitivas. Sin embargo, a nivel de pequeñas y medianas empresas se ha notado el déficit de competitividad que generan unas a otras, afectando a la economía de la Provincia por el poco interés de las empresas que no realizan un análisis objetivo y eficiente en sus procesos [4].

Calzado LIWI es una de las empresas más representativas en su línea en el centro del país, caracterizándose por su calzado especial ortopédico y calzado diabético, sin embargo ante el crecimiento significativo de otras empresas competidoras y la demanda constante de nuevos modelos por parte de los clientes es necesario trazar objetivos de mejora continua, debido a que la empresa no cuenta con antecedentes de estandarización en sus procesos, no existe un estudio previo de flujo de materiales ni cuenta con un estudio de tiempos de operación ni movimientos en la producción.

La ausencia de análisis de las actividades en los procesos productivos hace que en la empresa Calzado LIWI no se optimicen los procesos afectando así la eficiencia en producción y generando demoras y cuellos de botellas, por lo cual es un punto negativo para la empresa y una desventaja sobre las principales competencias.

Calzado LIWI no cuenta con métodos de medición y seguimiento en la ejecución de las operaciones por lo cual siempre está variando el tiempo de finalización de cada proceso, es decir no existe un tiempo estándar y por ende los operarios realizan sus actividades empíricamente, esto genera tiempos improductivos y demoras en el producto final que puede conllevar a una disconformidad para el cliente.

La escasez de controles internos hace que la empresa desconozca los resultados en indicadores de gestión, y cuan eficaz y eficiente están siendo sus procesos productivos por lo cual la empresa puede desviarse de sus principales objetivos y causar pérdidas económicas. Siendo estos indicadores la base en la identificación de los tiempos y movimientos para el funcionamiento correcto de los procesos productivos.

Por estas razones se busca generar ventajas competitivas en la empresa Calzado LIWI creando alternativas y optimizando recursos para que haya un cambio efectivo y confiable, surgiendo así la necesidad de que cada proceso sea estandarizado y cuente con un operario debidamente capacitado, ya que es importante conocer el tiempo que se emplea en cada etapa de la producción con el objeto de averiguar el ritmo de trabajo del operario y obteniendo un adecuado desempeño de sus labores diarias, así como el tiempo total de fabricación de cada producto con una correcta organización en las áreas de trabajo hasta llegar al producto terminado con la mejor calidad y en el menor tiempo posible.

1.3 Delimitación

1.3.1 Campo: Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

1.3.2 Área académica: Industrial y Manufactura.

1.3.3 Línea de investigación: Industrial.

1.3.4 Sub línea: Gestión de sistemas de planeación y control de la producción de bienes industriales.

1.3.5 Delimitación espacial: El presente trabajo de investigación se realizó en el área de producción, dentro de la elaboración del calzado tipo ortopédico de mayor demanda en la empresa Calzado LIWI, ubicada en la Av. Los Atis y Av. El Cóndor (frente a los tanques de CEPE).

1.3.6 Delimitación temporal: El proyecto de investigación se desarrolló durante seis meses a partir de la aprobación del perfil por parte del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, desde la fecha 7 de julio de 2017.

1.4. Justificación

Es de gran importancia para la empresa Calzado LIWI la determinación de estándares de tiempo empleando el estudio de Tiempos y Movimientos ya que se busca optimizar los recursos para una producción eficiente, detectar operaciones que estén causando retrasos en la producción que impliquen costos, agilizar y mejorar la eficiencia de cada proceso para producir cada tipo de calzado y con esto obtener bases para una mejor toma de decisiones por parte de los operarios y de la alta gerencia; esta es una investigación similar y aplicada en muchas empresas con resultados visiblemente favorables.

Es de interés conocer el tiempo que se emplea en cada etapa de la producción con el fin de determinar el ritmo que se le puede exigir a un operario para obtener un adecuado desempeño de sus labores, así como el tiempo total al fabricar cada tipo de calzado con una correcta organización y sobre todo con la mejor calidad en el proceso de producción.

El desarrollo de esta investigación es factible porque se cuenta con el apoyo, información y acceso a las instalaciones, por parte de la gerencia de Calzado LIWI a razón que es una necesidad implementar un estudio de tiempos y movimientos en todas las empresas manufactureras, dando así un salto significativo hacia la mejora continua forjando competitividad con las principales empresas de calzado.

Los principales beneficiarios con la realización de este estudio son los dueños de la empresa Calzado LIWI. También resultarán favorecidos los trabajadores-operarios porque al mejorar los procesos productivos se logrará entregar de mejor manera el

producto final siendo así que la productividad aumente y por ende subirán las ganancias en la empresa, lo que hará que reciban incentivos en su paga.

El impacto que genera un estudio de esta envergadura a más de beneficiar a las empresas que se les aplica, genera una cultura hacia todo tipo de organización, institución o empresa que se vaya a crear, y hacia todo tipo de emprendedor para que sepa que uno de los primeros pasos para crear competitividad y capital en menor tiempo es contar con un estudio de tiempos y movimientos, estandarizándolos en cada proceso de la organización. Una investigación como esta ayudará a los estudiantes de Ingeniería para que sirva como base hacia futuros estudios.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un Estudio de Tiempos y Movimientos para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Calzado LIWI.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar las operaciones que se ejecutan en el área de producción para la fabricación de calzado tipo ortopédico de mayor demanda.
- Determinar tiempos y movimientos actuales en el área de producción en la fabricación de calzado tipo ortopédico de mayor demanda de la empresa mediante herramientas para estudio del trabajo.
- Desarrollo de una distribución de planta en función del estudio de tiempos y movimientos elaborado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

La necesidad de adquirir guías para la elaboración del presente proyecto de investigación ha hecho que se considere básicamente revisión bibliográfica y trabajos similares en cuanto al estudio de tiempos y movimientos, es así que inspeccionando publicaciones científicas, tesis relacionadas en otros países, archivos del repositorio de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, y archivos en otras universidades del país se observa que hay proyectos relacionados al tema propuesto, de los cuales se estudiará las conclusiones obtenidas de los mismos, como son:

- Desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos para un ambiente de cuidado de salud mediante metodología lean. cuyo autor es Michael Winston Patton Jr. esta fue una tesis de maestría realizada en la Universidad de Kentucky en el año 2011. en este proyecto se concluyó que: “basado en estas observaciones de ensayo y el análisis resultante, se determinó que la metodología del estudio de tiempos y movimientos puede ser usado para describir el día de trabajo de un residente, o de un doctor. el proceso iterativo utilizado para desarrollar y perfeccionar las herramientas de medición aseguró que las circunstancias especiales podrían ser tenidas en cuenta durante las observaciones y las definiciones de categorías generalizadas, gracias a esta metodología se puede estandarizar el tiempo en consultas y podría permitir que el estudio se repita en otras áreas del mismo hospital o incluso en otras instituciones de salud. Los hallazgos de las observaciones del

ensayo proporcionaron información que podría utilizarse para varias ideas diferentes de mejora de procesos en términos de uso de equipos, educación de residentes e incluso disposición de instalaciones” [5].

- Estudio de tiempos y movimientos en industrias de procesos químicos, es una publicación científica realizada por Howard Rossmoore y Robert S. Aries en el Instituto Politécnico de Brooklyn NY, en el año de 1947 y publicado en “Chemical and Engineering News”, esta investigación es la primera publicación científica realizada en base a procesos de la Industria, he ahí su relevancia al citarla, cuya conclusión significativa es: “Hay demasiadas razones por las que las Industrias de procesos químicos podrían beneficiarse enormemente si se harían más estudios de tiempos y movimientos, como, por ejemplo evitar un gasto independiente, los costos laborales tienen un efecto importante y a veces decisivo en la ubicación de la planta y costos del producto. La mano de obra cuenta con gastos excesivos para las plantas químicas a pesar que sea solo el 20% ya que los procesos químicos son por naturaleza mecánicos, gracias a los estudios de tiempos y movimientos, se podría mejorar la producción en la industria y la productividad de los operarios [6].
- Diagnóstico de productividad en la línea de producción de hojuelas de la empresa Glisep S.A.C. utilizando la metodología Six Sigma. Proyecto de titulación realizado por Giulio Serguei Soto Privat en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, en Huancayo-Perú en el año 2016, cuya conclusión más significativa referente al estudio de tiempos y movimientos es: “La toma de tiempos es crucial para determinar cuán bien se está produciendo y qué actividades son críticas. Por ello, deben ser analizadas para mejorar ya sea el método o compartir esta actividad en más elementos” [7].
- Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa Panificadora Panarte a través del estudio de tiempos y movimientos, cuya autora es Lesly Carolina Vásquez Rojas, Proyecto de titulación de Grado

de Máster (MSc.) en Ingeniería Industrial y Productividad de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador en abril de 2017, cuyas conclusiones más significativas son: “ Al obtener el tiempo estándar del proceso de producción de pan popular se puede calcular el recurso necesario y programar su horario, y de esta manera evitar generar horas extras”, “Los resultados del presente estudio permitieron a la gerencia considerar el estudio de tiempos y movimientos para todos los locales que tienen producción y llegar a la estandarización de sus productos. La empresa se planteó como uno de sus objetivos la disminución de costos y esto se lo puede lograr con una mejora de la productividad” [8].

- Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel. Cuyo autor es Klever Antonio Jijón Bautista, su proyecto fue realizado en el año 2013 y la conclusión más significativa del mismo es: “Se determinan los movimientos que tanto materia prima como obreros realizan dentro del proceso de producción a través de diagramas de recorrido, cursograma sinóptico y cursogramas analíticos, luego se procede a la toma de tiempos de los procesos actuales mediante herramientas del estudio del trabajo” y “ Mediante la investigación realizada y el análisis que se hace a los resultados obtenidos se determina la necesidad de determinar nuevos métodos de trabajo para la elaboración de zapatos en la empresa calzado Gabriel” [9].
- Tiempos y movimientos para la estandarización de operaciones de producción en la tenería “Inca” ubicada en la provincia de Tungurahua. Cuyo autor es Blanca Graciela Changelombo Cofre, dicho proyecto fue realizado en el año 2011 y su conclusión más significativa es: “Por una falta de planificación de la producción y las metas diarias incumplidas, cuando se fabrica grandes lotes el aproximado de tiempo para entregar el producto terminado es erróneo porque existe días de retraso en su entrega e inconformidad en los pedidos que realizan los clientes” [10].

Estos archivos encontrados servirán como base los aspectos más relevantes y serán soporte para el correcto desarrollo del presente proyecto de investigación.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Ingeniería de métodos

Se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental de la Ingeniería de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto va a ser producido de manera competitiva. También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción, asegurando de este modo que el producto pase las pruebas frente a la fuerte competición [11].

Además, la ingeniería de métodos se ocupa de la integración del ser humano en el proceso de producción. La tarea consiste en decidir dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminados; ya que el costo de contratar, capacitar y entrenar a una persona es cada vez más alto. Es evidente que el ser humano es y será, por mucho tiempo, parte importante del proceso productivo en cualquier tipo de planta; pero su óptimo aprovechamiento dependerá del grado de utilización de su inteligencia, potencial de ingenio y creatividad.

La ingeniería de métodos comprende el estudio del proceso de fabricación, el estudio de movimientos y el cálculo de tiempos. Por tanto, se encarga de prever:

- Dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en productos terminados.
- Cómo puede una persona desempeñar más efectivamente las tareas que se le asignan.
- Qué método debe seguir y cuál debe ser la distribución de materiales, herramientas, accesorios y equipos en la estación de trabajo.
- Cómo debe ser el manejo, transporte y almacenamiento de los materiales y productos terminados.
- Medir el trabajo para asignar cargos, teniendo en cuenta los niveles de habilidad de las personas, los grados de mecanización, las condiciones de trabajo y el volumen o cantidad de productos o servicios.
- Eliminar toda clase de desperdicios en tiempos, movimientos, materiales, mano de obra, espacios, recursos económicos y financieros, etc [12].

2.2.2 Estudio del trabajo

Es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Por lo tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto 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 [13].

Estudio del trabajo como medio directo para aumentar la productividad

Son muchos los factores que intervienen en la productividad de cualquier empresa, hay varias técnicas para aumentar la productividad sin mencionar las inversiones de capital en instalaciones y equipo, partiendo del supuesto que sea posible elevar la productividad utilizando los recursos existentes dentro de la empresa. ¿Qué resultado pueden dar las técnicas tales como el estudio del trabajo cuando se quiere

mejorar el empleo de los recursos existentes? Se verá que, el estudio del trabajo tiende a enfocar el problema del aumento de la productividad mediante el análisis sistemático de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes con objeto de mejorar su eficacia. Por lo tanto, el estudio del trabajo contribuye a aumentar la productividad recurriendo poco o nada a inversiones suplementarias de capital como mejora de instalaciones, cambio de maquinarias, entre otras [13].

Procedimiento para realizar estudio de trabajo

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador en llevar a cabo una tarea específica. Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo:

Tabla 1 Etapas de estudio de trabajo.

ETAPA	DESARROLLO
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar.
REGISTRAR	Recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizando técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
EXAMINAR	Los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose sí se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad, el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecutan, y los medios empleados.
ESTABLECER	El método más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
DEFINIR	El nuevo método, y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
IMPLEMENTAR	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como practica general con el tiempo fijado.
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

Fuente: B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, 2004.

En base a la Tabla 1 lo que se llega a buscar es tomar las siguientes decisiones:

Eliminar: operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos no necesarios.

Combinar: Siempre que sea posible combinar dos operaciones o una operación con una inspección con el fin de eliminar transportes o esperas innecesarias.

Ordenar: la sucesión de las operaciones con el fin de obtener mejoras.

Simplificar: las operaciones [14].

Métodos de trabajo

Un buen proyecto de ingeniería de métodos sigue un proceso ordenado, el primer paso para mejorar una operación o un proceso es la identificación del problema en forma clara y lógica. El ingeniero de métodos usa técnicas adecuadas para realizar un mejor trabajo en menos tiempo.

Mediante los métodos de trabajo se puede obtener información del método Actual o Propuesto, para poder decidir qué cambios se va a implementar. Es necesario, en primera instancia, reunir toda la información relacionada con la operación o proceso y presentarla de forma clara; para ello se utiliza herramientas gráficas o diagramas.

La ingeniería de métodos trabaja con el fin de mejorar los centros y estaciones de trabajo, de igual forma hace lo posible para hacer más eficaz cualquier proceso de fabricación [14].

Se dispone de una variedad de técnicas y herramientas para el análisis de métodos de trabajo para así poder dar solución a los problemas en el proceso productivo de una empresa, cada una tiene aplicaciones específicas, como se muestra a continuación en la figura 1:

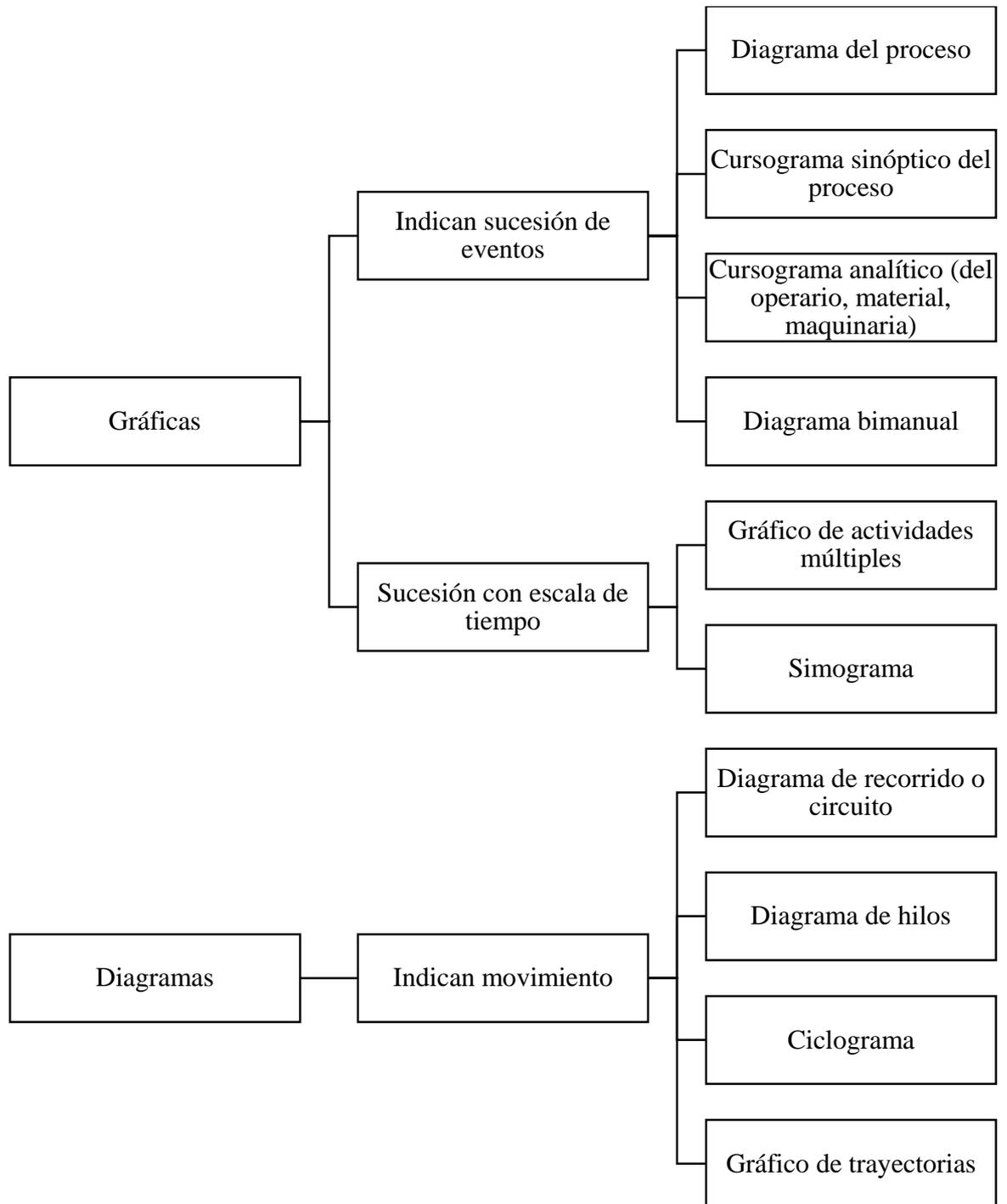


Figura 1 Herramientas utilizadas para análisis de métodos de trabajo.
Elaborado por: El Investigador.

Diagrama de procesos

El diagrama de procesos muestra todo el manejo, inspección, operaciones, almacenaje y retrasos que ocurren con cada componente conforme se mueve por la planta, desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados. Se emplean símbolos convencionales para describir los pasos del proceso, estos símbolos han sido aceptados por todas las organizaciones profesionales que realizan estudios de tiempos y movimientos [15].

Tabla 2 Símbolos utilizados para el diagrama de procesos según ASME

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Fuente: F. E. Meyers, Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, 2000.

La Tabla 2 muestra los símbolos que se utilizan en los diagramas, cada uno de ellos es una actividad que describen en la realización de un proceso.

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

En las organizaciones productivas de bienes y/o servicios existen cinco factores determinantes relacionados con las instalaciones, debido a que son en las instalaciones en donde se pueden atacar una serie de problemas que surgen en el transcurso del proceso o actividad que se esté desarrollando, por ello, es allí en donde se presenta una gran oportunidad para aumentar la productividad.

- Distribución de la planta. (Disposición física de las instalaciones)
- Manejo de materiales. (Medios para trasladar los materiales)
- Comunicaciones. (Sistemas para transmitir información)
- Servicios. (Disposición de elementos como luz, gas, etc.)
- Edificios. (Estructuras que acogen a las instalaciones)

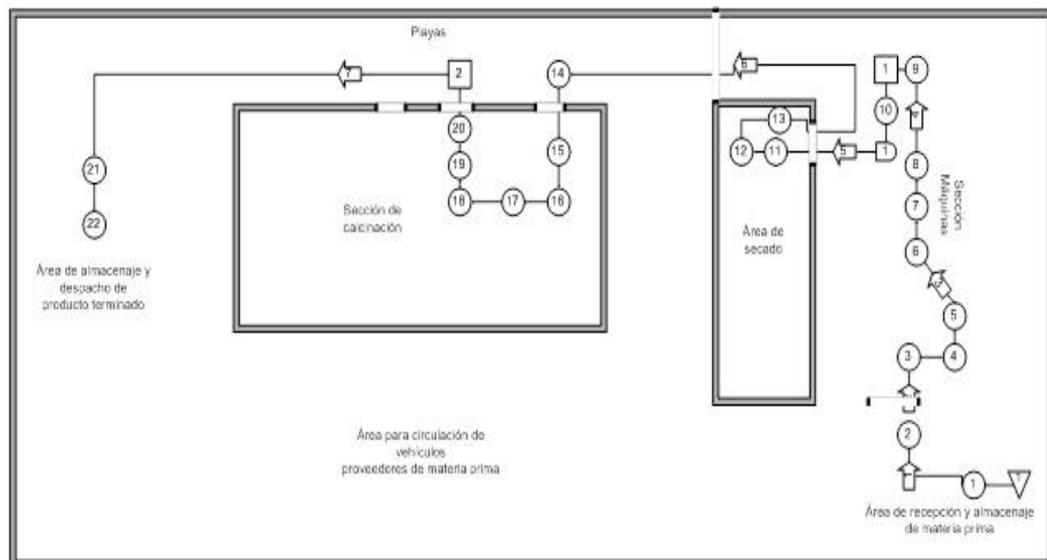


Figura 2 Ejemplo de diagrama de recorrido

Fuente: N. A. Ochoa Ávila, «Ingeniería y educación- diagramas para el estudio del trabajo» 2013.

Diagrama sinóptico

También denominado diagrama de curso de proceso que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, este diagrama ayuda a ver en forma general como suceden las principales operaciones e inspecciones de un proceso productivo [16].

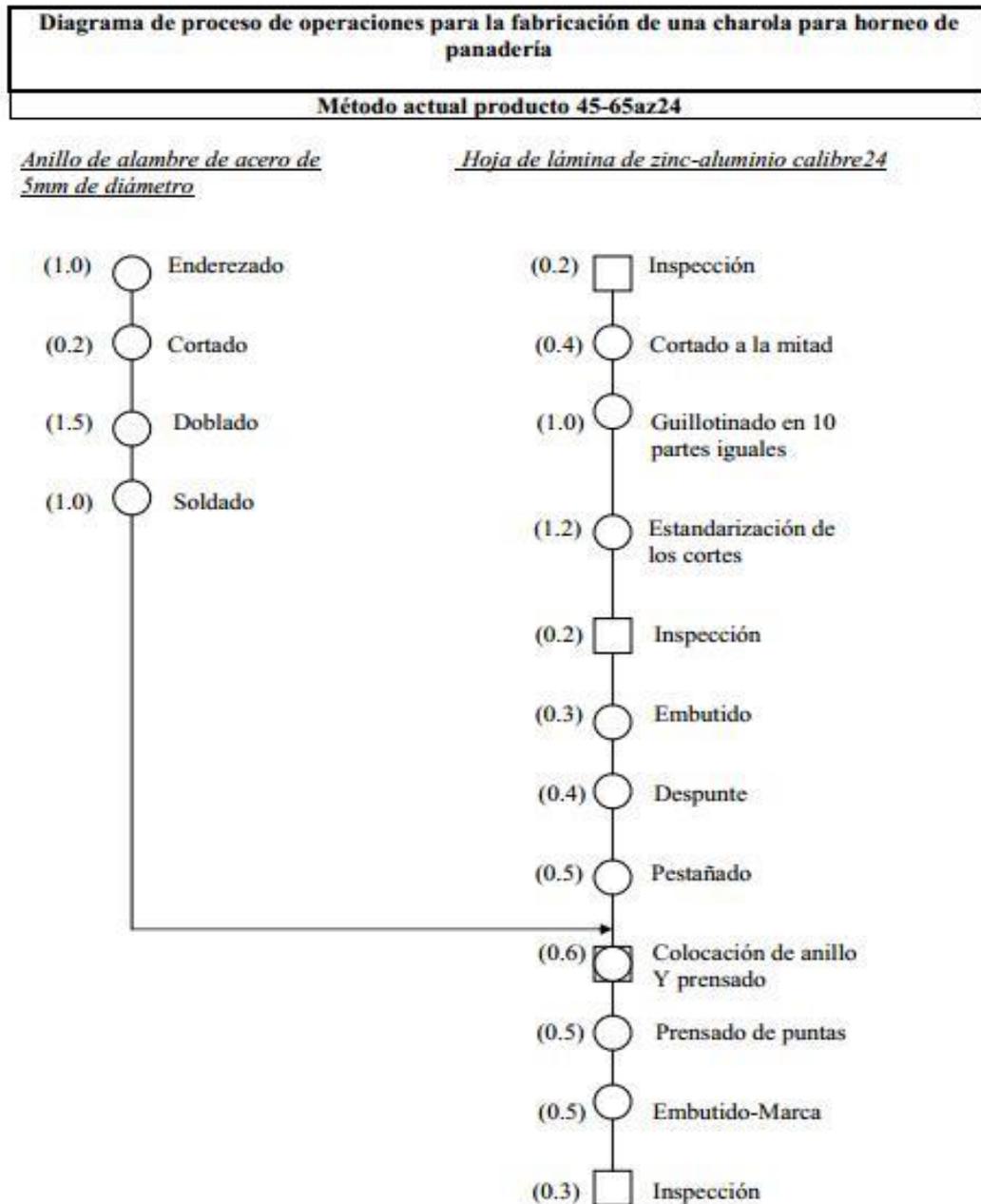


Figura 3 Ejemplo de diagrama de proceso de operación.

Fuente: N. A. Ochoa Ávila, «Ingeniería y educación- diagramas para el estudio del trabajo» 2013.

Diagrama analítico

Muestra la trayectoria de un producto, procedimiento o proceso, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que le corresponda.

Su objetivo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades.

Los tipos de cursograma analíticos existentes son:

Del operario:

- Cada una de las acciones de la persona que trabaja (voz activa)
- Sigue la trayectoria de una persona.
- Trabajos en los que no se repite maquinalmente actos.
- Añadir un croquis que indique el trayecto.

De material:

Movimiento y secuencia que tiene el o los materiales que componen el producto.

De equipo:

Movimiento del equipo mientras es utilizado para el desempeño de alguna tarea [16].

Principales ramas del estudio del trabajo

- Estudio de tiempos
- Estudio de movimientos

2.2.3 Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos surgió aproximadamente en 1880, se dice que Frederick W. Taylor fue el primero que utilizó un cronómetro para medir el contenido del trabajo. Su propósito fue definir “la jornada justa de trabajo”, desde ahí se empezaron trabajos con estudios de métodos, movimiento de las relaciones humanas, es decir que las personas trabajan mejor cuando tienen mejor actitud.

La mano de obra siempre ha sido uno de los factores principales del costo de un producto. Conforme se mejora la productividad de la mano de obra, los costos se reducen, los salarios suben y las utilidades se elevan. Desde los primeros días de la historia industrial, la gerencia ha buscado técnicas de ahorro de mano de obra. El objetivo y la razón de ser de la tecnología industrial es incrementar la productividad y la calidad. El volumen producido por hora de mano de obra es la medida más común de la productividad. Las técnicas de los estudios de tiempos y movimientos dan a la gerencia las herramientas para medir y mejorar la productividad [15].

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica de la ingeniería industrial que busca aumentar la productividad de las organizaciones, eliminando en forma sistemática las operaciones que no agregan valor al proceso y se constituye en la base para la estandarización de los tiempos de operación. Este estudio es definido como el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Estas técnicas logran definir las mejores formas para realizar las operaciones y el tiempo requerido para completar una tarea a una velocidad o ritmo normal y en condiciones determinadas, ayudando a la eliminación gradual de las operaciones que no agregan valor a los

productos, es así que proporcionan elementos de medición del desempeño, diseñan métodos y procedimientos que contribuyen a la satisfacción de los trabajadores y su productividad especialmente en tareas repetitivas [17].

2.2.3.1 Estudio de tiempos

Definición

Es una técnica para determinar con mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Esta técnica está basada en la medición del contenido del trabajo con un método prescrito, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables [18].

2.2.3.1.1 Implementos utilizados en el estudio de tiempos

Para llevar a cabo un óptimo estudio de tiempos se utiliza implementos indispensables para poder medir y documentar los datos recolectados, como los mostrados a continuación en la tabla 3:

Tabla 3 Implementos utilizados en el estudio de tiempos.

IMPLEMENTO	DETALLE
Cronómetro	Se emplea para la medición de los tiempos de las operaciones normalizadas en la fabricación de una pieza.
Hoja de Proceso	Evidencia pasó a paso el proceso de fabricación de la pieza. Documentando tipos de elementos, descripción del elemento, herramientas, dispositivos de sujeción, maquinas, velocidades de corte, avance y revoluciones por minuto.
Hoja de Observaciones	Documenta el muestreo de la toma de tiempos de cada una de los elementos que se establecieron en el método mejorado de trabajo.
Tablero o paleta	Tablero donde se fijan los formularios para anotar las observaciones.
Calculadora de bolsillo	Se realiza cálculos básicos en la toma de tiempos y cálculos de suplementos.

Fuente: G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996.

2.2.3.1.2 Etapas en el estudio de tiempos

1. Seleccionar la operación para el estudio

Se empieza determinando que operación se va a medir, seleccionando al trabajador y estableciendo una actitud frente al mismo, realizando así un análisis de comprobación del método de trabajo [13].

2. Obtener y registrar la información

Es necesario saber toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo:

- Información que permita hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite.
- Información que permita identificar con exactitud el producto o pieza que se elabore.
- Información que permita identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- Duración del estudio.
- Condiciones físicas de trabajo [13].

3. Comprobar el método

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en una fábrica [13].

4. Descomponer la tarea en elementos

Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Un ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción [13].

Delimitar los elementos depende mucho del tipo de trabajo utilizando reglas con criterios lógicos:

Tabla 4 Tipos de elementos.

TIPO	DETALLE	EJEMPLO
Elementos repetitivos	Son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado.	Los elementos que consisten en recoger una pieza antes de la operación de montaje; en colocar el objeto que se trabaja en la plantilla; en poner a un lado el artículo terminado o montado.
Elementos casuales	Son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares	Regular la tensión o aprontar la máquina, o bien recibir instrucciones del capataz; los elementos casuales forman parte del trabajo provechoso y se incorporarán en el tiempo tipo definitivo de la tarea.
Elementos constantes	Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.	Poner en marcha la máquina; medir un diámetro; atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.
Elementos variables	Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.	Aserrar madera a mano (el tiempo varía según la dureza y el diámetro); barrer el piso (depende de la superficie); llevar una carretilla con piezas a otro taller (depende de la distancia).
Elementos manuales	Son los que realiza el trabajador.	
Elementos mecánicos	Son los realizados automáticamente por una máquina (o proceso) a base de fuerza motriz.	Templar tubos; cocer baldosas; dar forma a botellas de vidrio; prensar una chapa de carrocería de automóvil; la mayoría de las operaciones de corte en máquinas-herramientas.
Elementos dominantes	Son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.	Mandrilar una pieza y mientras tanto calibrarla de vez en cuando; calentar agua y mientras tanto preparar la tetera y las tazas; revelar películas fotográficas y mientras tanto agitar la solución de cuando en cuando.
Elementos extraños	Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.	Lijar el borde de una tabla de ebanistería no acabada de acepillar; desengrasar una pieza no acabada de trabajar a máquina.

Fuente: G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996.

De las definiciones mostradas en la tabla 4 se deduce claramente que los elementos repetitivos pueden ser también constantes o variables, o bien que los elementos constantes pueden ser repetitivos o casuales, e igualmente que los elementos casuales pueden ser constantes o variables, y así sucesivamente, porque las categorías establecidas no se excluyen mutuamente.

5. Determinar el tamaño de la muestra

Otra consideración de importancia es estimar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento a fin de obtener un resultado confiable de tiempos básicos, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud previamente determinado [13].

Con el método estadístico que se basa en el número de observaciones realizadas previamente; la fórmula a aplicar para un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$ es la siguiente:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar.

n' = número de observaciones del estudio preliminar.

\sum = suma de los valores.

x = valor de las observaciones.

Tabla 5 Número de ciclos a observar, criterio General Electric.

Tiempo de ciclo (min)	Número de ciclos a cronometrar (recomendados)
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: A. E. Shaw, Stop-watch time study, 1971.

Ciertas empresas a nivel mundial, como la General Electric han adoptado una guía convencional para determinar el número de ciclos que cronometrarán y la guía se basa en el número total de minutos por ciclo como muestra la tabla 5.

6. Valorar el ritmo

La valoración del ritmo tiene por fin determinar a partir del tiempo que invierte el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación, el control y los sistemas de primas. Por consiguiente, lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. La velocidad de trabajo representada por el tiempo invertido en ejecutar los elementos de la operación es, en realidad, lo único que se puede medir con el cronómetro.

Es decir, es un valor subjetivo que refleja el ritmo de trabajo, que es utilizado para ajustar el tiempo observado a niveles normales.

Los factores que influyen en el ritmo del trabajo son:

- Variaciones en la calidad de los materiales.
- Eficiencia de los equipos.
- Variaciones en la concentración de los trabajadores.
- Cambios de clima y medio ambiente (temperatura, luz, etc.)
- Estado de ánimo [13].

Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo tipo hace falta una escala numérica que sirva de guía para calcularlos:

Tabla 6 Ritmo de trabajo expresado según escala de valoración británica.

Escala	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula.	
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3.2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4.8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6.4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8.0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de virtuoso, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	9.6

Fuente: Cuadro publicado por la Engineering and Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study, 1960.

La escala mostrada en la tabla 6, es la 0-100, ésta escala tiene ciertas ventajas importantes que la han hecho adoptar como norma británica. Donde 0 representa la

actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del obrero calificado motivado, es decir, el ritmo tipo.

7. Conversión: cálculo del tiempo normal o básico

El tiempo normal o básico se define como el tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo.

Una tarea de trabajo es un conjunto de actividades necesarias para completar la ejecución de un proceso o producto. Cada tarea está compuesta de varios movimientos elementales [15].

A continuación, la ecuación 2 nos muestra el tiempo normal que es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo:

$$TN = TOP * ID \quad (2)$$

Donde:

TN= Tiempo Normal

TOP= Tiempo Observado Promedio

ID= Índice de Desempeño

Conversión es el cálculo del tiempo básico a partir del tiempo observado.

8. Cálculo de tiempo estándar

Es el valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación [15].

Un estándar de tiempo o tiempo estándar es “el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las tres condiciones siguientes: (1) un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y (3) hace una tarea específica”.

8.1 Operador calificado y bien capacitado. La experiencia es lo que hace que un operador sea calificado y esté bien capacitado, el error más grande que comete el personal que se inicia en el estudio de tiempos es medir demasiado pronto los tiempos de alguien. Una buena regla práctica es comenzar con una persona calificada, totalmente capacitada, y darle dos semanas en el trabajo antes del estudio de tiempos [15].

8.2 Ritmo normal. Solo se puede aplicar un estándar de tiempo para cada trabajo aun cuando las diferencias de los operadores produzcan resultados distintos. Un ritmo normal es cómodo para casi todos [15].

8.3 Una tarea específica. Es una descripción detallada de lo que debe ejecutarse. La descripción de la tarea deberá incluir:

1. El método prescrito de trabajo.
2. La especificación del material.
3. Las herramientas y equipos que se utilizarán.
4. Las posiciones de entrada y de salida del material.
5. Otros requisitos como seguridad, calidad, limpieza y mantenimiento [15].

A continuación, la ecuación 3 muestra el tiempo estándar:

$$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100}\right)} \quad (3)$$

Donde:

TS= Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal

9. Determinar los suplementos

La energía que necesite gastar el trabajador para ejecutar una determinada operación debe reducirse al mínimo, perfeccionando los métodos y procedimientos. Sin embargo, incluso cuando se ha ideado el método más práctico, económico y eficaz, la tarea continuará exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. Debe preverse asimismo un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más (por ejemplo, por contingencias) para establecer el contenido de trabajo [13].

Tiempos suplementarios

Es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que se presentan en la tarea.

Los suplementos por descanso son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico en el caso que se requiera determinar el tiempo estándar de la operación. Dentro de los suplementos por descanso se subdividen en: Suplementos fijos y variables [13].

Suplementos fijos

- Suplemento por necesidades personales: tiempo para beber agua, ir al baño, lavarse las manos, etc.

- Suplemento por fatiga: se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Para este caso se toma también en este punto los 10 minutos que los empleados tienen para el lunch a las 10 de la mañana [13].

Suplementos variables

Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren de las indicadas; por ejemplo: Cuando las condiciones ambientales no son las óptimas para realizar el trabajo, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea [13].

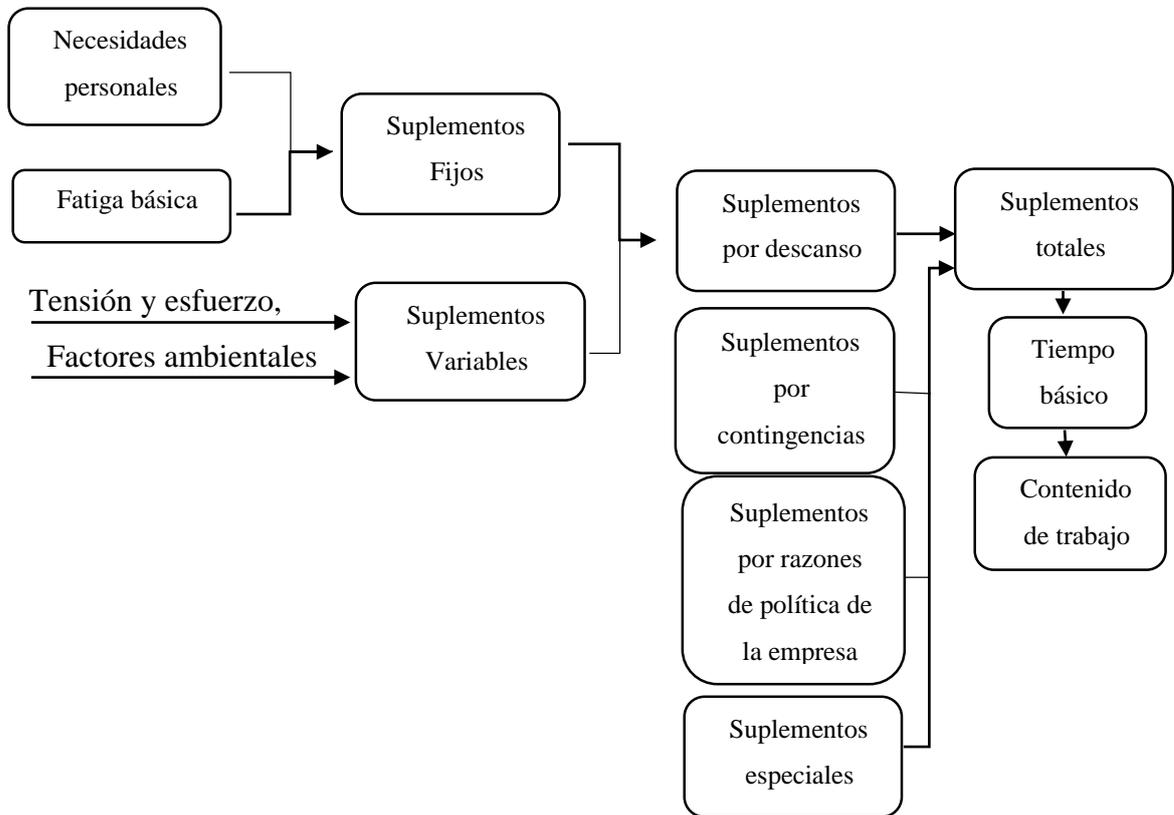


Figura 5 Tipos de suplementos.

Fuente: G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996.

Para elaborar el cálculo del tiempo estándar se debe utilizar la tabla 7, proporcionada por la OIT, Organización Internacional del Trabajo:

Tabla 7 Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal.

Suplementos Constantes	H	M	Suplementos variables	H	M
Por necesidades personales	5	7	<i>Mala iluminación</i>		
Por fatiga	4	4	⇒ Ligeramente por debajo	0.0	0.0
Suplementos variables			⇒ Bastante por debajo	2.0	2.0
Por trabajar de pie	2	4	⇒ Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
<i>Por postura normal</i>			<i>Concentración Intensa</i>		
⇒ Ligeramente incomodo	0	1	⇒ Trabajo de cierta presión	0.0	0.0
⇒ Inclinado	2	3	⇒ Fatigoso	2.0	2.0
⇒ Echado estirado	7	7	⇒ Muy Fatigoso	5.0	5.0
<i>Uso de energía o fuerza Muscular kg.</i>			<i>Ruidos</i>		
2.50	0	1	⇒ Continuo	0.0	0.0
5.00	1	2	⇒ Intermitente y fuerte	1.0	1.0
7.50	2	3	⇒ Intermitente y muy fuerte	2.0	2.0
10.00	3	5	⇒ Estridente y fuerte	5.0	5.0
12.50	4	5	<i>Tensión Mental</i>		
15.00	5	8			
17.50	7	10	⇒ Proceso bastante complejo	1.0	1.0
20.00	9	13	⇒ Proceso complejo	4.0	4.0
22.50	11	16	⇒ Muy complejo	8.0	8.0
25.00	13	20	<i>Monotonía</i>		
30.00	17		⇒ Algo monótono	0.0	0.0
35.50	22		⇒ Bastante monótono	1.0	1.0
<i>Condiciones atmosféricas mili calorías/ cm²/s</i>			⇒ Muy monótono	4.0	4.0
16.00	0	0	<i>Tedio</i>		
14.00	0	0	⇒ Algo aburrido	0.0	0.0
12.00	0	0	⇒ Aburrido	2.0	1.0
10.00	0.3	0.3	⇒ Muy aburrido	5.0	2.0
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Fuente: OIT, Medición del tiempo de trabajo, Conferencia Internacional de Estadísticos del trabajo, 2008.

Tiempo improductivo

A pesar de que forma parte del tiempo estándar, es importante separarlo porque se origina en forma independiente de aspectos como diseño, método y especificaciones del producto [13].

10. Establecer el tiempo tipo

Tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo.

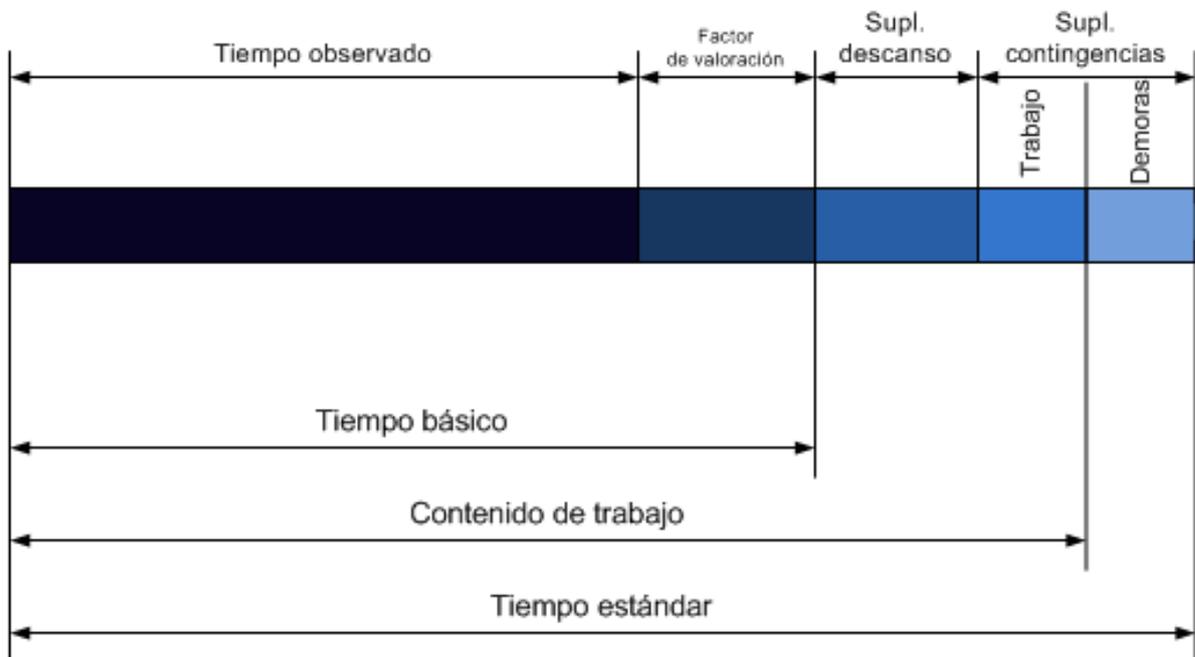


Figura 6 Descomposición del tiempo tipo en una tarea.
Fuente: G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, 1996.

2.2.3.2 Estudio de movimientos

El estudio de los movimientos implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción [14].

Además, el estudio de movimiento involucra el análisis de los movimientos básicos de la mano, brazos y cuerpo, incluye el diseño del lugar de trabajo, el medio ambiente, así como las herramientas y el equipo utilizado en la operación (por ejemplo; portapiezas, accesorios, herramientas manuales y máquinas herramientas), el estudio de métodos o movimientos, incluye el diseño, creación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de manufactura para fabricar un producto, adicionalmente deben considerar sobre cualquier cosa la seguridad de los trabajadores [17].

Movimientos básicos

Todo trabajo productivo se realiza mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos llamados therbligs. Los therbligs pueden ser eficientes o ineficientes.

Tabla 8 Therbligs o movimientos eficientes.

Movimiento	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	Mover la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por Sujetar.
Mover	M	Mover la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por Sujetar y seguido por Liberar o Posicionar.
Sujetar o tomar	G	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por Mover.
Liberar	RL	Soltar el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs o movimientos.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con Mover, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	Manipular una herramienta para el uso que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	Unir dos partes que embonan; por lo general es precedido por Posicionar o Mover y seguido por Liberar.
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a Ensamblar, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por Sujetar y seguido por Liberar.

Fuente: B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, 2004.

La tabla 8 muestra los movimientos básicos eficientes que se puede realizar, estos directamente estimulan el progreso del trabajo y con frecuencia pueden ser acortados, pero por lo general no pueden eliminarse por completo.

Tabla 9 Therbligs o movimientos ineficientes.

Movimiento	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Seleccionar un artículo de varios; por lo general es seguido por Buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por Mover y seguido por Liberar.
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	Pausar para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a Mover.
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, 2004

Los movimientos ineficientes que aparecen en la tabla 9 no representan un avance en el progreso del trabajo y deben eliminarse aplicando los principios de la economía de movimientos.

Principios de la economía de movimientos

a. Uso del cuerpo humano

1. Las dos manos deben de empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. Las dos manos no deben de estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante períodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas, y esta operación debe ser simultánea.
4. Los movimientos de la mano y el cuerpo deben ser confinados a la clasificación más baja con la cual sea posible realizar el trabajo satisfactoriamente.
5. El momentum (efecto palanca) debe emplearse para ayudar al trabajador siempre que esto sea posible y debe reducirse a un mínimo si debe ser superado por un esfuerzo muscular.
6. Los movimientos continuos de las manos, suaves y curvado, deben preferirse por sobre los movimientos de línea recta que incluyen cambios de dirección repentinos y agudos.
7. Los movimientos balísticos son más rápidos, más fáciles y más exactos que los movimientos restringidos o controlados.
8. Se debe de acomodar un trabajo para permitir un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.
9. Las fijaciones del ojo deben ser tan escasas y tan cercanas una de la otra como sea posible [14].

b. Acomodo del lugar de trabajo.

1. Debe de existir un lugar definido y fijo para todas las herramientas y materiales.

2. Las herramientas, los materiales y los controles se deben localizar cerca del lugar de uso.
3. Los depósitos de alimentos por gravedad y los recipientes que se deben de utilizar para despacho de material deben estar cerca del lugar de uso.
4. Se deben de utilizar las entregas parciales siempre que sean posibles.
5. Los materiales y las herramientas se deben de localizar para permitir la mejor secuencia de movimientos.
6. Se deben de tomar providencias de condiciones adecuadas para ver. La buena iluminación es el primer requerimiento para la percepción visual satisfactoria.
7. La altura de lugar de trabajo y de la silla deben preferiblemente arreglarse de tal manera que se tengan alternativas para sentarse y permanecer de pie en el trabajo sea fácilmente posible.
8. Se deberá proporcionar una silla del tipo y altura para permitir una buena postura cada trabajador [14].

c. Diseño de las herramientas y equipo.

1. Se debe evitar que las manos realicen todo aquel trabajo que pueda hacerse en forma más ventajosa por una guía, una instalación o un dispositivo operado con el pie.
2. Se deberán combinar dos o más herramientas siempre que sea posible.
3. Las herramientas y los materiales se deben de colocar con anticipación siempre que sea posible.
4. La carga se deberá distribuir de acuerdo con las capacidades inherentes de los dedos, donde cada dedo realice un movimiento específico, tal como en la mecanografía.
5. Palancas, barras y manubrios se deben de localizar en posiciones tales que el operador pueda manipularlos con un cambio mínimo de la posición del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica [14].

2.2.4 Administración de la producción

La administración de la producción y de las operaciones es la administración del sistema de producción de una organización, que convierte insumos en productos y servicios. Un sistema de producción toma insumos, materias primas, personal, máquinas, edificios, tecnología, efectivo, información y otros recursos y los convierte en productos, bienes y servicios. Este proceso de conversión es el centro de lo que se conoce como producción y es la actividad predominante de un sistema de producción.

Dado que los gerentes de administración de la producción y de las operaciones administran el sistema de producción, su preocupación principal se centra en las actividades del proceso de conversión, es decir, de la producción.

Los administradores en la función de mercadotecnia son responsables de la creación de una demanda para los productos y servicios de una organización. Los administradores en la función de finanzas son responsables de lograr los objetivos financieros de la empresa [19].

2.2.5 Distribución de planta

La distribución de planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.

El principal objetivo de una distribución de planta es que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa [20].

2.2.5.1 WinQSB

El programa WinQSB es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas: administrativos, de producción, de recursos humanos, dirección de proyectos, entre otros. Debido a su facilidad y potencia de manejo, este software se convierte en una herramienta indispensable para el estudiante de pregrado o postgrado que participa en materias como la investigación de operaciones, los métodos de trabajo, planeación de la producción, evaluación de proyectos, control de calidad, simulación, estadística, distribución de instalaciones, entre otras [21].

2.2.6 Planeación y control de la producción

Los sistemas de producción están definidos formalmente como "aquello que toma insumos y los transforma en productos con valor inherente". Esta definición cubre tanto la manufactura como el servicio.

Cualquier sistema de producción debe cumplir tres objetivos simultáneos: calidad, costo y tiempo. Existe un orden físico y uno organizacional para apoyar estos objetivos.

- Calidad: el producto debe tener una calidad superior (igual o mejor que la competencia).
- Costo: el costo del producto debe ser menor que el de la competencia.
- Tiempo: el producto debe entregarse a tiempo al cliente, siempre.

El orden físico maneja la producción en la planta, la cual puede ser intermitente, en línea, por lotes, por proyecto, continua o moderna. Las primeras dos son tradicionales, la última adquiere una aceptación creciente.

La planeación del producto es la etapa de desarrollo en que se determinan tanto el diseño del producto como su proceso de producción. No hay ventas en esta etapa [22].

La figura 7 muestra un esquema en donde el primer paso es la planeación y control de compras con el proveedor y después de pasar por inventarios y trabajos en procesos se termina entregándole un producto al cliente, planeando pronósticos de capacidad de materiales, todo esto engloba al Sistema de producción.

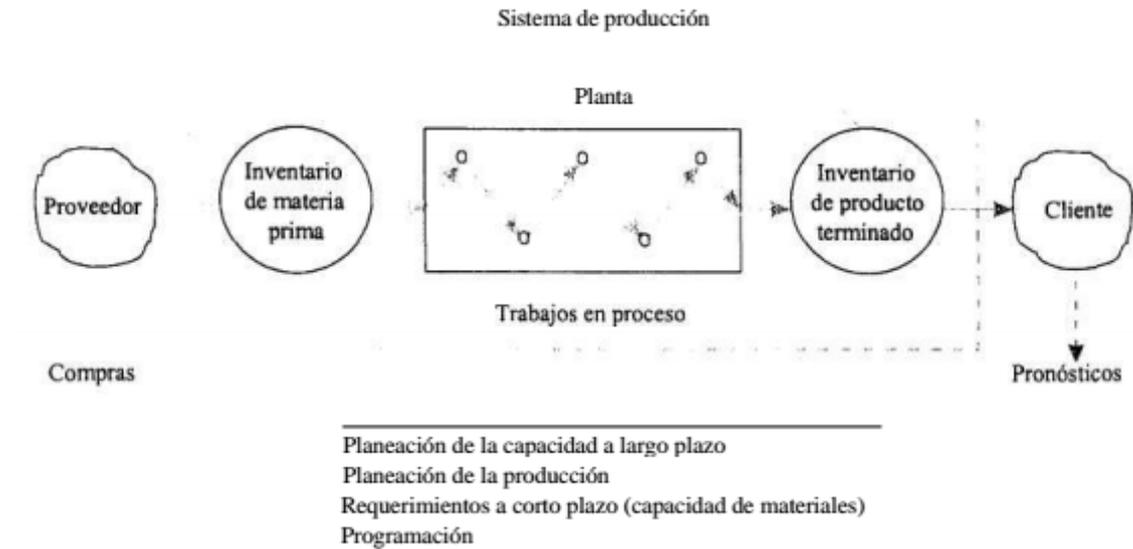


Figura 7 Elementos de planeación y control de la producción.
Fuente: D. Sipper y R. L. Bulfin Jr, Planeación y control de la producción, 1998.

2.2.7 Proceso productivo

Un proceso productivo consiste en transformar entradas en salidas por medio de recursos naturales, físicos, tecnológicos, humanos, económicos, etc. Éste proceso incluye acciones que ocurren en forma planificada y producen un cambio o transformación de materiales, objetos y sistemas al final de los cuales se obtiene el producto.

Es decir, la actividad productiva empresarial consiste en transformar un conjunto de recursos, materias primas, productos semielaborados y servicios, en otros productos o servicios que satisfacen la demanda de un cliente. Esto es, se trata de un proceso que transforma eficazmente los INPUTS que recibe: materiales, tecnología, recursos financieros y recursos humanos, en OUTPUTS: los productos y servicios que se ofrecen al mercado para satisfacer al cliente o consumidor [23].

Fases del proceso productivo

- Primera fase: Aprovechamiento de las materias primas y auxiliares
- Segunda fase: Manipulación y medios de producción
- Tercera fase: El resultado de un producto o servicio

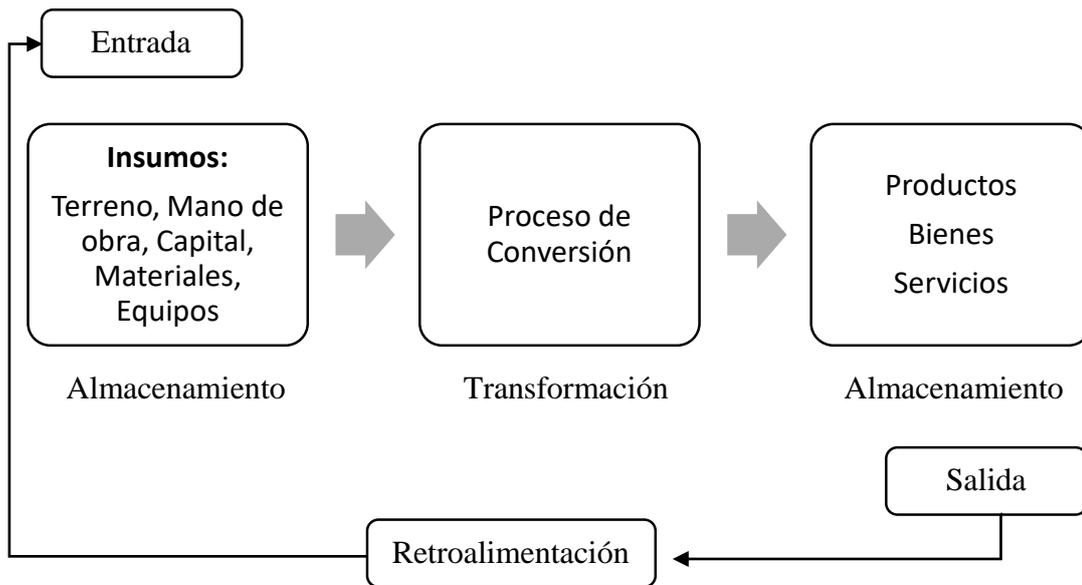


Figura 8 Fases del proceso productivo
Elaborado por: El Investigador.

Productividad

La productividad es una capacidad de producción o creación, y tiene un costo por tiempo de operación, para crear riqueza y beneficios.

La productividad también se puede interpretar como un nivel de actuación ya sea individual, empresarial o institucional.

La productividad necesita que se manifieste primero la eficiencia al usar los recursos básicos sin desperdiciar, como son: el tiempo, el espacio y la materia-energía; con la finalidad de no mermarlos; para efectuar las actividades lo más rápido posible, y lograr ahorro actuando con rapidez; recurriendo a la aplicación de

la ciencia en técnicas con creatividad; es la síntesis de dos finalidades inseparables: ahorro de recursos y velocidad de proceso, para producir o crear [24].

Productividad parcial

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo (mano de obra, energía, capital, materia prima).

$$Productividad_{parcial} = \frac{Producción\ total}{insumos} \quad (4)$$

Factores internos y externos que afectan la productividad

Factores internos:

- Terrenos y edificios
- Materiales
- Energía
- Máquinas y equipo
- Recurso humanos
- Infraestructura existente
- Disponibilidad de capital e intereses

Factores externos:

- Disponibilidad de materiales o materias primas
- Mano de obra calificada
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- Medidas de ajuste aplicadas

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación es de tipo aplicada pues se aprovechan conocimientos acerca de Ingeniería de métodos y control de la producción de bienes industriales adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, planteando una propuesta que permita mejorar los procesos de producción en la empresa Calzado LIWI.

3.1.1 Investigación bibliográfica - documental

Se aplicó una investigación bibliográfica-documental ya que se busca conocer las contribuciones culturales o científicas del pasado. Se recurrió a la búsqueda de información y criterios relevantes al tema, utilizando artículos científicos publicados en congresos y revistas indexadas, páginas de internet, libros especializados en la temática tratada, revistas, y otras publicaciones, para de esta manera profundizar, detectar y ampliar la investigación y el desarrollo del proyecto. De esta manera se recopila la información valiosa que sirve como sustento científico de acuerdo a los objetivos del proyecto.

3.1.2 Investigación de campo

Para la obtención de información veraz se aplicó una investigación de campo, pues esta investigación se realiza en el área de producción de la empresa Calzado LIWI, obteniendo información de primera mano en el lugar de los hechos, para así

determinar los problemas y proponer un sistema óptimo para la solución de los mismos con el fin de establecer contacto directo con las personas y procesos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Se trabajó con la totalidad del personal de calzado LIWI, por ser el universo muy reducido. Es decir que se trabaja con una población de 19 personas; entre obreros, personal administrativo y gerencia.

Tabla 10 Número de trabajadores según las áreas de la empresa.

ÁREA	CARGO	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
Administrativo	Gerencia, Contabilidad, Secretarias.	8	42,1
Corte	Operarios	1	5,3
Rayado, pintado y destallado	Operarios	1	5,3
Aparado	Operarios	4	21,1
Armado	Operarios	3	15,8
Plantado	Operario	1	5,3
Terminado	Opierario	1	5,3
TOTAL		19	100

Elaborado por: El Investigador.

3.2.2 Muestra

Se trabajó con el total de la población ya que no es mayor a 100 personas, por lo que no fue necesario sacar una muestra.

3.3 Recolección de información

La recolección de la información para el estudio de tiempos y movimientos se la realizó a lo largo del desarrollo del proyecto, en días normales de trabajo y procurando no causar demasiadas interrupciones en las actividades laborales diarias, para este estudio se utilizó la observación directa, inspección visual y aplicación de listas de chequeo, con el fin de identificar áreas de trabajo, equipos, maquinaria y herramientas utilizadas, además se requirió el uso de cronómetro y formularios de estudios de tiempo para el registro de datos.

La recolección de información se obtuvo también de las personas que laboran en el área de producción, aplicando técnicas de entrevista dirigida al jefe de producción y la encuesta a todos los que laboran en producción, en la cual se adquirió información y datos reales de gran validez.

Adicionalmente la observación directa y la bibliografía recabada permitieron dar solución al problema propuesto y sobre todo la transparencia y validez del proyecto.

3.4 Procesamiento y análisis de la información

Entrevista

- Planificación de entrevista.
- Desarrollo de preguntas.
- Tomar notas durante la entrevista
- Revisión de la información recogida.
- Tabulación de datos.
- Interpretación de datos obtenidos.
- Resumen de resultados.

Encuesta

- Planificación de encuesta
- Desarrollo de preguntas
- Revisión de la información recogida.
- Tabulación de datos.
- Presentación gráfica y tabular de resultados.
- Interpretación de datos obtenidos.
- Resumen de resultados.

Estudio de tiempos y movimientos

- Seleccionar a trabajadores que serán objeto del estudio.
- Registrar los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo.
- Examinar los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces.
- Medir la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo.
- Compilar la información y tiempos obtenidos.
- Resumen de resultados.

3.5 Desarrollo del proyecto

- Definición de áreas y lugares de trabajo.
- Elaboración de layout de la empresa
- Identificación de equipos, maquinaria, materiales, etc. con las que se trabaja en las instalaciones.
- Detalle de los tipos de trabajos que se realizan en cada proceso.
- Determinar histórico en ventas de calzado ortopédico con mayor demanda del año anterior.
- Elaboración de entrevista al jefe de producción.
- Elaboración de encuestas a los trabajadores.

- Elaboración de flujogramas de proceso
- Elaboración de diagrama de recorrido
- Elaboración de diagramas sinópticos
- Elaboración de diagramas analíticos
- Cronometraje de tiempos en los procesos productivos realizados por el personal dentro de la empresa.
- Elaboración de fichas de recolección de datos.
- Procesamiento de información.
- Cálculo de la capacidad de producción
- Balanceo de líneas
- Distribución de planta.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Introducción a la empresa

La Fábrica de Calzado LIWI es una empresa ecuatoriana que nace en el año de 1990 bajo el mando del Ingeniero William Arias, se necesitó tiempo para ganar conocimiento y experiencia acerca de la fabricación de calzado. Sus productos siempre fueron muy bien recibidos lo que provocó mayor cantidad de ingresos, pero para poder cumplir con la demanda del cliente se incorporó maquinaria de primer nivel, con tecnología de punta traída de Brasil, tales como: conformadora de talones, armadora de puntas, cerradora de talones reactivadoras, entre otras; esto a futuro ayudaría a mejorar la calidad y a disminuir los tiempos de entrega [25].

Hoy en día el producto estrella y donde la empresa se ha especializado es en el área de salud, con la fabricación de calzado diabético-ortopédico, contando con certificaciones internacionales gracias a estudios realizados en países como México, Italia, España y Brasil; pero sin dejar de lado la producción de calzado casual, deportivo urbano, botas de taco para mujer, botas de trabajo, entre otros.

Ubicación de la empresa

La planta de producción de la Empresa de Calzado LIWI, se encuentra localizada en la ciudad de Ambato, sector del Mercado Mayorista, Parroquia Celiano Monge, Av. Los Atis y El Cóndor, frente a Petroecuador (Tanques de CEPE).

A continuación, en la Tabla 11 se muestra la información de contacto de la empresa.

Datos de la empresa

Tabla 11 Información de contacto de la empresa.

Ciudad	Ambato
Contacto	Ing. William Arias
Teléfonos Oficina	(593) 03 2844815 (593) 03 2845436
Mail Gerencia	gerencia@calzadoliwi.ec
Mail Ventas	ventas@calzadoliwi.ec
Mail Recursos Humanos	rrhh@calzadoliwi.ec
Página Web	http://www.calzadoliwi.ec/
Página Facebook	https://www.facebook.com/calzado.ortopedico.liwi

Elaborado por: El Investigador.

4.1.1 Políticas

Las reglas y directrices básicas acerca del comportamiento esperado de los trabajadores se detallan a continuación:

Toma de pedidos

Se planificarán los pedidos conjuntamente los vendedores con los clientes, analizando las exigencias del cliente, la temporada y la curva de demanda.

Los pedidos se toman de acuerdo a la siguiente nota de pedido:

- Se escribe con tinta indeleble
- Son calculados y registrados todos los subtotales y totales
- Se establecen y registran claramente los plazos, fechas y montos de pago

- En caso de ser receptados los pedidos por teléfono se registra la hora de toma del pedido y el nombre de la persona que lo realizó [25].

Despachos

- En cuestión mercadería los despachos son efectuados de manera oportuna y en su totalidad, para su cumplimiento en la entrega la asistente de ventas deberá realizar el seguimiento oportuno de la misma.
- Semanalmente se entrega a los vendedores, el detalle de clientes a los que no se les puede despachar mercadería ni realizar nuevos pedidos, debido a que han excedido el monto de crédito o por existencia de facturas pendientes sin pagar.
- El área de Servicio al cliente comunica el envío de la mercadería, en que transporte se lo hizo y la confirmación de la recepción de la mercadería enviada.
- Firma de convenios por parte del Jefe de ventas con las empresas de transporte encargadas de llevar la mercadería, contemplando los siguientes elementos: agilidad de entrega, seguridad y costo.
- Registro de los pedidos enviados y recibidos.
- Los cheques para cobro deben ser girados a nombre del Ingeniero William Arias, propietario de la empresa.
- Es obligación y responsabilidad de los vendedores, el momento que realizan la cobranza, revisar cualquier anomalía con los cheques, ya sea que se encuentren bien girados, o en caso de insolvencia, comunicar el particular al Jefe de ventas, para no recibir los documentos.
- De acuerdo a las rutas establecidas los vendedores realizan los cobros de todas sus facturas, verificando que todos los pedidos despachados hayan sido recibidos por los clientes.
- Todos los cobros son registrados en los formularios diseñados para efecto y suscrito por el cliente y el vendedor [25].

Informes

- Semanalmente se presenta informe por parte de los vendedores detallando visitas, cobros y ventas realizados a los clientes.
- Se presentará además un informe semanal de la competencia, tendencias de modas, precios de productos similares, marcas nuevas, etc [25].

Orden de producción

El proceso de producción en la empresa de Calzado LIWI, abarca todos los procesos que se requiere para elaborar calzado hasta llegar a la obtención del producto final para la entrega al cliente o su debida distribución.

Se solicita a los proveedores la materia prima e insumos a través del departamento de contabilidad, una vez llegados a la empresa son revisados y registrados, asegurándose que todo se encuentre en óptimo estado. Esta materia prima es almacenada en bodega: rollos de cuero, forros, recuños, punteras, elásticos, velcros, hilos, suelas, plantillas, hormas, pasadores, cartones, fómix.

La empresa Calzado LIWI trabaja bajo pedidos, se ingresa el pedido por parte del cliente en el departamento de ventas, generando una orden de producción donde se especificará el tipo de modelo con los diferentes requerimientos que se haya escogido; una vez especificado la orden de producción y sabiendo el número de pares que se necesita, el área de bodega despachará todos los insumos que requiere dicha orden de producción.

A continuación, la figura 9 muestra una orden de producción de calzado ortopédico escolar para niño.

CALZADO LIWI. ORDEN DE PRODUCCION No. 20469
 Pedido 17760 FECHA DE INICIO 2017/05/18 FECHA DE ENTREGA 2017/06/30
 Cliente CONSUMIDOR FINAL, ALMACEN QUITO

Modelo ESCOLAR 02 ESPUMA Color NEGRO

REATAS	CONTRAFUERTE ECOFIBRA CF1233	0.11 UND	Forro MALLA GRIS
REATAS	LATEX SIN TEJIDO DE 6 MM.	0.01 DCM	Marquilla LIWI
REATAS	PAPEL SEDA/COPIA	10.00 UNI	Tipo Planta LIWI ESCOLAR Color NEGRA
REATAS	PEGA AFRICANA	0.01 TAN	No. Horma 141107
HERRAJES	HOJALILLO NEGRO PEQUENO	220.00 UNI	No Hilo 3 Color Hilo NEGRO
TAFLETES	TAFILETE NEGRO	60.00 DCM	Quemado LIWI MEDICAL
MALLAS	MALLA CAPELLADA NEGRA	130.00 DCM	
CAJAS	CAJA BLANCA DE NIÑO 27-32	10.00 UND	
PEGAS	LATEX LIQUIDO/ECOSTICK NEOPREN	0.11 LTR	
LAMINAS	PUNTERA ECOFIBRA V5931.- PEDRO	0.11 UND	
CUERO	CUERO FLOTER NEGRO SELECTO 1,8	180.00 DCM	
PASADORES	PASADOR NEGRO REDONDO 50 CMTS.	20.00 PRS	

	B	26	27	28	29	30	31	Total
ES02ENMGLE			10					10

PROCESO	RESPONSABLE	RECIBE
Corte		
Destallado		
Aparado		
Armado		
Plantado		
Terminado		
Empacado		

Plano 032



Despachado por

Figura 9 Orden de producción en Calzado Liwi
Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi.

4.1.2 Misión de la empresa

Diseñar, fabricar y comercializar calzado de excelente calidad, con precios competitivos, a través de procesos calificados con personal altamente instruido, que practica la honestidad, solidaridad y eficiencia, minimizando el impacto al medio ambiente, para satisfacer al consumidor nacional e internacional.

4.1.3 Visión de la empresa

Ser una Organización líder en el mercado Sudamericano en el área de Calzado, con distribución en las cadenas de mayor prestigio de las principales ciudades, con productos de la mayor calidad y con marca “LIWI” reconocida a nivel mundial.

4.1.4 Organigrama empresarial

La empresa está constituida estructuralmente por el gerente general, que encabeza la jerarquía institucional. En Gerencia es donde se establece las normas generales,

se organiza y dirige la empresa en conjunto, se analiza las inversiones, se regula las contrataciones y se supervisa al personal.

La Asistente administrativa apoya directamente al gerente general.

La Administración vela por el bienestar de la empresa trabajando conjuntamente con los departamentos de contabilidad, compras y bodega:

- En contabilidad se controla y regula la parte financiera de la empresa.
- En compras o proveeduría se planifica y controla la existencia de materia prima, siendo intermediario entre proveedores y la empresa.
- En bodega se organiza y controla las existencias de materia prima, trabajando en conjunto con compras y contabilidad.

El Comité de Calidad establece normas de control de calidad para materia prima y producto terminado, este comité es el encargado de regular y establecer procedimientos y velar por el cumplimiento de normas de calidad.

En Diseño se propone nuevos modelos de calzado de acuerdo a tendencias actuales y demanda cambiante.

En Producción se planifica y controla la fabricación de calzado de acuerdo a los pedidos receptados desde el departamento de ventas, el Jefe de Producción toma decisiones en la producción y supervisa al personal, es encargado de llevar un registro detallado de la producción desde el inicio hasta el final del proceso.

En el departamento de Ventas se planifica, programa, controla y ejecuta las actividades al proceso de atención y satisfacción del cliente, para lo cual el jefe de ventas trabaja conjuntamente con los promotores. El jefe de ventas está encargado en controlar, organizar y receptar los pedidos de los agentes vendedores:

- Receptar los reportes escritos de los resultados de las visitas a nuevos contactos.

- Verificar la cartera ingresada a Contabilidad o depositada en las ciudades visitadas, con los respectivos comprobantes de banco.
- Planificar el calendario de visitas a los clientes, elaborando un mapa de rutas.

A continuación, en la figura 10 se muestra el Organigrama Empresarial de Calzado LIWI:

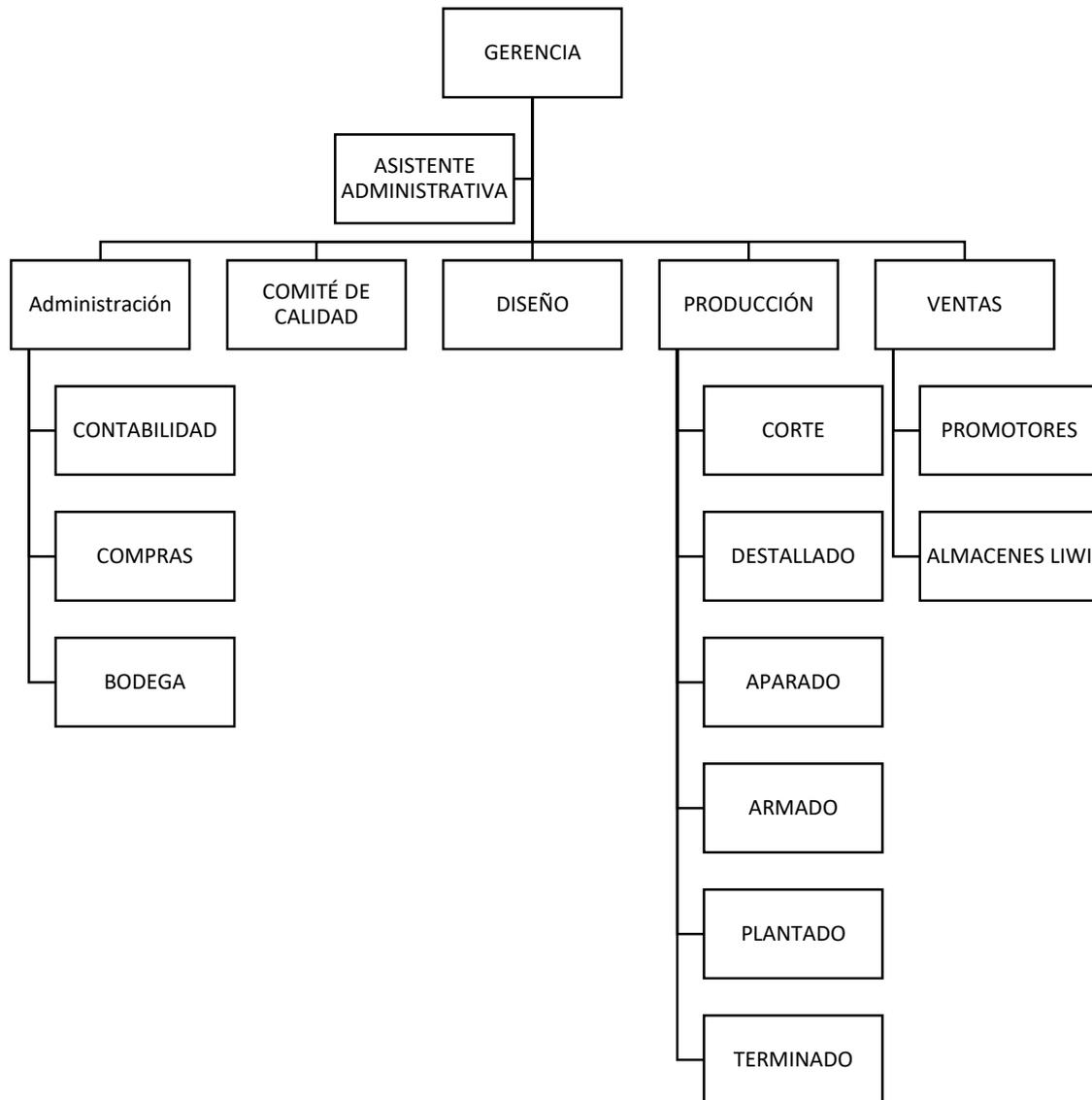


Figura 10 Organigrama empresarial.
Elaborado por: El Investigador.
Fuente: Departamento administrativo Calzado Liwi

4.1.5 Productos

La empresa en su catálogo posee una gran gama de productos a disposición de su clientela, algunos se observan en la figura 11. La variedad de calzado van enfocados a cada una de las necesidades del cliente ya sea calzado para trabajo, calzado casual o calzado especial que ayuda a su salud, brindando comodidad al pie haciendo de sus labores diarias un verdadero placer.



Figura 11 Productos de Calzado LIWI.
Fuente: Sitio web Calzado Liwi: <http://calzadoliwi.ec/>

Códigos de los diferentes modelos de calzado que maneja la empresa

Tabla 12 Código de diferentes modelos de calzado.

CÓDIGO	ITEM	CÓDIGO	ITEM
BOTA	Botas	VB	Babucha Mujer
CR	Crocs Hombre	BK	Beker Mujer
M	Casual Mujer	CLTM	Calzado Liwi Terapia
SDH	Sandalia Hombre	WB	Wellbeing super confort
SP	Sandalia Patín	ES	Calzado Ortopédico escolar para niño
SDM	Sandalia Mujer	BN	Calzado Ortopédico escolar para niña
DH	Diabético Hombre	DE	Calzado Deportivo Ortopédico infantil
DM	Diabético Mujer	KD	Zapato kids niño
TE	Terapia Hombre	KD	Zapato kids niña
TM	Terapia Mujer		

Fuente: Departamento Administrativo Calzado Liwi
Elaborado por: El Investigador.

Productos de la empresa

Tabla 13 Modelos que fabrica la empresa Calzado LIWI.

No.	MODELO	No.	MODELO	No.	MODELO	No.	MODELO	No.	MODELO	No.	MODELO	No.	MODELO
1	bota-002	22	sdh-06-02	43	dm-03	64	dm05c	85	vb01-g-v	106	cltm03	127	bn-01
2	bota-n	23	sdh-06	44	dm-05-c	65	dm05f	86	vb01-g	107	cltm03n	128	bn-02
3	bota-negra	24	sdh02	45	dm-05-f	66	dm12c-veish	87	vb01g-c	108	cltm04	129	de-01
4	bota-industrial	25	sp01-g	46	dm-06	67	dm12c	88	bk-03	109	cltm06-b	130	de-02
5	bota-montañera	26	sdm-01	47	dm-07	68	dm12v	89	bk20-c	110	cltm08-c	131	kd-03
6	bota-n	27	sdm-02	48	dm-08	69	dm18c-01	90	cltm-10-2	111	cltm08-n	132	kd-04-b
7	cr-01-azul	28	sdm-03	49	dm-09-c	70	dm18c	91	cltm-10	112	wb-01-b	133	kd-05-b
8	cr-03-café	29	sdm-06	50	dm-09	71	dm18v	92	cltm-11-2	113	wb-01-e	134	kd-05
9	cr-03-negro	30	sdm-07	51	dm-10-m	72	dm10m	93	cltm-11	114	wb-01-v	135	kd-06-b
10	cltm19	31	sdm-08	52	dm-10-p	73	te-o5g	94	cltm-13-n	115	wb-02-b	136	kd-06

11	cltm20	32	sdm-11	53	dm-11	74	te05-g-n	95	cltm-13	116	wb-02-c	137	kd-08-café
12	cltm21	33	sdm-16	54	dm-12	75	te-01	96	cltm-14-c	117	wb-02-e	138	kd-08-negro
13	cltm26	34	sdm-17	55	dm-04	76	te-03	97	cltm-14-n	118	wb-02-n	139	kd-03-b
14	cltm28	35	dh-01-p-03	56	dm-13	77	te-04	98	cltm-14-picado	119	wb-04-e	140	kd-04
15	cltm29	36	dh-01-p	57	dm-14	78	te-07	99	cltm-15-c	120	wb-04-n	141	kd-07-n
16	m-12	37	dh-01p	58	dm-15	79	tm-02-c	100	cltm-15	121	wb-05-c	142	kd-07
17	m04-cn	38	dh-03	59	dm-16	80	tm-02	101	cltm-16-c	122	wb-07		
18	m06-cn	39	dh-04-m	60	dm-17	81	tm-03	102	cltm-16-n	123	wb-08		
19	sdh-01-1	40	dh-05-f	61	dm-18	82	tm-08	103	cltm-17	124	wb-09		
20	sdh-01	41	dm-01	62	dm00-1	83	tm-09	104	cltm01	125	es-02		
21	sdh-03	42	dm-02	63	dm00-n	84	tm-10	105	cltm01n	126	es-07		

Fuente: Departamento Administrativo Calzado Liwi.

Elaborado por: El Investigador.

Modelos tipo ortopédico

Tabla 14 Modelos de calzado tipo ortopédico.

No	Código	Modelo	Cuero	Color disponible	Tallas
1	DE-01 	Calzado deportivo escolar ortopédico	espuma	blanco	22-35
2	DE-02 	Zapato deportivo escolar	espuma	blanco	22-35
3	KD-03-B 	Zapato ortopédico kids para niña	confort espuma cristal	negro café blanco	18-21
4	KD-04-B 	Zapato ortopédico kids para niño	confort espuma cristal	negro café blanco	18-21
5	KD-05 	Zapato ortopédico kids para niño	confort espuma cristal	negro blanco café	18-21
6	KD-06 	Zapato ortopédico kids para niño	confort espuma cristal	negro café blanco	18-21

7	<p>KD-07</p>  <p>KD-07</p>	Zapato ortopédico kids para niña	confort espuma cristal	negro café	18-21
8	<p>KD-08</p>  <p>KD-08</p>	Zapato ortopédico kids para niño	confort espuma cristal	café beige rosado	18-21
9	<p>ES-01</p>  <p>ES-01</p>	Calzado escolar ortopédico para niña	confort	negro	22-35
10	<p>ES-02</p>  <p>ES-02</p>	Calzado escolar ortopédico para niño caña alta	confort	negro	22-35
11	<p>ES-07</p>  <p>ES-07</p>	Calzado escolar ortopédico	confort	negro	22-35
12	<p>BN-02</p>  <p>BN-02</p>	Calzado escolar ortopédico para niña caña alta	confort	negro	22-35

13	 <p>WB-01</p>	Wellbeing super confort ort.	espuma	negro café blanco	37-43
14	 <p>WB-02-N</p>	Wellbeing super confort ort.	espuma	negro café blanco	37-43

Fuente: Departamento Administrativo Calzado Liwi

Elaborado por: El investigador.

De los modelos de calzado tipo ortopédico que muestra la tabla 14, es de donde se partió para poder detectar el calzado de mayor demanda, es decir el más vendido en los últimos 5 años, basándonos en los históricos del departamento de ventas. A continuación, de las tablas 15 a la 19 se muestra el histórico de las ventas totales anuales, y el precio de cada modelo.

Tabla 15 Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2016.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)
1	DE-01	3233	36,95
2	DE-02	1535	36,95
3	KD-03-B	1340	22,39
4	KD-04-B	320	22,39
5	KD-05	1326	22,39
6	KD-06	1039	22,39
7	KD-07	2679	22,39
8	KD-08	2912	22,39
9	ES-01	12470	36,95
10	ES-02	13538	36,95
11	ES-07	1809	36,95
12	BN-02	2725	36,95
13	WB-01	102	53,75
14	WB-02-N	78	53,75

Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 16 Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2015.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)
1	DE-01	3272	36,95
2	DE-02	3838	36,95
3	KD-03-B	2925	22,39
4	KD-04-B	1273	22,39
5	KD-05	1074	22,39
6	KD-06	2061	22,39
7	KD-07	1267	22,39
8	KD-08	2922	22,39
9	ES-01	10751	36,95
10	ES-02	12841	36,95
11	ES-07	3450	36,95
12	BN-02	2770	36,95
13	WB-01	82	53,75
14	WB-02-N	102	53,75

Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 17 Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2014.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)
1	DE-01	3808	36,95
2	DE-02	1090	36,95
3	KD-03-B	3633	22,39
4	KD-04-B	3505	22,39
5	KD-05	1987	22,39
6	KD-06	1994	22,39
7	KD-07	3350	22,39
8	KD-08	1677	22,39
9	ES-01	13453	36,95
10	ES-02	13892	36,95
11	ES-07	452	36,95
12	BN-02	1844	36,95
13	WB-01	75	53,75
14	WB-02-N	71	53,75

Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 18 Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2013.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)
1	DE-01	2045	36,95
2	DE-02	2937	36,95
3	KD-03-B	642	22,39
4	KD-04-B	1883	22,39
5	KD-05	3656	22,39
6	KD-06	1121	22,39
7	KD-07	3297	22,39
8	KD-08	1186	22,39
9	ES-01	12645	36,95
10	ES-02	12759	36,95
11	ES-07	1858	36,95
12	BN-02	2804	36,95
13	WB-01	47	53,75
14	WB-02-N	59	53,75

Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 19 Histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2012.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)
1	DE-01	3036	36,95
2	DE-02	1720	36,95
3	KD-03-B	1293	22,39
4	KD-04-B	1437	22,39
5	KD-05	2607	22,39
6	KD-06	2550	22,39
7	KD-07	3328	22,39
8	KD-08	1495	22,39
9	ES-01	13888	36,95
10	ES-02	13524	36,95
11	ES-07	1087	36,95
12	BN-02	3302	36,95
13	WB-01	67	53,75
14	WB-02-N	42	53,75

Fuente: Departamento de ventas Calzado Liwi
Elaborado por: El Investigador.

Como se puede observar en los históricos de ventas existe una constante en los cinco años, con una mayor demanda de calzado escolar ortopédico para niña ES-01, y calzado escolar ortopédico para niño ES-02, sin embargo, esto no quiere decir que estos modelos sean los que mayor valor tienen, ya que pueden afectar otros factores como el precio de otros productos sean más elevados o la participación de otros productos afecte más al proceso productivo, por eso se realizará otro análisis más elaborado donde se tomará el histórico de ventas del último año para así determinar el modelo que más demanda y valor genere a la empresa Calzado LIWI.

4.1.6 Gráfico ABC para el modelo de calzado ortopédico de mayor demanda

El análisis ABC se aplica para determinar qué modelo de calzado ortopédico representa más valor a la empresa; este modelo no es necesariamente el de mayor precio unitario, ni el que se vende en mayor proporción, sino aquel modelo cuyo valor (precio unitario x consumo o demanda) constituye porcentajes elevados en ganancia para la empresa, que es lo que se busca.

El análisis partirá con la información del histórico de ventas de calzado tipo ortopédico año 2016.

Se inicia obteniendo el porcentaje de participación monetaria mediante la aplicación de la ecuación 5, este indica la participación que tienen todos los modelos ortopédicos.

$$\% \text{ de participación} = \frac{100\%}{\# \text{ de artículos}} \quad (5)$$

$$\% \text{ de participación} = \frac{100\%}{14}$$

$$\% \text{ de participación} = 7,1$$

Luego se aplica la ecuación 6 para encontrar la valorización de cada modelo, y la ecuación 7 sirve para determinar el porcentaje de consumo que han tenido en el año 2016 los modelos de calzado ortopédico.

$$\text{Valorización} = \text{Costo Unitario} * \text{Costo anual} \quad (6)$$

$$\% \text{ de consumo} = \frac{\text{Valor} * 100\%}{\text{Total de Valorización}} \quad (7)$$

Aplicando las ecuaciones expuestas se determina los resultados, con la ayuda de Software Excel, desarrollando así, la tabla 20 mostrada a continuación:

Tabla 20 Valorización, porcentaje de participación y porcentaje de consumo por modelo.

No	Modelo	Venta Anual (pares)	Precio Unitario (\$)	% de Participación	Valorización	% de consumo
1	DE-01	3233	36,95	7,1	119459	7,8%
2	DE-02	1535	36,95	7,1	56718	3,7%
3	KD-03-B	1340	22,39	7,1	30003	2,0%
4	KD-04-B	320	22,39	7,1	7165	0,5%
5	KD-05	1326	22,39	7,1	29689	1,9%
6	KD-06	1039	22,39	7,1	23263	1,5%
7	KD-07	2679	22,39	7,1	59983	3,9%
8	KD-08	2912	22,39	7,1	65200	4,3%
9	ES-01	12470	36,95	7,1	460767	30,1%
10	ES-02	13538	36,95	7,1	500229	32,7%
11	ES-07	1809	36,95	7,1	66843	4,4%
12	BN-02	2725	36,95	7,1	100689	6,6%
13	WB-01	102	53,75	7,1	5483	0,4%
14	WB-02-N	78	53,75	7,1	4193	0,3%
	Total	45106			1529682	100%

Elaborado por: El Investigador.

Una vez obtenido resultados en la tabla 20, se ordena la tabla de porcentaje de consumo de mayor a menor, se aplica la ecuación 8 para obtener el porcentaje de participación acumulada y la ecuación 9 para obtener porcentaje de consumo acumulada.

$$\% \text{ participación acumulada} = \% \text{ participación acumulada}_{i-1} + \% \text{ participación acumulada}_i \quad (8)$$

$$\% \text{ consumo acumulada} = \% \text{ consumo acumulada}_{i-1} + \% \text{ consumo acumulada}_i \quad (9)$$

Se determinan los resultados de la ecuación 8 y de la ecuación 9, en Software Excel dando lugar a nuevas celdas, tal como muestra la tabla 21.

Tabla 21 Porcentajes de consumo y participación acumuladas.

No	Modelo	% de Participación	Valor	% de consumo	% de consumo acumulado	% de participación acumulada
10	ES-02	7,1	500229	32,7%	32,7%	7,1
9	ES-01	7,1	460767	30,1%	62,8%	14,3
1	DE-01	7,1	119459	7,8%	70,6%	21,4
12	BN-02	7,1	100689	6,6%	77,2%	28,6
11	ES-07	7,1	66843	4,4%	81,6%	35,7
8	KD-08	7,1	65200	4,3%	85,8%	42,9
7	KD-07	7,1	59983	3,9%	89,8%	50,0
2	DE-02	7,1	56718	3,7%	93,5%	57,1
3	KD-03-B	7,1	30003	2,0%	95,4%	64,3
5	KD-05	7,1	29689	1,9%	97,4%	71,4
6	KD-06	7,1	23263	1,5%	98,9%	78,6
4	KD-04-B	7,1	7165	0,5%	99,4%	85,7
13	WB-01	7,1	5483	0,4%	99,7%	92,9
14	WB-02-N	7,1	4193	0,3%	100,0%	100,0

Elaborado por: El Investigador.

Este Gráfico ABC, es también conocido como regla del 80/20 o ley del menos significativo, análisis que permite visualizar esta relación y determinar en forma simple, que modelos son de mayor valor, y de mayor demanda, para que sea el

objeto de análisis. A continuación, la figura 12 muestra la Gráfica ABC, en la cual se determina el calzado ortopédico que será motivo de análisis.

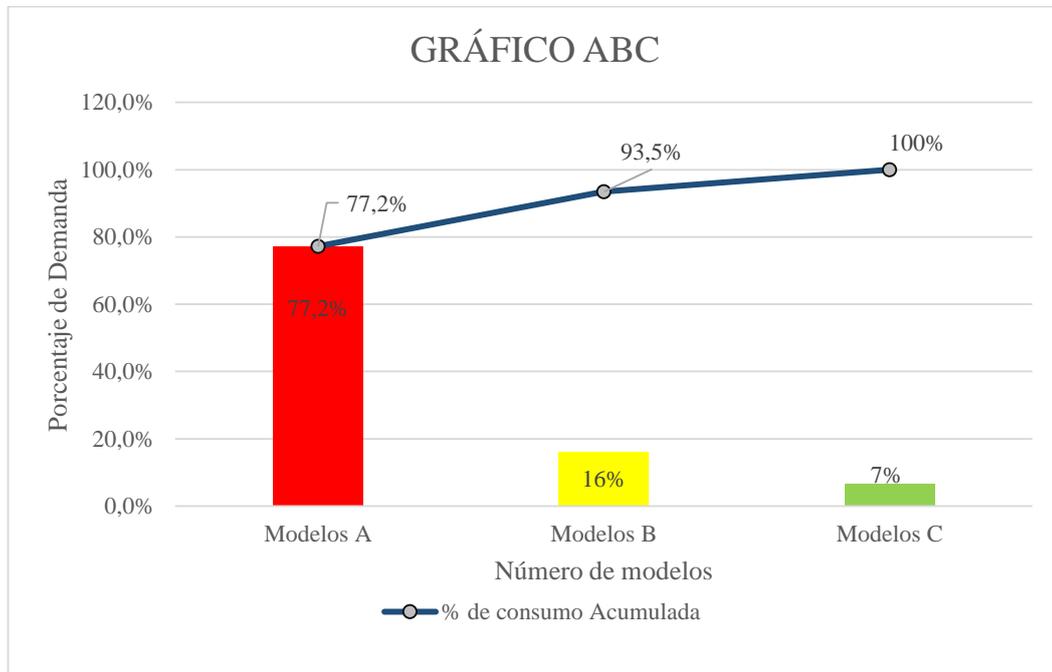


Figura 12 Gráfica ABC o diagrama de Pareto.
Elaborado por: El Investigador.

Interpretación del Gráfico ABC

La zona A es la de mayor importancia ya que este tipo de modelos tienen un 77,2% de demanda al año, uno de los motivos es la necesidad de calzado escolar para inicio de clases de niños y jóvenes. La zona B, por su parte, de menor importancia, tiene un 16% de demanda en el cual existen 4 modelos de calzado ortopédico, estas dos zonas representan el 93,5% de consumo anual. Y por último la zona C con 6 modelos de calzado ortopédico es la que menor porcentaje de demanda tiene con un 7%, estas tres zonas representan el 100% de consumo anual de calzado tipo ortopédico en el año 2016.

Clasificando así los modelos A, B y C en donde los modelos de calzado de clasificación A representan del 0 al 80% de consumo, los modelos de clasificación B, y C representan el 20% restante de consumo durante el año.

Tabla 22 Clasificación ABC.

No	Modelo	Clasificación
10	ES-02	A
9	ES-01	A
1	DE-01	A
12	BN-02	A
11	ES-07	B
8	KD-08	B
7	KD-07	B
2	DE-02	B
3	KD-03-B	C
5	KD-05	C
6	KD-06	C
4	KD-04-B	C
13	WB-01	C
14	WB-02-N	C

Elaborado por: El Investigador.

El análisis ABC de los modelos tipo ortopédico que tiene la empresa determinó que el calzado con mayor demanda es el modelo ES-02, calzado escolar ortopédico para niño caña alta, el cual el proyecto de investigación se va a basar.



Figura 13 Calzado con mayor demanda ES-02.

Elaborado por: El Investigador.

4.1.7 Entrevista

La entrevista es dirigida al jefe de producción de la empresa Calzado LIWI, ya que es la persona que más conoce a cerca de los procesos productivos, el Anexo 1 muestra las preguntas realizadas con el propósito de profundizar y analizar las

falencias que tiene la empresa en el área de producción y recoger la información necesaria para la elaboración de este proyecto.

Llegando así a la conclusión que la empresa tiene inconvenientes, demoras y cuellos de botella en los procesos cuando se realiza calzado personalizado (ortopédico), ya que se trabaja con especificaciones estrictas en base a la necesidad del cliente, por otro lado, cuando se realiza calzado en serie la línea de producción se normaliza.

4.1.8 Encuestas

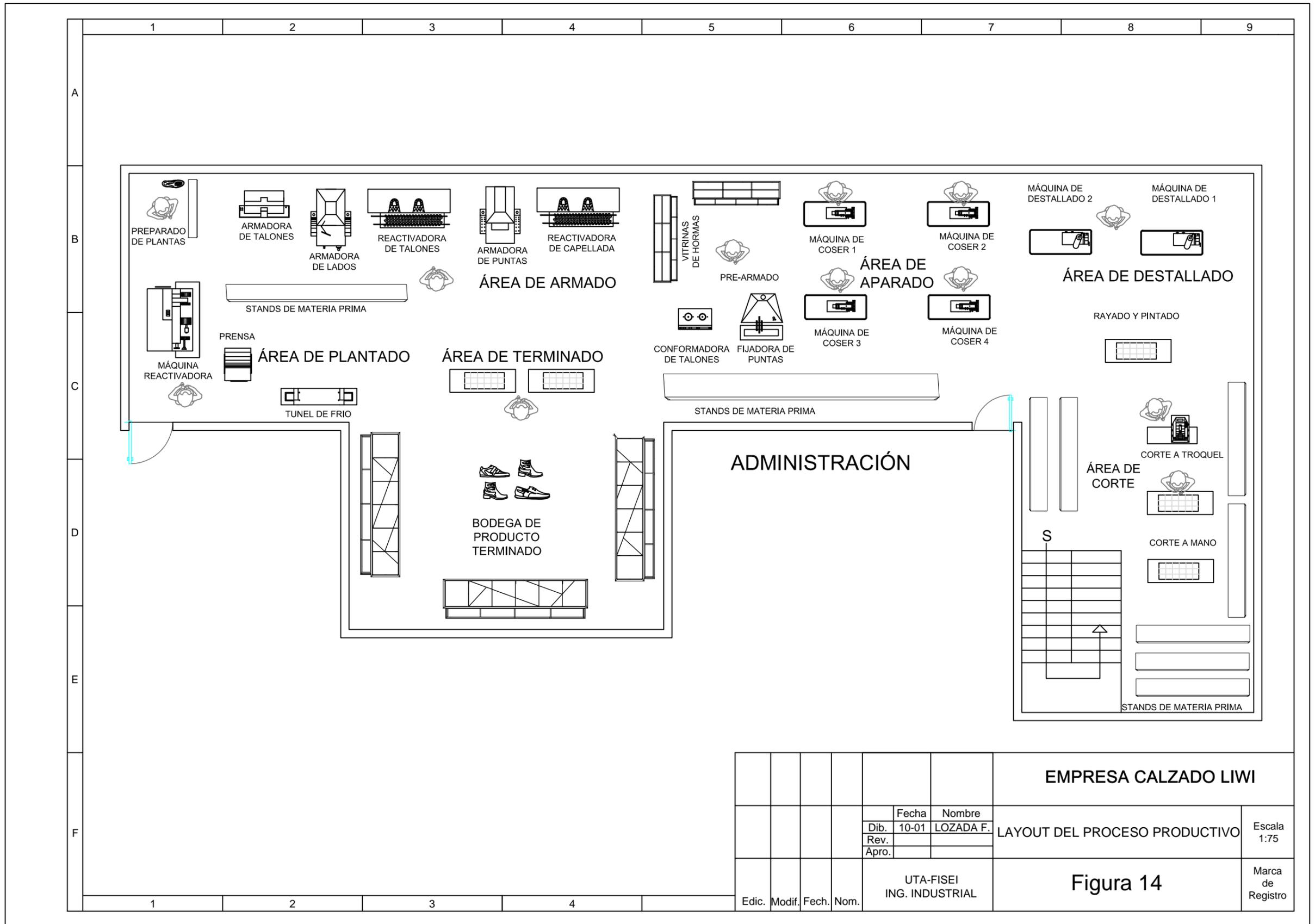
Para un claro conocimiento de las condiciones en las que se encuentra el área de producción de la empresa se aplica una encuesta (Ver cuestionario en Anexo 2), en la cual se busca recabar información a las personas que trabajan en el proceso productivo, para poder mejorar cada área en la planta.

Después se hizo la tabulación y análisis estadístico de las mismas (Ver Anexo 3), interpretando así las necesidades, sugerencias, cambios que los trabajadores y el área de producción en sí necesita.

4.1.9 Layout de la empresa Calzado LIWI

La disposición de instalaciones o Layout consiste en la ubicación de los distintos sectores o departamentos en el proceso productivo de la empresa, así como los equipos dentro de ella, tal como muestra la figura 14.

El propósito perseguido con el análisis del Layout es una asignación óptima del espacio del proceso productivo en función de los recursos utilizados. La ubicación de los recursos y su interacción será una decisión de vital importancia para el éxito del Sistema de Producción. Este análisis debe no solamente considerar aspectos económicos o técnicos, sino también humanos, dado que son las personas las que llevan a cabo el proceso de producción.



						EMPRESA CALZADO LIWI		
				Fecha	Nombre	LAYOUT DEL PROCESO PRODUCTIVO		Escala 1:75
				Dib.	10-01 LOZADA F.			
				Rev.				
				Apro.				
Edic.	Modif.	Fech.	Nom.	UTA-FISEI ING. INDUSTRIAL		Figura 14		Marca de Registro

4.1.10 Descripción del proceso de producción

El proceso productivo de la empresa Calzado Liwi se divide en 6 áreas: Corte, Destallado, Aparado, Armado, Plantado y Terminado.

- **Corte de piezas**

Es aquí donde se inicia el proceso productivo ya que el cuero empieza a ser cortado para ir transformándose en un producto final, como es el calzado. El corte se realiza mediante la moldura de acuerdo con la medida que se requiera para dar forma al cuero, según el modelo especificado, con la ayuda de cuchillas se le da la forma adecuada siguiendo el patrón de un molde. Antes de iniciar con el proceso se debe realizar una inspección al cuero que no tenga ninguna imperfección.

El corte puede realizarse de forma manual o mecánica; la figura 15 muestra el corte a troquel donde se requiere de la máquina, el cuero y los moldes; mientras que la figura 16 muestra el proceso manual de corte, este proceso incluye el uso de diferentes herramientas como: la mesa de corte, cuchilla, punzón, moldes.



Figura 15 Corte con troquel de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 16 Corte manual de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi

- **Destallado**

En el área de destallado, primero se raya los cortes de cuero, después se pinta y por último se destalla.

Rayado. _ Para marcar el cuero se necesita un lápiz, crayón o mina; en este proceso se traza las líneas de costura, detalles en cada una de las piezas cortadas para dar una guía para ensamblar el calzado con la ayuda de un molde donde ya solo se debería iniciar con el rayado. Gracias a estas guías se ayuda al proceso de aparado ya que es por donde se pasarán las costuras.



Figura 17 Rayado de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

Pintado. _ Después que el operario hace el rayado de cuero procede a pintar los filos donde el cuero muestra un color más claro para que todo el zapato vaya de un mismo color y no cambie el degradado, tal como muestra la figura 18.



Figura 18 Pintado de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

Destallado. _ Proceso donde se desbasta y se baja el calibre al cuero para mejorar las uniones y costuras que se realizarán en el siguiente proceso.

El destallado es realizado en dos máquinas; la primera máquina es la chaflanadora donde le baja el calibre al cuero donde se va a coser, como muestra la figura 19.



Figura 19 Destallado donde se baja el calibre de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

La segunda máquina en la figura 20 es para poder hacer doblados del cuero es decir le suaviza para poder moldear a la necesidad del operario en el siguiente proceso.



Figura 20 Destallado para doblados de cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

- **Aparado**

En este proceso es donde se les arma a las piezas entregadas de los procesos anteriores, es aquí donde se ensambla y va tomando forma el calzado, en esta área trabajan 4 personas, cada uno realiza tareas de diferente tipo de calzado. Aquí se pega las piezas como en la figura 21 y se hacen las costuras como muestra la figura 22.



Figura 21 Proceso de aparado, pegado de piezas.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 22 Proceso de aparado, costura de piezas
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi

- **Armado**

En este proceso se dividen 3 sub- procesos cada uno de ellos a cargo una persona:
El pre-armado, es donde inicia el montaje, aquí se ponen las punteras, con una máquina llamada fijadora de puntas, como muestra la figura 23 y los contrafuertes con la ayuda de una máquina llamada conformadora de talones, como muestra la figura 24, luego se pone en hormas para dar forma al calzado, como se muestra en la figura 25.



Figura 23 Proceso de pre-armado, máquina fijadora de puntas.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 24 Proceso de pre-armado, máquina conformadora de talones.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 25 Pre armado del calzado.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

El montaje completo, en este sub-proceso se utilizan 5 máquinas: en la primera máquina se reactiva la capellada, para poder formar la punta, tal como muestra la figura 26; después de reactivar las moléculas del cuero, pasa a la siguiente máquina que le arma la punta del zapato estirando el cuero y cortándolo, como en la figura 27; luego el proceso continua en la máquina reactivadora de talones, donde como en la primera máquina por medio de procesos termodinámicos se reactiva las moléculas del cuero, como en la figura 28; después de reactivar los lados se pasa a la máquina que los arma, llamada Camboya o armadora de lados, como muestra la figura 29; y por último el zapato pasa por la máquina armadora de talones, donde la máquina le cierra al talón, tal como muestra la figura 30.



Figura 26 Proceso de armado, máquina reactivadora de capellada.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 27 Proceso de armado, máquina armadora de punta.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 28 Proceso de armado, máquina reactivadora de talones
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 29 Proceso de armado, máquina armadora de lados
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 30 Proceso de armado, máquina armadora de talones.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

El montaje y preparado de plantas, donde se le pone brillo y se le pone pega a la planta, como muestra la figura 31, para que pueda ya estar listo para unir todo y que el calzado este casi listo.



Figura 31 Proceso de armado, preparado de plantas.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

- **Plantado**

En este proceso se utiliza tres máquinas: en la primera máquina se lleva el conjunto ya formado al horno reactivador, el cual consiste en reactivar las propiedades del pegamento mediante calor, para que el calzado cuente con una mejor fijación como se muestra en la figura 32, para poder unir ambos materiales y que se haga uno solo, el operario con la ayuda de un martillo une la planta con el zapato y luego le coloca en la prensa, donde quedará unido a base de aire que dará presión, como se muestra en la figura 33, en estas dos primeras máquinas sus procesos es a base de calor, para así llevar a enfriar al calzado ya unido y aun con la horma pasa por la máquina túnel de frío con el fin de que el cambio de temperatura permita que el calzado se pueda compactar óptimamente para que las moléculas lleguen a su estado final, como muestra la figura 34, y poder ir al último proceso que es terminado.



Figura 32 Proceso de plantado, máquina reactivadora.

Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 33 Proceso de plantado, máquina prensadora.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 34 Proceso de plantado, túnel de frío.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.



Figura 35 Proceso de plantado.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

- **Terminado**

Proceso encargado en limpiar pegas sobrantes, pintar imperfecciones ligeras del cuero, como muestra la figura 36, lavado del conjunto con jabón especial de ser requerido, se da brillo al calzado con la maquina abrillantadora, para una mejor presentación, se pega las plantillas, se pone pasadores, se enumeran las cajas de cartón y se guarda el calzado terminado en bodega de producto terminado.



Figura 36 Proceso de terminado, pintado de ligeras imperfecciones del cuero.
Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

4.1.11 Recursos utilizados en la empresa Calzado LIWI

Para poder fabricar los diferentes modelos de calzado se utiliza:

- Mano de obra: 11 operarios en el área de producción, los cuales se distribuyen, 1 persona en corte, 1 en destallado, 4 en aparado, 3 en armado, 1 en plantado, y 1 en terminado.
- Materiales de fabricación: cuero, velcro, pegas, plantas, plantillas, hilos, abullado de esponja, contrafuertes, cartón, piedra, punteras, elástico, eva, pasadores, hebillas, cardan.
- Insumos: como energía eléctrica y agua.

4.1.12 Descripción de maquinaria y equipo

La empresa de Calzado LIWI en la actualidad posee una gran cantidad de maquinaria que ayuda en la fabricación de todo tipo de calzado que el cliente exija, esta maquinaria ayuda a que el producto final tenga mejor calidad, se haga al menor tiempo posible y con mayor eficiencia; en la tabla 23 se detalla de manera más clara las características de la maquinaria utilizada en el proceso productivo.

Tabla 23 Descripción de maquinaria empresa Calzado LIWI

N°	MÁQUINA	MODELO	MARCA	ÁREA
1	Troqueladora manual	SE-20C	ATOM	Corte
2	Destalladora para calibre	22508	KLEIN	Destallado
3	Destalladora para doblados	23527	KLEIN	Destallado
4	Máquina de coser	CI-3000	IVOMAQ	Aparado
5	Fijadora de puntas	WSK-831	GRPS	Armado
6	Conformadora de talones	300-IV	SAZI	Armado
7	Reactivadora de capellada	181	ELETTROTECNICA B.C	Armado
8	Armadora de puntas	3366	SOGORBMAC	Armado
9	Reactivadora de talones	231	ELETTROTECNICA B.C	Armado
10	Armadora de lados	01352	MACAP	Armado
11	Armadora de talones	FRC-440II	SAZI	Armado
12	Reactivadora de propiedades	7400	SAZI	Plantado
13	Prensadora	PRESS-214S	SAZI	Plantado
14	Túnel de frío	07224	ECUAITALMAC	Plantado

Fuente: Planta de producción Calzado Liwi.

Elaborado por: El Investigador.

4.2 Análisis de operaciones en el proceso productivo

El análisis de operaciones es el procedimiento empleado para levantar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento.

Este análisis se lo realiza levantando los procesos realizados en cada área de producción de la empresa, mediante el desarrollo de diagramas como: flujogramas de procesos, cursogramas analíticos, cursogramas sinópticos y diagrama de recorrido, los cuales son herramientas de ingeniería más apropiadas para conocer el proceso productivo actual, además ayudará para el posterior estudio de tiempos y movimientos ya que se cronometrarán tiempos en cada proceso para la realización de los diagramas.

4.2.1 Flujogramas de procesos

Son la representación del paso a paso del proceso de producción, en cada área; tomando en cuenta desde su inicio y las posibles situaciones incluso desfavorables en el transcurso de la transformación de la materia prima al producto final, dando así, la pauta a las posibles opciones que permitan mejorar cada área del proceso productivo.

Cada diagrama cuenta con un inicio y un fin, dentro del diagrama podemos encontrar con figuras que describen la etapa del proceso representado por rectángulos que siguen una secuencia con líneas con punta de flecha que inciden el sentido del proceso.

Igualmente, la hoja del flujograma se encuentra dividida en las diferentes secciones donde se da dicho proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA DE CORTE

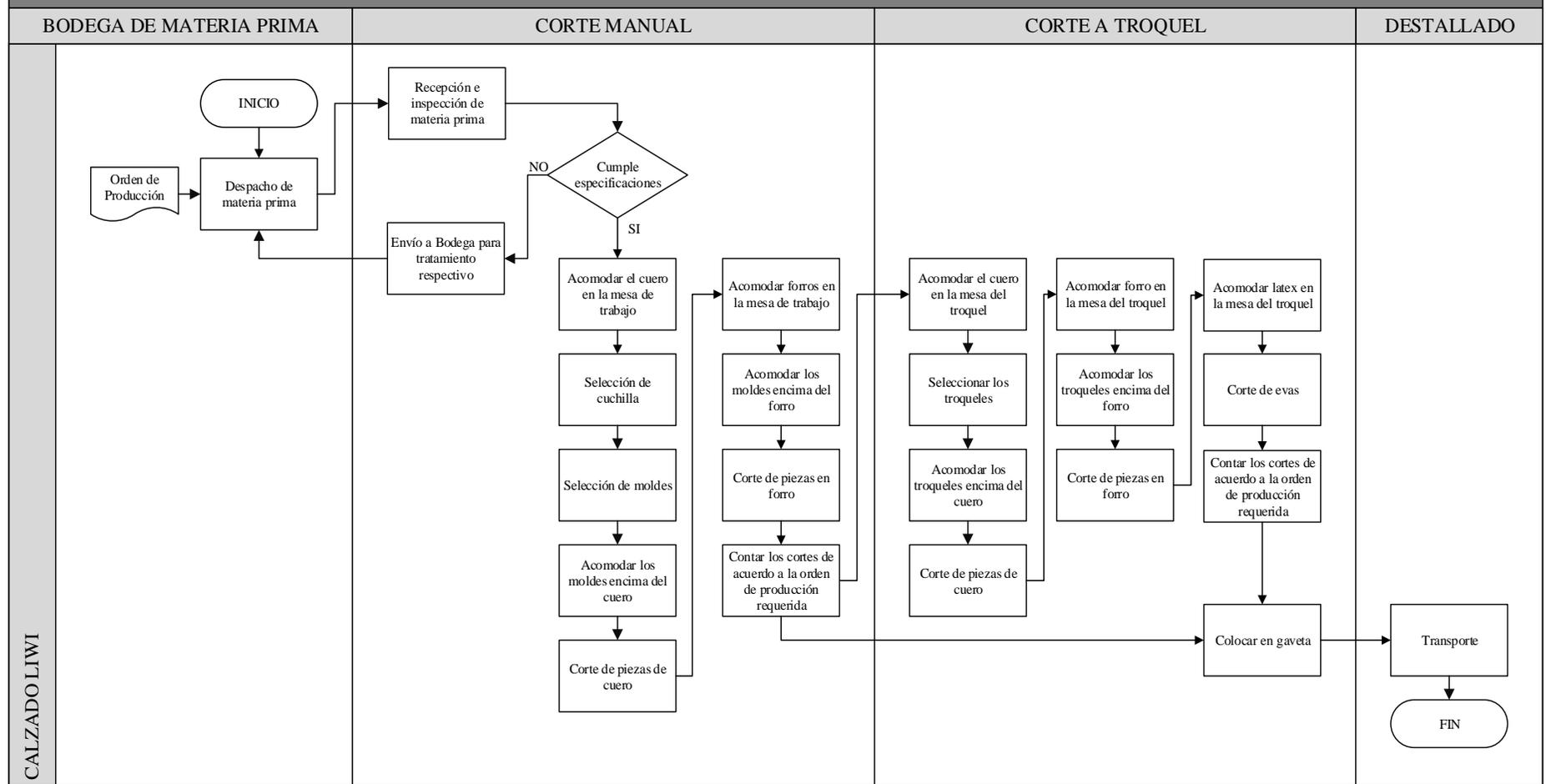


Figura 37 Diagrama de flujo área de corte.
Elaborado por: El Investigador.

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA DE DESTALLADO

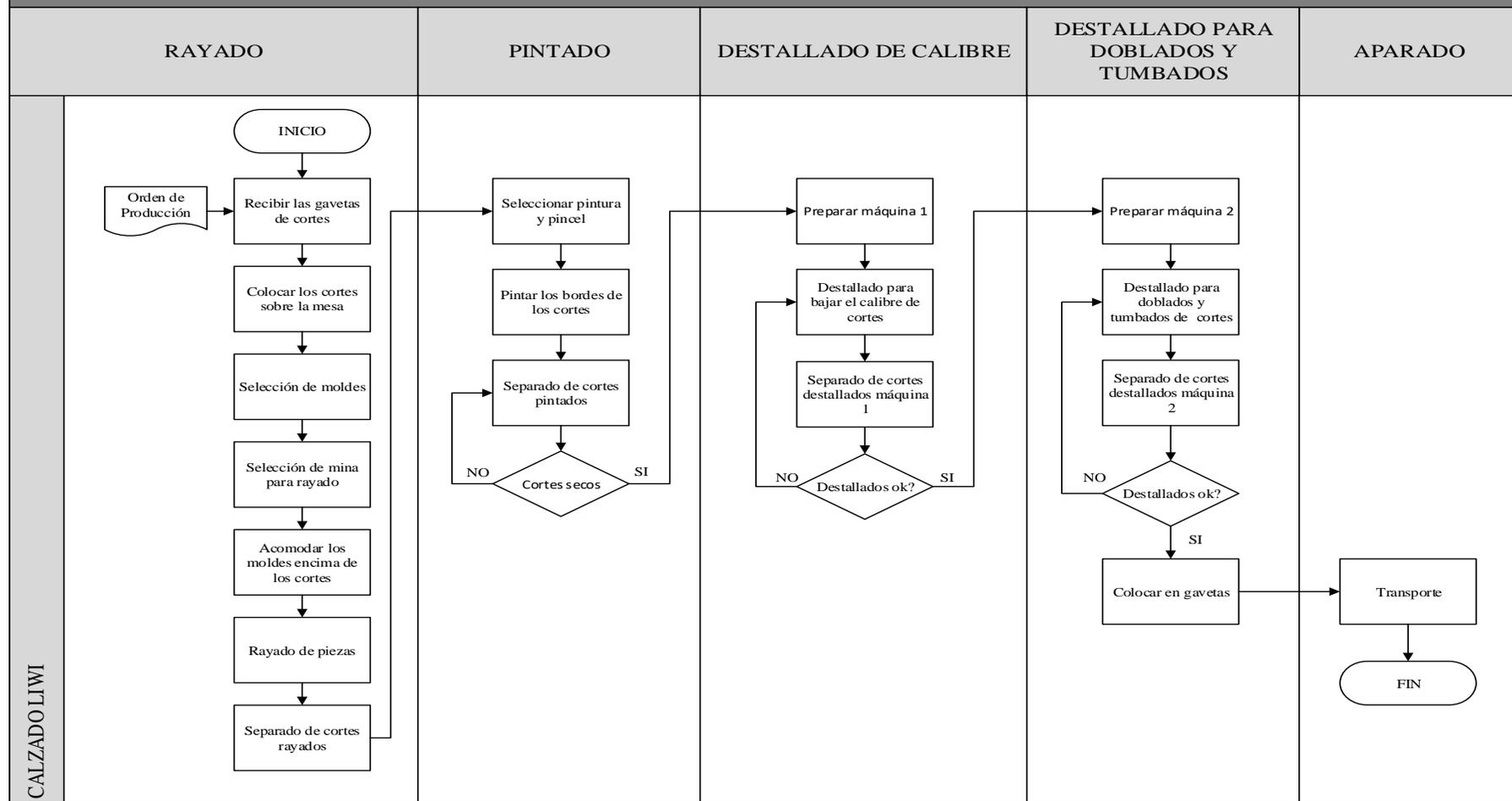


Figura 38 Diagrama de flujo área de destallado.
Elaborado por: El Investigador.

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA DE APARADO

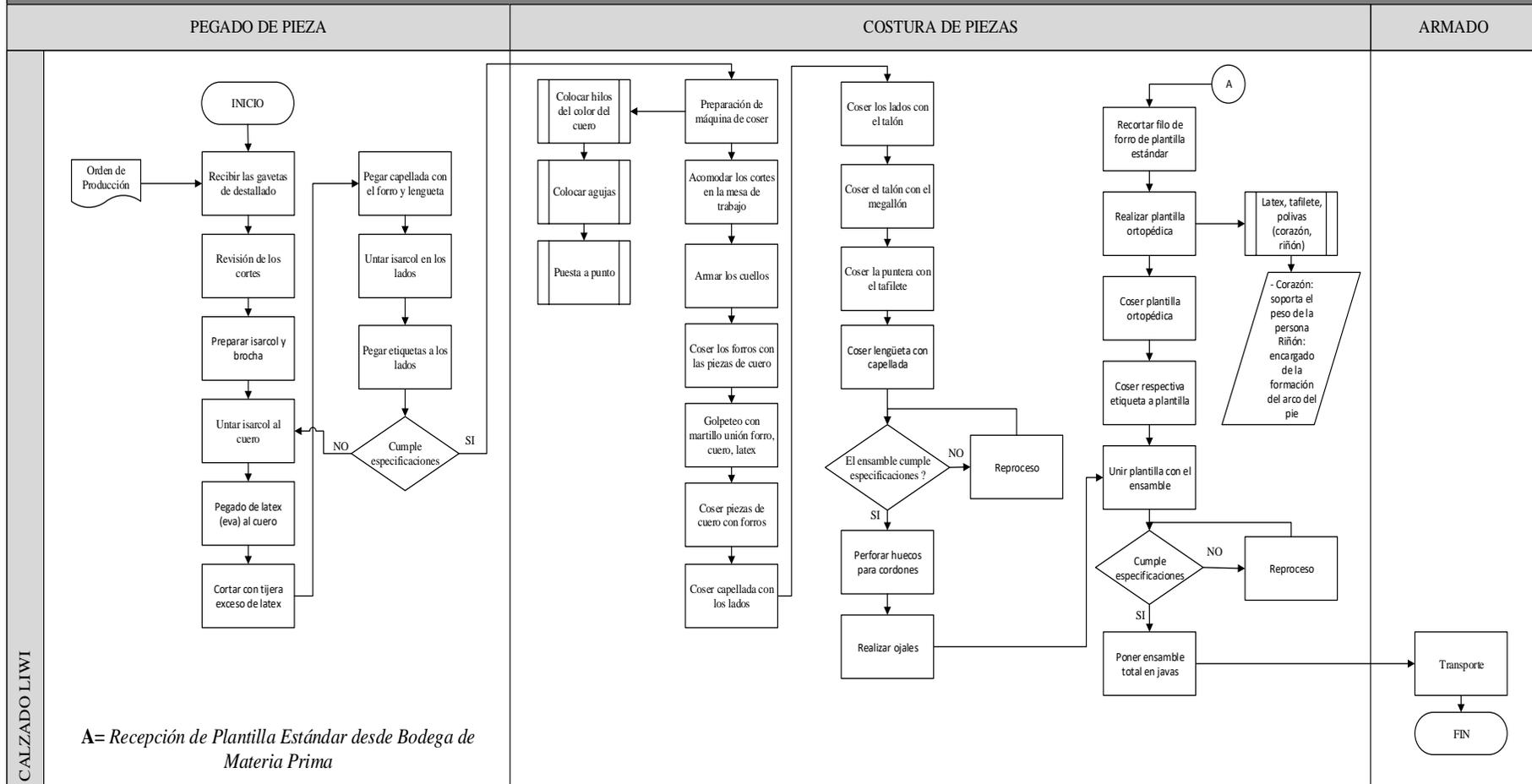


Figura 39 Diagrama de flujo área de aparado.
Elaborado por: El Investigador.

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA DE ARMADO

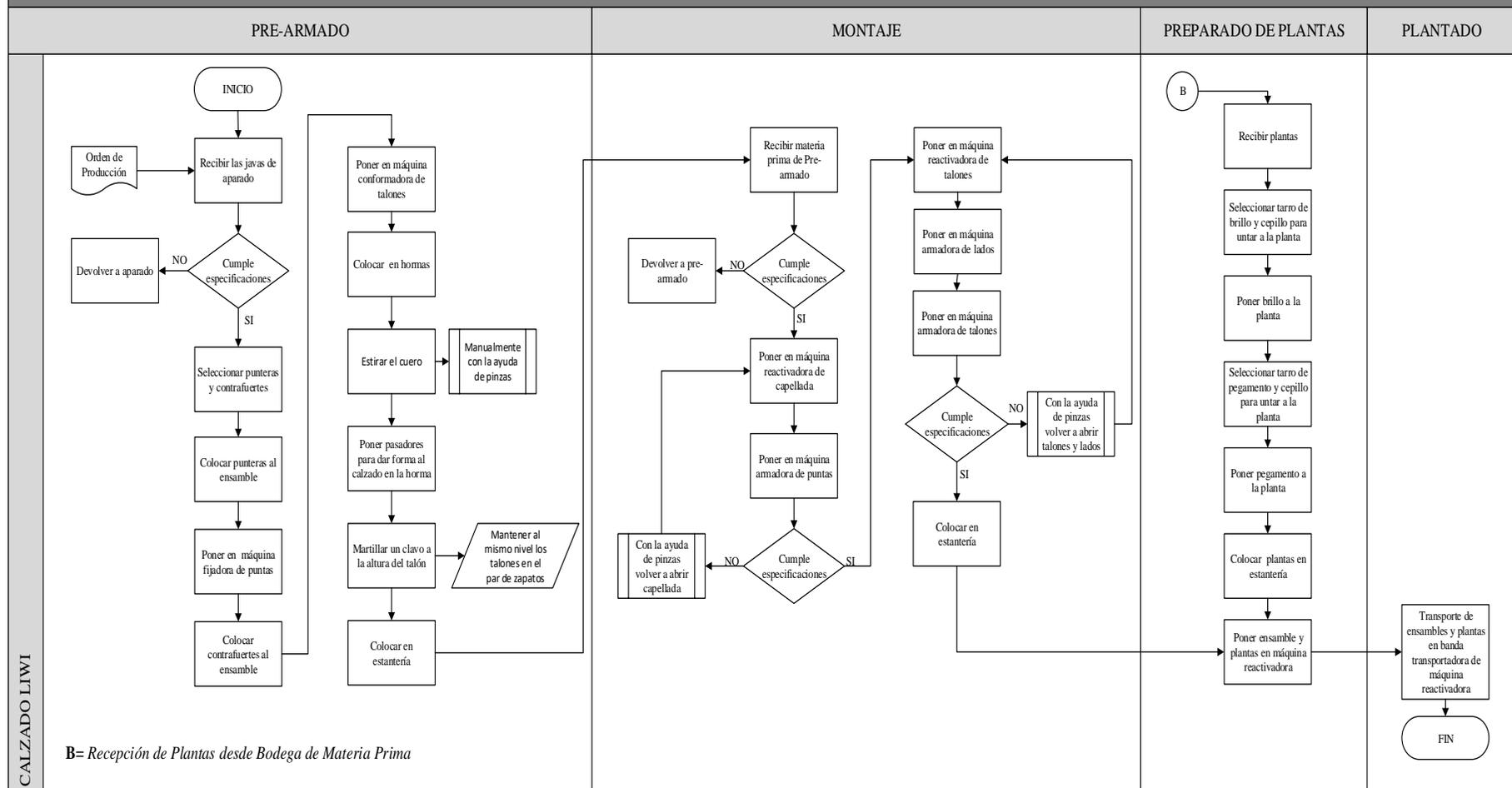


Figura 40 Diagrama de flujo área de armado.
Elaborado por: El Investigador.

DIAGRAMA DE FLUJO ÁREA DE PLANTADO

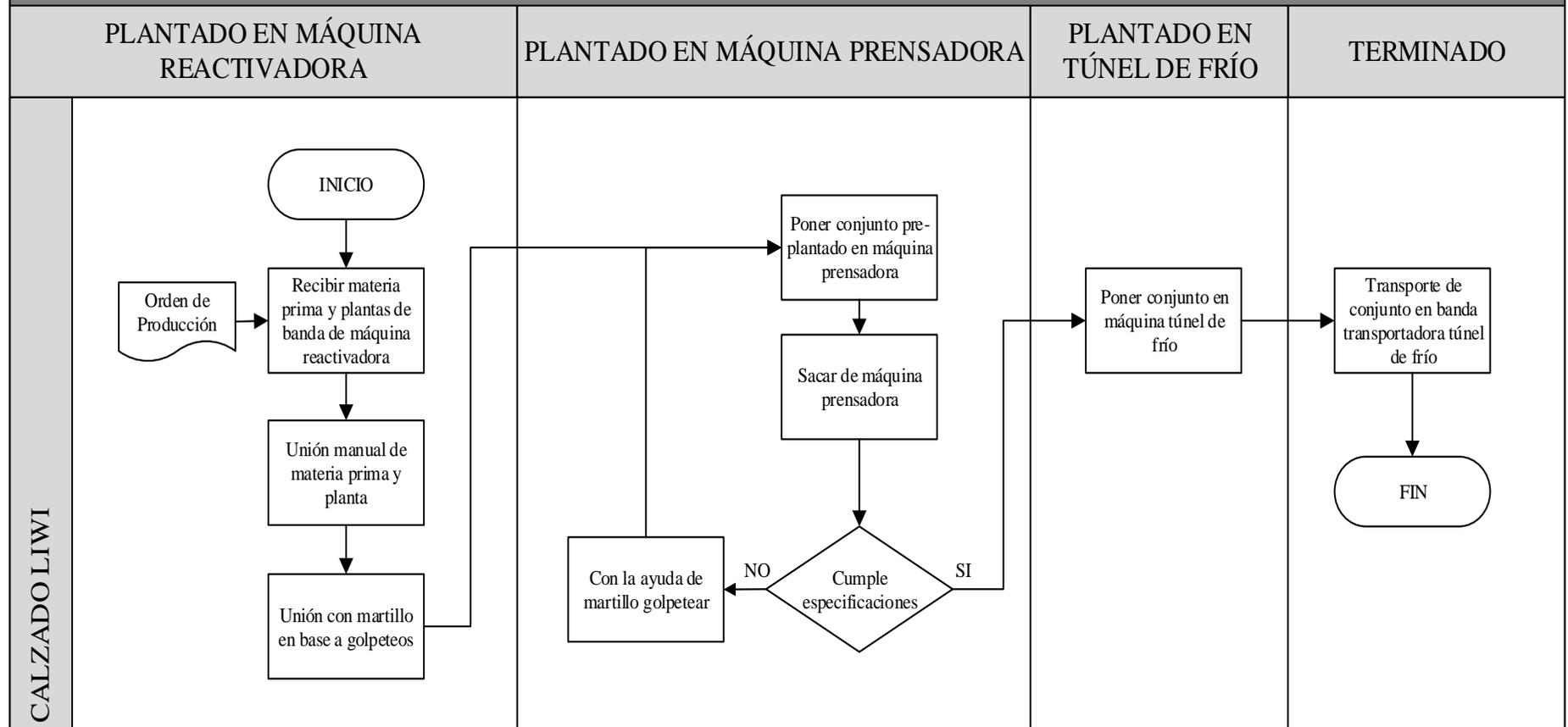


Figura 41 Diagrama de flujo de área de plantado.
Elaborado por: El Investigador.

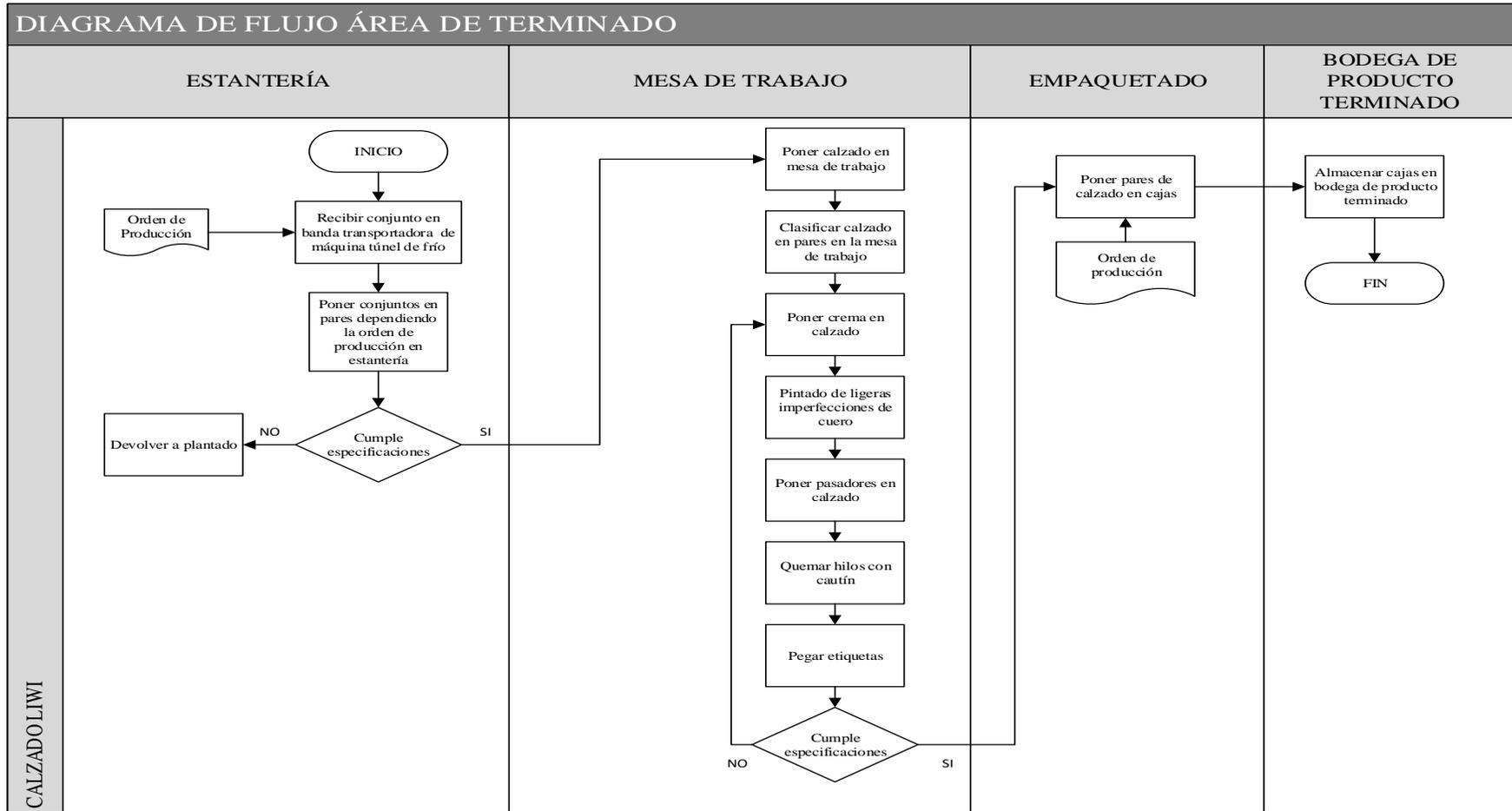


Figura 42 Diagrama de flujo de área de terminado.
Elaborado por: El Investigador.

4.2.2 Diagrama de recorrido

Es el primer paso para saber cómo y por donde está circulando la materia prima a través de la planta para la elaboración de calzado ortopédico, es gracias a este diagrama donde se pueden determinar distintos factores relacionados con las instalaciones, y donde se puede atacar problemas que surgen en el transcurso del proceso, como la disposición física de las instalaciones, medios para trasladar los materiales entre otros.

4.2.3 Diagrama sinóptico

El diagrama sinóptico de procesos es la mejor manera de registrar información para iniciar el análisis de un proceso, donde se observará de forma general las principales operaciones e inspecciones de cada área en el proceso productivo de la empresa antes de realizar estudios minuciosos.

4.2.4 Diagrama analítico

El diagrama analítico es la segunda etapa para abordar los procesos, ya que lo hace de forma más detallada, en él se incluye las cinco actividades fundamentales en la utilización de cursogramas, como: operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos. Este diagrama incluye de forma adicional el tiempo necesario de cada actividad y la distancia recorrida.

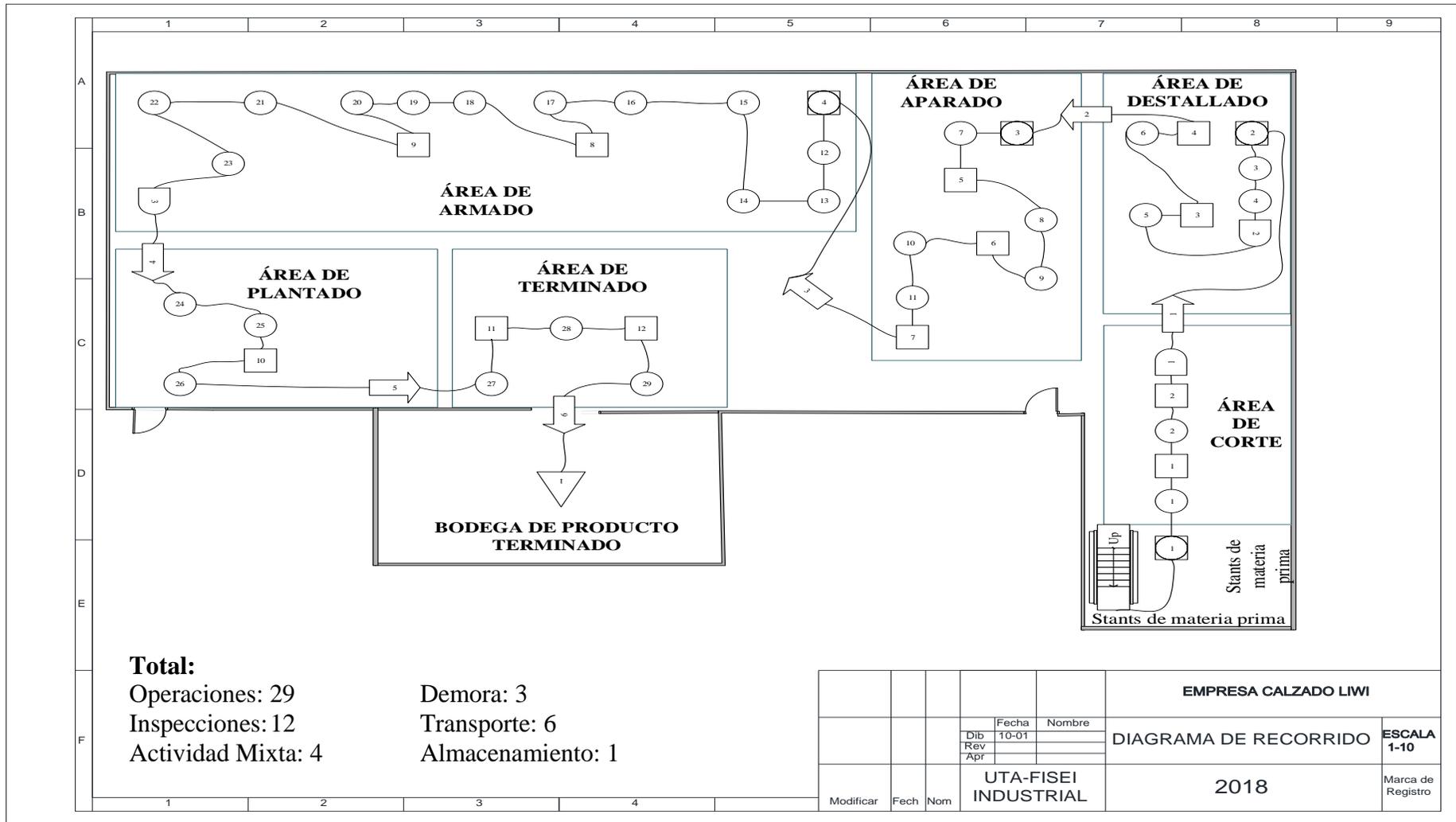


Figura 43 Diagrama de recorrido
 Elaborado por: El Investigador.

- 1 Recepción e inspección de materia prima
- 1 Corte de cuero y forro a mano con cuchilla
- 1 Inspección de cortes
- 2 Corte a máquina troqueladora de cuero, forro y látex
- 2 Contar según orden de producción e inspección de cortes
- 1 Esperar que se acabe de cortar toda la orden de producción
- 1 Transporte a destallado
- 2 Recepción e inspección de gavetas con cortes
- 3 Rayado de piezas
- 4 Pintado de bordes de piezas
- 2 Esperar que se sequen los cortes
- 5 Destallado de calibre de piezas
- 3 Inspección de destallado de calibre
- 6 Destallado de doblados y tumbados de piezas
- 4 Inspección de destallado para doblados y tumbados
- 2 Transporte a aparado
- 3 Recepción e inspección de gavetas con cortes
- 7 Pegado de piezas de cuero con forro, látex y etiquetas
- 5 Inspección de piezas pegadas
- 8 Cosido de piezas
- 9 Perforar huecos para cordones y realizar ojales
- 6 Inspección de piezas cosidas
- 10 Realizar plantilla ortopédica: coser plantilla, etiqueta
- 11 Unir plantilla con ensamble
- 7 Inspección de unión ensamble y plantilla ortopédica
- 3 Transporte a armado
- 4 Recepción e inspección de jvas con ensambles
- 12 Colocar puntera en ensamble y colocar ensamble en máquina fijadora de puntas
- 13 Colocar contrafuerte en ensamble y colocar ensamble en máquina conformadora de talones
- 14 Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores
- 15 Colocar en estantería
- 16 Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada
- 17 Colocar ensamble en máquina armadora de puntas
- 8 Inspección de capellada y puntas
- 18 Colocar en máquina reactivadora de talones
- 19 Colocar en máquina armadora de lados
- 20 Colocar en máquina armadora de talones
- 9 Inspección de talones y lados
- 21 Colocar en estantería
- 22 Colocar brillo y pegamento a la planta
- 23 Colocar plantas en estantería
- 3 Esperar que se sequen las plantas
- 4 Transporte a plantado en banda transportadora
- 24 Unión manual de ensamble con planta
- 25 Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora
- 10 Inspección de conjunto
- 26 Colocar conjunto en máquina túnel de frío
- 5 Transporte a terminado en banda transportadora
- 27 Recepción de conjunto y puesto en estantería
- 11 Inspección de conjunto
- 28 Colocar crema, pasadores, pintar imperfecciones, quemar hilos con cautín, pegar etiquetas
- 12 Inspección de calidad del producto
- 29 Colocar el par de zapatos en caja
- 6 Transporte a bodega de producto terminado
- 1 Almacenamiento de Producto terminado

					EMPRESA CALZADO LIWI		
				Fecha	Nombre	SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE RECORRIDO	Escala 1:1
				Dib	10-01		
				Rev			
				Apr			
Mod	Sist	Fech	Nom	UTA-FISEI INDUSTRIAL		2018	Marca de Registro

Figura 44 Simbología de diagrama de recorrido
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 24 Diagrama sinóptico área de corte.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE CORTE	Código: DSPC-01
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 1	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se corta el cuero, forros y látex con procesos manuales con cuchilla y moldes o procesos con 1 máquina troqueladora.		
<pre> graph TD subgraph CORTE_DE_LÁTEX [CORTE DE LÁTEX] O5((O5)) O5 -- 20,52 --> O5 O5 --- O5_Label[Corte de Látex (Evas)] end subgraph CORTE_DE_FORRO [CORTE DE FORRO] O3((O3)) I3[I3] O4((O4)) O3 -- 44,12s --> O3 O3 --- O3_Label[Corte de piezas a mano con cuchilla] O3 --> I3 I3 -- 12,08s --> I3 I3 --- I3_Label[Inspección de cortes] I3 --> O4 O4 -- 46,07s --> O4 O4 --- O4_Label[Corte de piezas en máquina troqueladora] end subgraph CORTE_DE_CUERO [CORTE DE CUERO] I1[I1] O1((O1)) I2[I2] O2((O2)) I4[I4] O6((O6)) I1 -- 32,49s --> I1 I1 --- I1_Label[Recepción e inspección de materia prima] I1 --> O1 O1 -- 73,46s --> O1 O1 --- O1_Label[Corte de piezas a mano con cuchilla] O1 --> I2 I2 -- 14,57s --> I2 I2 --- I2_Label[Inspección de cortes] I2 --> O2 O2 -- 92,78s --> O2 O2 --- O2_Label[Corte de piezas en máquina troqueladora] O2 --> I4 I4 -- 25,90s --> I4 I4 --- I4_Label[Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex] I4 --> O6 O6 -- 9,33s --> O6 O6 --- O6_Label[Colocar en gavetas] end O5 --> I4 O4 --> I4 O2 --> I4 I4 --> O6 </pre>		
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	6	286,28s
INSPECCIONES	4	85,04s
TOTAL	10	371,32s 6,19 min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 25 Diagrama analítico área de corte.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE CORTE		Código: DAPC-01				
			Fecha de Elaboración:				
			Última Aprobación:				
			Revisión:				
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño				
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
DIAGRAMA No 1	Resumen						
Actividad: Corte de cuero, forro y látex	ACTIVIDAD		ACTUAL				
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación	○	6				
	Transporte	⇒	1				
	Espera	□	1				
	Inspección	□	4				
	Almacenamiento	▽	0				
Lugar: Área de Corte	Distancia		19,55m				
Operario: Carmen	Tiempos		381,87s		6,36 min		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad			Observaciones	
			○	⇒	□	▽	
Recepción e inspección de materia prima despachada de bodega.	13	32,49					-
Corte de piezas de cuero a mano	-	73,46					Mientras más juntos estén los cortes menos desperdicio de materia prima
Inspección de cortes en cuero	-	14,57					-
Corte de piezas en forro a mano	-	44,12					-
Inspección de cortes en forro	-	12,08					-
Corte de piezas de cuero en máquina troqueladora	-	92,78					-
Corte de piezas en forro en máquina troqueladora	-	46,07					-
Corte de látex evas	-	20,52					Material de látex más fácil de cortar que cuero y forro
Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex	-	25,90					-
Colocar en gavetas	-	09,33					Recoger los cortes cortados a mano y juntar con los cortes de troquel en gavetas
Esperar que se acabe de cortar toda la orden de producción	-	-					-
Transporte a Destallado	4,67	16,68					Llevar las gavetas al siguiente proceso

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 26 Diagrama sinóptico área de destallado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE DESTALLADO	Código: DSPD-01
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 2	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se raya, se pinta y se destalla los cortes, para el destallado se utiliza dos máquinas, chaflanadora, que ayuda a perder el filo del corte, y doblados y tumbados, que suaviza el cuero		
<pre> graph TD O4((O4)) --> I3[I3] O3((O3)) --> I2[I2] O2((O2)) --> O1((O1)) I1[I1] --> O1 I3 --> O5((O5)) I2 --> O5 O2 --> O5 O1 --> O5 </pre>		
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	5	351,93s
INSPECCIONES	3	69,91s
TOTAL	8	421,84s
		7,03 min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 27 Diagrama analítico área de destallado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE DESTALLADO		Código: DAPD-01					
			Fecha de Elaboración:					
			Última Aprobación:					
			Revisión:					
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño					
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA No.2	Resumen							
Actividad: Rayado, pintado y destallado de cortes de cuero	ACTIVIDAD	ACTUAL						
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación ○	5						
	Transporte □	1						
	Espera ▢	1						
	Inspección □	3						
	Almacenamiento ▽	0						
Lugar: Área de Destallado	Distancia	3,89m						
Operario: Christian	Tiempos	550,31s	9,17min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	□	▢	▽		
Recepción e inspección de cortes recibidos en gavetas del proceso anterior.	-	11,46						Se inspecciona que el cuero, forro y látex este cortado correctamente
Rayado de piezas con mina	-	111,46						-
Pintado de bordes de piezas	-	49,21						Para optimizar el tiempo todos las piezas son pintadas los bordes en un solo grupo
Esperar que se sequen los cortes	-	119,82						-
Destallado de calibre de piezas	-	89,15						La máquina 1 debe ser regulada a la talla que se va a trabajar
Inspección de destallado de calibre	-	26,85						Se realiza una observación si el calibre de las piezas se bajó correctamente
Destallado de doblados y tumbados de piezas	1,33	93,99						La máquina 2 también debe ser regulada a la talla que se va a trabajar
Inspección de destallado para doblados y tumbados	-	31,60						Se realiza una observación si las piezas se destalló bien para poder hacer doblados y tumbados en el siguiente proceso
Colocar en gavetas	-	8,12						-
Transporte a Aparado	2,56	8,65						Llevar las gavetas al siguiente proceso

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 28 Diagrama sinóptico área de aparado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE APARADO	Código: DSPA-01
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 3	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se pega los cortes de cuero, forro y látex con isarcol, después se coserá cada pieza, se realiza los ojales, se realiza la plantilla ortopédica, se unirá la plantilla con el ensamble y finalmente se pondrá en jvas para transportar al siguiente proceso.		
PLANTILLADO	COSTURA DE PIEZAS	PEGADO DE PIEZAS
225,82s O4 Realizar plantilla ortopédica: coser plantilla, etiqueta	748,81s O2 Cosido de piezas	13,49s I1 Recepción e inspección de gavetas con cortes
	95,30s O3 Perforar huecos para cordones y realizar ojales	155,59s O1 Pegado de piezas de cuero con forro, látex y etiquetas
	32,96s I3 Inspección de piezas cosidas	28,11s I2 Inspección de piezas pegadas
		51,90s O5 Unir plantilla con ensamble
		25,02s I4 Inspección de unión ensamble y plantilla ortopédica
		28,40s O6 Colocar en jvas
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	6	1305,82s
INSPECCIONES	4	99,58s
TOTAL	10	1405,40s 23,42min

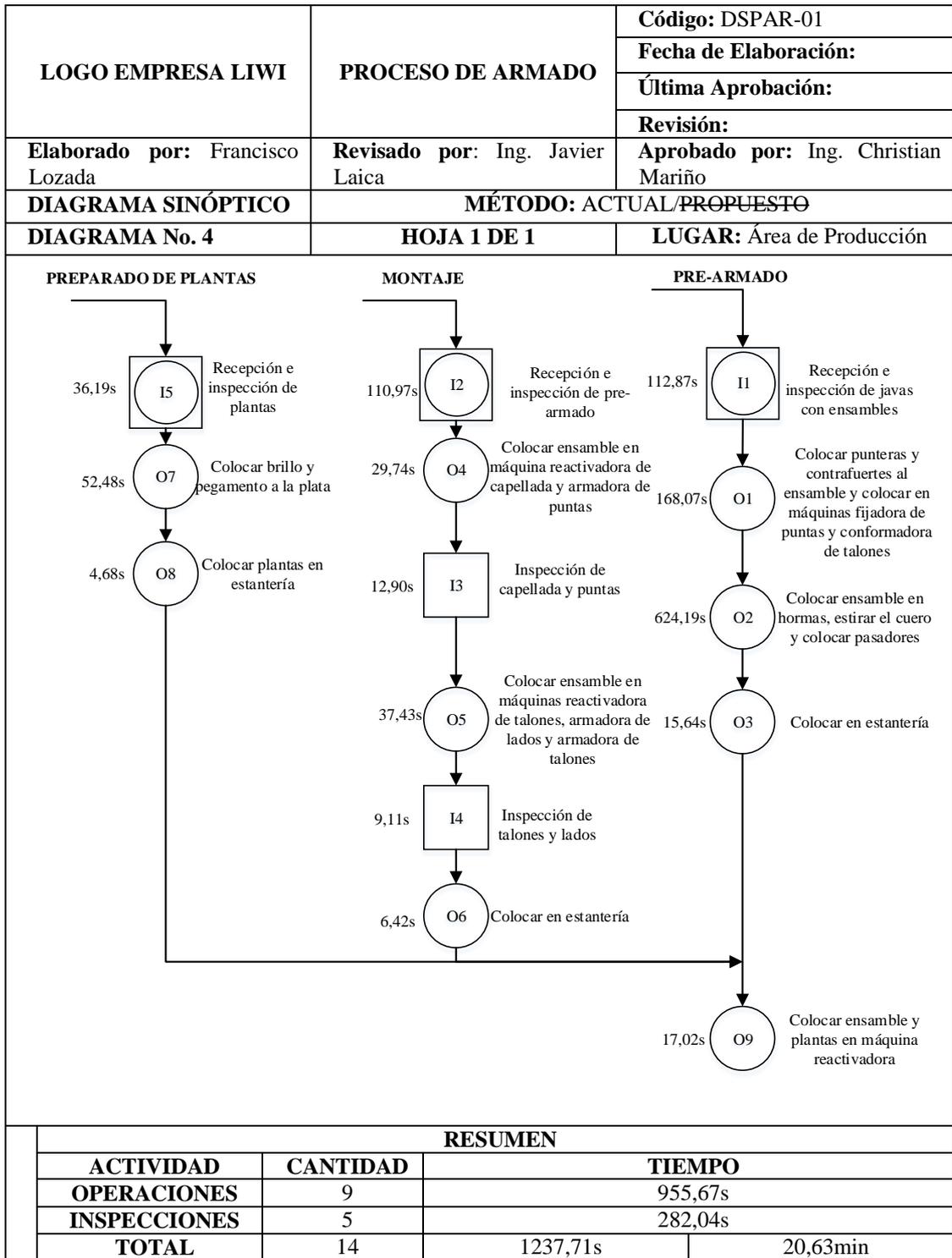
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 29 Diagrama analítico área de armado

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE APARADO		Código: DAPA-01					
			Fecha de Elaboración:					
			Última Aprobación:					
			Revisión:					
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño					
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA No.3	Resumen							
Actividad: Pegado, cosido y plantillado de piezas de cuero, forros y látex	ACTIVIDAD	ACTUAL						
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación ○	6						
	Transporte ⇄	1						
	Espera D	0						
	Inspección □	4						
	Almacenamiento ▽	0						
Lugar: Área de Aparado	Distancia	6,85m						
Operarios: Freddy, José Luis, Paúl, Juan.	Tiempos	1422,75s	23,71 min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	⇄	D	□	▽	
Recepción e inspección de gavetas con cortes de cuero recibidos en el proceso anterior.	-	13,49						-
Pegar piezas de cuero con forro, látex y etiquetas	-	155,59						-
Inspección de las piezas pegadas	-	28,11						Se observa que las piezas estén bien pegadas o si se necesita de más pegamento
Cosido de piezas	-	748,81						Se pone a punto la máquina con una buena aguja y el hilo respectivo para el modelo requerido
Perforar huecos para cordones y realizar ojales	-	95,30						La perforadora se encuentra en la misma mesa de trabajo
Inspección de las piezas cosidas	-	32,96						Se observa que las piezas estén bien cosidas y que no haya hilos sueltos
Realizar plantilla ortopédica	-	225,82						Se parte de la plantilla estándar, se inserta látex, tafílete y polivas dependiendo requerimientos de clientes
Unir plantilla con ensamble	-	51,90						-
Inspección unión ensamble y plantilla ortopédica	-	25,02						Se observa que el ensamble esté bien pegado y cosido, lo mismo con la plantilla ortopédica
Colocar en jvas	-	28,40						-
Transporte a Pre-armado	6,85	17,35						Llevar las jvas al siguiente proceso

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 30 Diagrama sinóptico área de armado.



Elaborado por: El Investigador.

Tabla 31 Diagrama analítico área de armado

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE ARMADO			Código: DAPAR-01				
				Fecha de Elaboración:				
				Última Aprobación:				
				Revisión:				
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica			Aprobado por: Ing. Christian Mariño				
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA No.4	Resumen							
Actividad: Pre-armado, montaje y preparado de plantas	ACTIVIDAD	ACTUAL						
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación	9	○	⇒	□			
	Transporte	1	○	⇒	□			
	Espera	1	○	⇒	□			
	Inspección	5	○	⇒	□			
	Almacenamiento	0	○	⇒	□			
Lugar: Área de Armado	Distancia	12,15m						
Operarios: Darwin, Luis, Ángel	Tiempos	1598,39s	26,64min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	⇒	□	▽		
Recepción e inspección de jivas con ensamble recibidos en el proceso anterior.	-	112,87						Se recibe las jivas del proceso de aparado con ensambles
Colocar punteras y contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y conformadora de talones	-	168,07						-
Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores	-	624,19						Para dar forma al ensamble
Colocar en estantería	2,36	15,64						-
Recepción e inspección de pre-armado	-	110,97						Se recoge el ensamble en estantería y se revisa que todo este sujeto
Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas	0,67	29,74						Reactiva las propiedades del ensamble por medio de calor, una vez reactivada las propiedades esta máquina arma las puntas
Inspección de capellada y punta	-	12,90						Con pinzas se revisa el ensamble o se abre el cuero para reproceso
Colocar ensamble en máquinas reactivadora de talones, armadora de lados y armadora de talones	0,84	37,43						Se reactiva las propiedades del talón y lados, una vez reactivada las propiedades esta máquina arma los lados, reactivada las propiedades esta máquina arma los talones
Inspección de talones y lados	-	09,11						Con pinzas se revisa el ensamble o se le abre al cuero para reproceso
Colocar en estantería	5,79	06,42						-
Recepción e inspección de plantas	-	36,19						Las plantas llegan desde bodega de materia prima
Colocar brillo y pegamento a planta	-	52,48						-
Colocar plantas en estantería	-	04,68						-
Esperar que se seque las plantas	-	118,61						-
Colocar ensamble y plantas en máquina reactivadora	-	17,02						-
Transporte en banda transportadora a plantado	1,5	242,07						Esta banda transportadora empieza en el proceso de preparación de planta y termina en plantado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 32 Diagrama sinóptico área de plantado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE PLANTADO	Código: DSPP-01	
		Fecha de Elaboración:	
		Última Aprobación:	
		Revisión:	
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño	
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO		
DIAGRAMA No. 5	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción	
CONDICIONES GENERALES			
Se recibe ensambles y plantas en la banda transportadora colocados en el proceso anterior, en esta área se utilizan tres máquinas: reactivadora de propiedades, la prensadora y el túnel de frío			
ENSAMBLE Y PLANTAS			
<pre> graph TD Start[ENSAMBLE Y PLANTAS] --> O1((O1)) O1 --> O2((O2)) O2 --> O3((O3)) O3 --> I1[I1] I1 --> O4((O4)) </pre>			
RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	
OPERACIONES	4	145,59s	
INSPECCIONES	1	23,95s	
TOTAL	5	169,54s	2,83min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 33 Diagrama analítico área de plantado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE PLANTADO		Código: DAPP-01					
			Fecha de Elaboración:					
			Última Aprobación:					
			Revisión:					
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño					
CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
Diagrama n: 001		Resumen						
Actividad: Plantado de conjunto en tres máquinas	ACTIVIDAD	ACTUAL						
MÉTODO: ACTUAL/ PROPUESTO	Operación ○	4						
	Transporte ⇨	1						
	Espera D	0						
	Inspección □	1						
	Almacenamiento ▽	0						
Lugar: Área de Armado	Distancia	1,32m						
Operarios: Jorge	Tiempos	388,63s	6,48 min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad		Observaciones			
			○	⇨	D	□	▽	
Recepción de ensamble y planta en la máquina reactivadora de propiedades procedente de banda transportadora en el proceso anterior	-	-	●					Se recibe el ensamble separado de la planta en la banda donde por medio de proceso termodinámico se reactivarán sus propiedades
Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteos con martillo	-	83,30	●					Empieza a tomar forma el calzado
Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora	-	46,23	●					Esta máquina ejerce una presión para poder unir ensamble con planta
Inspección de conjunto	-	23,95			●			Se revisa que el conjunto este bien pegado
Colocar conjunto en máquina túnel de frío	-	16,06	●					Esta máquina ayuda a que el conjunto vuelva a sus propiedades estándar
Transporte en banda transportadora a proceso de terminado	1,32	219,09	●					-

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 34 Diagrama sinóptico área de terminado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE TERMINADO	Código: DSPT-01	
		Fecha de Elaboración:	
		Última Aprobación:	
		Revisión:	
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño	
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO		
DIAGRAMA No. 6	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción	
CONDICIONES GENERALES			
Se recibe el conjunto plantado en la banda transportadora de la máquina túnel de frío, se almacena en estantería, se coloca en mesa de trabajo, se realiza las respectivas actividades y por último se empaqueta y almacena			
<p>CONJUNTO</p> <pre> graph TD CONJUNTO --> O1((O1)) O1 --> O2((O2)) O2 --> I1[I1] I1 --> O3((O3)) O3 --> I2[I2] I2 --> O4((O4)) </pre>			
RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	
OPERACIONES	4	443,74s	
INSPECCIONES	2	60,74s	
TOTAL	7	504,48s	8,41min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 35 Diagrama analítico área de terminado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE TERMINADO		Código: DAPT-01					
			Fecha de Elaboración:					
			Última Aprobación:					
			Revisión:					
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño					
CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
DIAGRAMA No. 6		Resumen						
Actividad: Dar los últimos toques al calzado	ACTIVIDAD	ACTUAL						
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación ○	4						
	Transporte ⇨	1						
	Espera D	2						
	Inspección □	2						
	Almacenamiento ▽	1						
Lugar: Área de Terminado	Distancia	7,07m						
Operarios: Gladis	Tiempos	662,25s	11,04 min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	⇨	D	□	▽	
Recepción de conjunto en la banda transportadora de máquina túnel de frío procedente del proceso anterior	-	-	●					Se recibe el calzado en la banda transportadora de máquina túnel de frío
Colocar conjunto con su respectivo par en estantería	1.15	15,69	●					Se clasifica cada zapato con su respectivo par
Esperar que se ponga toda la orden de producción en estantería	-	-		●				-
Inspección de conjunto	-	26,02			●			El calzado debe estar bien pegado y sin grietas
Colocar crema en calzado, pintar ligeras imperfecciones, colocar pasadores en calzado, quemar hilos con cautín, pegar etiquetas	3.05	414,73	●					-
Inspección de calidad del producto	-	34,72			●			Última inspección al producto terminado
Colocar el par de zapatos en caja	-	13,32	●					-
Esperar que se coloque los demás pares de zapatos de la orden de producción en cajas	-	-		●				-
Transporte de cajas a bodega de producto terminado	2.87	37,93	●					-
Almacenar cajas en bodega de producto terminado	-	119,84			●			-

Elaborado por: El Investigador.

4.3 Estudio de tiempos

Se realiza un estudio de tiempos en el proceso productivo de la empresa, para poder definir el tiempo estándar en cada área. Para este estudio se ha elegido el método vuelta a cero, es decir, después de leer el cronómetro en el punto final de cada elemento tomado el tiempo, se reestablecerá a cero el cronómetro, y cuando se realice la siguiente medición partirá de cero.

4.3.1 Número de ciclos a cronometrar

Para determinar el tamaño de la muestra o número de observaciones que deben efectuarse se ha considerado el método estadístico con un número de observaciones preliminares que se los tomó para realizar los diagramas sinópticos y analíticos anteriormente.

Para este cálculo se realizó diez observaciones preliminares basándonos en la primera área en el proceso productivo de la empresa Calzado LIWI:

Tabla 36 Observaciones preliminares para cálculo de la muestra

Observación preliminar (min)	Cuadrados de observación preliminar (min)
6,46	41,73
5,98	35,76
6,29	39,56
6,32	39,94
6,12	37,45
6,43	41,34
6,14	37,69
5,10	26,01
5,34	28,51
6,70	44,89
$\Sigma X=60,88$	$\Sigma X^2 =372,91$

Elaborado por: El Investigador.

Sustituyendo estos valores en ecuación 1:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar.

n' = número de observaciones del estudio preliminar.

\sum = suma de los valores.

x = valor de las observaciones.

40= Constante para un nivel de confianza de 95,45%

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10(372,91) - (60,88)^2}}{60,88} \right)^2$$

$$n = 9,82 \approx 10$$

Tenemos entonces que el número de observaciones a realizar para tener un nivel de confianza de 95% según el método estadístico es: 10

Se corrobora este resultado con el criterio de General Electric para el número de ciclos a observar, que dice que para un ciclo que comprenda entre 5 a 10 minutos se deberá tomar como muestra 10 observaciones (ver tabla 5).

4.3.2 Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo se utiliza para poder ajustar los tiempos observados a los esperados por el desempeño normal. Para evaluar el desempeño de los trabajadores se toma como referencia el método de nivelación, mismo que toma en cuenta cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. La valoración del ritmo de trabajo no es una ciencia exacta, siempre va a estar sujeto al criterio del investigador, para este proyecto de investigación se valoriza a los trabajadores con un ritmo 100, es decir ritmo normal de trabajo de un obrero

calificado, motivado, capaz, que realiza su trabajo con tranquilidad y logra el nivel de calidad y precisión fijado.

Tabla 37 Valores del índice de desempeño de un trabajador- Método de nivelación de Westhinghouse.

Logo empresa LIWI				Hoja de valoración del índice de desempeño método de nivelación			
Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia	
0,15	A1-Superior	0,13	A1-Excesivo	0,06	A-Ideales	0,04	A-Perfecto
0,13	A2-Superior	0,12	A2 Excesivo	0,04	B-Excelente	0,03	B-Excelente
0,11	B1-Excelente	0,10	B1-Excelente	0,02	C-Buenas	0,01	C-Buenas
0,08	B2-Excelente	0,08	B2-Excelente	0	D-Promedio	0	D-Promedio
0,06	C1-Buena	0,05	C1-Buena	-0,03	E-Regulares	-0,02	E-Regulares
0,03	C2-Buena	0,02	C2-Buena	-0,07	F-Malas	-0,04	F-Deficientes
-0,05	E1-Aceptable	-0,04	E1-Aceptable	Para esta investigación el índice de desempeño estándar de un trabajador en el proceso productivo de la empresa Calzado LIWI se asume como el 100/100 de rendimiento, es decir ritmo normal de un obrero calificado.			
-0,10	E2-Regular	-0,08	E2-Regular				
-0,16	F1-Malo	-0,12	F1-Malo				
-0,22	F2-Deficiente	-0,17	F2-Deficiente				

Fuente: Niebel, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo.

Para el cálculo del tiempo normal se deberá adicionar los valores de la tabla 37 según la habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia, percibidas por el investigador para saber cuál será el índice de desempeño de cada trabajador en cada área del proceso productivo.

4.3.3 Tiempo normal o básico

Es el resultado de la multiplicación del promedio de los ciclos de observación y el índice de desempeño, tal como muestra la ecuación 2:

$$TN = TOP * ID \quad (2)$$

Donde:

TN= Tiempo Normal

TOP= Tiempo Observado Promedio

ID= Índice de Desempeño

4.3.4 Suplementos

Una vez determinado el tiempo normal se debe agregar suplementos, estos compensarán la fatiga y demoras de los trabajadores en sus labores, y así poder definir un estándar justo en la que se pueda cumplir la labor a un paso normal y constante. Para el cálculo de los suplementos se toma como referencia la tabla 7, los suplementos de la OIT en porcentajes de tiempo normal.

4.3.5 Tiempo estándar

Es aquel tiempo en el cual un trabajador cumple con sus actividades de forma holgada y tomando en cuenta todas las adversidades y demoras que se le puede presentar en el transcurso de su jornada. El tiempo estándar se calcula mediante la fórmula matemática presentada en la ecuación 3:

$$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100}\right)} \quad (3)$$

Donde:

TS= Tiempo Estándar

TN= Tiempo Normal

4.3.6 Cálculo de tiempo estándar por áreas

- Área de corte

Se presenta en la tabla 38 la descripción de actividades en el área de corte, la tabla 39 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 40 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del área de corte.

Tabla 38 Descripción de actividades corte

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02 ESTUDIO N° 01	
MATERIAL: Cuero, forros, látex	
OPERACIÓN: Corte	
MÁQUINA: Troqueladora	
A Recepción e inspección de materia prima	G Corte de piezas en forro en máquina troqueladora
B Corte de piezas de cuero a mano	H Corte de látex evas
C Inspección de cortes en cuero	I Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex
D Corte de piezas en forro a mano	J Colocar en gavetas
E Inspección de cortes en forro	K Transporte a Destallado
F Corte de piezas de cuero en máquina troqueladora	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 39 Tiempo normal área de corte

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		Corte									Hora de Comienzo:		8:30		
OPERACIÓN:		Corte de Cuero, forro y látex									Hora de Término:		12:30		
ESTUDIO N°:		1			MÁQUINA:		Troqueladora			Operario:		Carmen			
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02									Observado por:				
NOTA:		Corte de materia prima a mano y a máquina troquelador									Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	32,17	34,51	33,42	34,27	33,40	34,32	30,24	34,31	31,06	31,95	329,65	32,96	0,97	31,97
2	B	71,75	71,30	73,72	71,56	71,21	71,01	72,57	73,26	74,77	73,87	725,02	72,50	0,97	70,33
3	C	16,63	17,41	16,56	15,28	17,82	14,47	14,01	17,65	15,75	15,84	161,42	16,14	0,97	15,66
4	D	44,01	44,92	47,14	44,02	46,24	48,81	47,85	45,22	46,49	43,72	458,42	45,84	0,97	44,47
5	E	13,48	13,65	12,52	12,23	14,72	13,15	13,91	14,05	13,34	12,03	133,08	13,31	0,97	12,91
6	F	92,66	95,57	94,21	91,17	91,43	90,02	95,44	92,51	94,32	91,82	929,15	92,92	0,97	90,13
7	G	43,86	48,31	47,69	48,45	43,58	47,02	48,29	47,59	45,75	44,68	465,22	46,52	0,97	45,13
8	H	20,81	21,79	20,82	24,21	20,34	22,06	22,82	19,76	19,31	22,63	214,55	21,46	0,97	20,81
9	I	20,19	21,54	17,69	18,13	17,23	21,47	22,45	18,17	19,46	19,54	195,88	19,58	0,97	18,99
10	J	10,42	8,77	10,90	10,49	9,52	10,59	10,09	10,38	8,11	9,27	98,57	9,85	0,97	9,55
11	K	18,41	18,38	17,73	18,14	18,43	19,67	18,42	19,70	19,26	18,90	187,05	18,70	0,97	18,14
													TN (s)		378,09
													TN (min)		6,30

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 40 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de corte

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
ÁREA:		Corte		
OPERACIÓN:		Corte de Cuero, forro y látex		
ESTUDIO N°:	1	Género del Operario:	M	F
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02	Realizado por:	Francisco Lozada	
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales		Valor
	B.	Suplementos base por fatiga		7
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		4
	B.	Suplemento por postura anormal		3
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		1
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		0
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		0
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100}\right)}$		Total		20
		TN (s)= 378,09		TN(min)= 6,30
		TS (s) = 472,61		TS (min)= 7,88
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		

Elaborado por: El Investigador.

• **Área de destallado**

Se presenta en la tabla 41 la descripción de actividades en el área de destallado, la tabla 42 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 43 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar en el área de destallado.

Tabla 41 Descripción de actividades destallado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02 ESTUDIO N° 02	
MATERIAL: Cuero	
OPERACIÓN: Rayado, pintado y destallado	
MÁQUINA: Destalladora de calibre y destalladora para doblado y tumbado	
A Recepción e inspección de gavetas	F Inspección de destallado de calibre
B Rayado de piezas con mina	G Destallado de doblados y tumbados de piezas
C Pintado de bordes de piezas	H Inspección de destallado para doblados y tumbados
D Esperar que se sequen los cortes	I Colocar en gavetas
E Destallado de calibre de piezas	J Transporte a Aparado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 42 Tiempo normal área de destallado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:	Destallado										Hora de Comienzo:	8:30			
OPERACIÓN:	Rayado, pintado y destallado de cuero										Hora de Término:	12:30			
ESTUDIO N°:	2			MÁQUINA:	Destalladora					Operario:	Christian				
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:				
NOTA:	Máquinas: De calibre y de doblados, tumbados										Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	11,90	10,81	10,00	10,31	11,40	11,56	11,25	11,31	10,15	11,59	110,27	11,03	0,99	10,92
2	B	113,25	114,50	114,10	109,76	111,42	114,68	108,90	112,74	114,26	116,95	1130,56	113,06	0,99	111,93
3	C	51,57	51,76	51,28	51,25	48,01	46,20	49,97	52,13	46,47	47,48	496,12	49,61	0,99	49,12
4	D	119,57	119,76	120,53	120,63	119,22	120,20	120,59	120,98	120,61	120,61	1202,68	120,27	0,99	119,07
5	E	92,72	91,46	88,76	90,06	90,62	91,85	91,94	90,69	88,82	89,27	906,19	90,62	0,99	89,71
6	F	26,41	25,37	25,56	29,26	29,78	28,56	25,08	25,93	28,54	28,79	273,28	27,33	0,99	27,05
7	G	90,15	91,03	92,47	91,04	96,89	90,38	90,82	94,90	95,61	92,71	926,00	92,60	0,99	91,67
8	H	32,59	29,93	30,55	35,10	30,85	33,83	34,94	35,34	29,11	35,27	327,51	32,75	0,99	32,42
9	I	8,22	8,39	7,22	7,06	7,11	7,87	7,99	8,28	8,97	8,50	79,60	7,96	0,99	7,88
10	J	9,65	8,94	8,61	8,65	8,48	8,33	9,42	8,82	9,72	9,94	90,56	9,06	0,99	8,97
													TN (s)	548,74	
													TN (min)	9,15	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 43 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de destallado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
ÁREA:	Destallado			
OPERACIÓN:	Rayado, pintado y destallado de cuero			
ESTUDIO N°:	2	Género del Operario:	M	F
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02	Realizado por:	Francisco Lozada	
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales		5
	B.	Suplementos base por fatiga		4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		0
	B.	Suplemento por postura anormal		2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		0
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		2
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		4
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total		18
		TN (s)= 548,74		TN (min)= 9,15
		TS (s)= 669,20		TS (min)= 11,16
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar				

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de aparado**

Se presenta en la tabla 44 la descripción de actividades en el área de aparado, la tabla 45 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 46 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del área de aparado.

Tabla 44 Descripción de actividades aparado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 03
MATERIAL: Cortes de cuero, forro y látex	
OPERACIÓN: Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla	
A Recepción e inspección de gavetas	G Realizar plantilla ortopédica
B Pegar piezas de cuero con forro, látex y etiquetas	H Unir plantilla con ensamble
C Inspección de las piezas pegadas	I Inspección unión ensamble y plantilla ortopédica
D Cosido de piezas	J Colocar en jvas
E Perforar huecos para cordones y realizar ojales	K Transporte a Pre-armado
F Inspección de las piezas cosidas	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 45 Tiempo normal área de aparado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		Aparado										Hora de Comienzo:		8:30	
OPERACIÓN:		Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla										Hora de Término:		12:30	
ESTUDIO N°:		3			MÁQUINA:		De Coser			N° Operarios:		4			
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:			
OPERARIOS:		Freddy, José Luis, Paúl, Juan										Francisco Lozada			
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	13,10	13,57	14,86	14,44	13,27	14,49	14,00	14,74	14,61	13,19	140,27	14,03	0,93	13,05
2	B	151,60	158,66	154,86	152,05	159,98	158,03	157,48	157,07	151,83	152,37	1553,93	155,39	0,93	144,52
3	C	28,72	27,50	27,42	28,66	28,77	27,21	28,83	29,53	28,67	29,63	284,94	28,49	0,93	26,50
4	D	747,59	742,73	746,28	750,97	748,78	744,44	741,53	754,11	751,06	747,70	7475,19	747,52	0,93	695,19
5	E	90,94	98,49	95,36	96,47	98,00	91,00	94,62	90,42	98,44	89,65	943,39	94,34	0,93	87,74
6	F	29,39	28,64	33,85	31,04	30,88	30,03	36,87	32,91	30,10	29,16	312,87	31,29	0,93	29,10
7	G	223,58	224,66	225,87	224,52	228,79	230,48	228,17	226,92	224,59	228,10	2265,68	226,57	0,93	210,71
8	H	51,97	51,45	56,42	53,28	57,72	57,92	50,01	53,02	57,56	52,94	542,29	54,23	0,93	50,43
9	I	29,73	24,30	28,79	29,86	28,60	24,77	24,51	26,20	28,41	29,58	274,75	27,48	0,93	25,55
10	J	32,26	31,89	26,01	31,89	26,80	31,19	30,16	32,34	30,33	26,61	299,48	29,95	0,93	27,85
11	K	18,49	19,50	16,86	17,64	16,22	16,53	19,45	20,45	18,48	19,84	183,46	18,35	0,93	17,06
												TN (s)		1327,70	
												TN(min)		22,13	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 46 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de armado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
ÁREA:		Aparado		
OPERACIÓN:		Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla		
ESTUDIO N°:	3	Género del Operario:	M	F
OPERARIOS:	Freddy, José Luis, Paúl, Juan	Realizado por:	Francisco Lozada	
Suplementos Constantes				Valor
	A.	Suplemento por necesidades personales		5
	B.	Suplementos base por fatiga		4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		0
	B.	Suplemento por postura anormal		2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		2
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		2
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		1
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total		17
		TN (s)= 1327,70	TN (min)= 22,13	
		TS (s)= 1599,64	TS (min)= 26,66	
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de armado**

Se presenta en la tabla 47 la descripción de actividades en el área de armado, la tabla 48 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 49 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del área de armado.

Tabla 47 Descripción de actividades armado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	
ESTUDIO N° 04	
MATERIAL: Ensamblés y plantas	
OPERACIÓN: Pre-armado, montaje y preparado de plantas	
MÁQUINA: Fijadora de puntas, conformadora de talones, reactivadora de capellada, armadora de puntas, reactivadora de talones, armadora de lados, armadora de talones.	
A Recepción e inspección de jvas B Colocar punteras y contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y conformadora de talones C Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores D Colocar en estantería E Recepción e inspección de pre-armado F Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas G Inspección de capellada y punta	H Colocar ensamble en máquinas reactivadora de talones, armadora de lados y armadora de talones I Inspección de talones y lados J Colocar en estantería K Recepción e inspección de plantas L Colocar brillo y pegamento a planta M Colocar plantas en estantería N Esperar que se seque las plantas Ñ Colocar ensamble y plantas en máquina reactivadora O Transporte en banda transportadora a plantado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 48 Tiempo normal área de armado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:	Armado										Hora de Comienzo:	8:30			
OPERACIÓN:	Armado, montaje y preparado de plantas										Hora de Término:	12:30			
ESTUDIO N°:	4			MÁQUINAS:	7			N° Operarios:	3						
NOTA:	Área donde más máquinas se utiliza										Observado por:				
Operarios:	Darwin, Luis, Ángel										Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	111,72	111,38	113,59	111,03	112,43	113,43	112,59	111,48	113,87	112,49	1124,00	112,40	1,05	118,02
2	B	169,48	171,04	170,17	170,93	170,98	171,45	166,50	171,94	168,61	169,98	1701,08	170,11	1,05	178,61
3	C	627,65	625,12	627,14	620,33	624,69	622,39	627,91	620,24	625,25	625,56	6246,28	624,63	1,05	655,86
4	D	15,23	14,11	16,39	14,22	18,58	16,44	19,68	14,00	19,31	15,23	163,19	16,32	1,05	17,13
5	E	113,36	110,31	108,95	112,95	113,91	112,36	113,80	109,53	110,99	109,04	1115,20	111,52	1,05	117,10
6	F	31,63	29,12	29,05	32,93	30,81	31,30	33,07	33,94	34,38	34,79	321,02	32,10	1,05	33,71
7	G	12,84	16,84	12,59	18,46	17,19	18,39	18,66	14,84	13,77	17,45	161,03	16,10	1,05	16,91
8	H	42,79	41,59	42,68	41,15	42,64	42,06	37,71	42,11	40,41	40,27	413,41	41,34	1,05	43,41
9	I	12,41	10,72	10,69	11,45	12,64	13,29	11,70	9,71	13,93	13,55	120,09	12,01	1,05	12,61
10	J	8,88	10,98	10,38	10,22	7,81	9,40	10,44	10,88	7,26	10,42	96,67	9,67	1,05	10,15
11	K	38,70	39,35	36,43	37,20	37,30	34,02	36,00	39,99	34,74	35,28	369,01	36,90	1,05	38,75
12	L	56,65	56,25	55,13	52,90	56,12	52,59	57,57	51,54	55,19	53,18	547,12	54,71	1,05	57,45
13	M	4,04	7,09	4,17	8,04	7,14	5,60	5,17	5,39	5,99	4,79	57,42	5,74	1,05	6,03
14	N	116,08	115,61	119,71	118,71	121,79	116,56	120,58	119,28	116,95	118,82	1184,09	118,41	1,05	124,33
15	Ñ	18,48	20,40	21,13	19,52	19,76	19,59	16,33	16,55	20,11	18,73	190,60	19,06	1,05	20,01
16	O	243,47	246,93	242,49	245,26	246,21	246,26	241,59	239,75	246,99	238,92	2437,87	243,79	1,05	255,98
													TN (s)	1706,06	
													TN (min)	28,43	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN =Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 49 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de armado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR			
ÁREA:		Armado	
OPERACIÓN:		Pre -armado, montaje y preparado de plantas	
ESTUDIO N°:	4	Género del Operario:	M F
OPERARIOS:	Darwin, Luis, Ángel	Realizado por:	Francisco Lozada
Suplementos Constantes			Valor
	A.	Suplemento por necesidades personales	5
	B.	Suplementos base por fatiga	4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie	2
	B.	Suplemento por postura anormal	2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular	3
	D.	Mala iluminación	0
	E.	Condiciones atmosféricas	0
	F.	Concentración intensa	2
	G.	Ruido	1
	H.	Tensión mental	1
	I.	Monotonía	0
	J.	Tedio	0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total	
		TN (s)= 1706,06	TN (min)= 28,43
		TS (s)= 2132,58	TS (min)= 35,54
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar	

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de plantado**

Se presenta en la tabla 50 la descripción de actividades en el área de plantado, la tabla 51 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 52 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del área de plantado.

Tabla 50 Descripción de actividades plantado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 5
MATERIAL: Ensamblés y plantas	
OPERACIÓN: Armado de ensamble y planta	
MÁQUINA: Reactivadora de propiedades, prensadora, túnel de frío	
A Recepción de ensamble y planta en la máquina reactivadora de propiedades procedente de banda transportadora en el proceso anterior	C Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora
B Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteos con martillo	D Inspección de conjunto
	E Colocar conjunto en máquina túnel de frío
	F Transporte en banda transportadora a proceso de terminado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 51 Tiempo normal área de plantado

ESTUDIO DE TIEMPOS																
ÁREA:		Plantado										Hora de Comienzo:		8:30		
OPERACIÓN:		Armado de ensamble y planta										Hora de Término:		12:30		
ESTUDIO N°:		5				MÁQUINA:		3		Operario:		Jorge				
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:				
NOTA:		Máquinas: Reactivadora, prensadora, túnel de frío										Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN	
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	B	84,27	84,38	83,01	82,65	83,19	83,25	83,50	81,83	82,36	83,48	831,92	83,19	1,08	89,85	
3	C	41,64	40,96	38,40	38,02	39,30	40,95	38,49	41,30	39,95	38,75	397,75	39,77	1,08	42,96	
4	D	21,40	21,22	24,18	22,88	22,22	23,12	22,42	24,87	23,89	22,15	228,34	22,83	1,08	24,66	
5	E	15,50	16,92	15,73	15,65	17,14	16,83	15,72	17,43	15,01	17,60	163,53	16,35	1,08	17,66	
6	F	218,74	216,31	222,61	217,01	217,33	220,37	217,31	220,02	221,49	219,88	2191,07	219,11	1,08	236,64	
													TN (s)		411,77	
													TN (min)		6,86	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 52 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de plantado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR					
ÁREA:		Plantado			
OPERACIÓN:		Armado de ensamble y planta			
ESTUDIO N°:		5		Género del Operario:	
OPERARIO:		Jorge		Francisco Lozada	
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales			Valor
	B.	Suplementos base por fatiga			5
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie			4
	B.	Suplemento por postura anormal			2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular			2
	D.	Mala iluminación			3
	E.	Condiciones atmosféricas			0
	F.	Concentración intensa			0
	G.	Ruido			0
	H.	Tensión mental			1
	I.	Monotonía			1
	J.	Tedio			0
				Total	18
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$				TN (s)= 411,77	TN (min)= 6,86
				TS (s)= 502,16	TS (min)= 8,37
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar					

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de terminado**

Se presenta en la tabla 53 la descripción de actividades en el área de terminado, la tabla 54 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 55 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del área de terminado.

Tabla 53 Descripción de actividades terminado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 6
MATERIAL: Conjunto	
OPERACIÓN: Últimos toques	
MÁQUINA: -	
A Recepción de conjunto en la banda transportadora de máquina túnel de frío procedente del proceso anterior B Colocar conjunto con su respectivo par en estantería C Inspección de conjunto D Colocar crema en calzado, pintar ligeras imperfecciones, colocar pasadores en calzado, quemar hilos con cautín, pegar etiquetas E Inspección de calidad del producto F Colocar el par de zapatos en caja G Transporte de cajas a bodega de producto terminado H Almacenar cajas en bodega de producto terminado	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 54 Tiempo normal área de terminado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		Terminado										Hora de Comienzo:		8:30	
OPERACIÓN:		Últimos toques										Hora de Término:		12:30	
ESTUDIO N°:		6			MÁQUINA:		-			Operario:		Gladis			
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:			
NOTA:		Uso de: Pintura, crema, pasadores, cautín, etiquetas, cajas										Francisco Lozada			
N°	Descripción del Elemento	CICLO (MIN)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	16,55	15,56	16,95	15,04	16,49	15,11	15,60		16,96	15,22	143,48	14,35	0,98	14,06
3	C	25,15	25,93	25,28	25,38	26,53	26,52	26,23	25,69	26,56	25,54	258,82	25,88	0,98	25,37
4	D	416,49	409,63	419,75	411,16	416,44	418,17	413,96	417,56	412,89	413,45	4149,50	414,95	0,98	406,65
5	E	33,54	33,03	35,33	35,75	36,28	34,01	34,14	36,83	35,88	36,90	351,69	35,17	0,98	34,47
6	F	13,73	12,63	15,04	15,14	13,85	14,91	14,76	14,97	12,83	13,27	141,12	14,11	0,98	13,83
7	G	37,17	38,12	38,65	36,07	37,34	39,39	39,66	39,80	36,42	37,86	380,47	38,05	0,98	37,29
8	H	118,52	118,87	118,25	120,02	120,30	118,14	118,50	120,45	119,88	119,68	1192,60	119,26	0,98	116,88
												TNT (s)		648,55	
												TNT (min)		10,81	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 55 Cálculo de suplementos y tiempo estándar área de terminado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
ÁREA:		Terminado		
OPERACIÓN:		Últimos toques		
ESTUDIO N°:	6	Género del Operario:	M	F
OPERARIO:	Gladis	Realizado por:	Francisco Lozada	
Suplementos Constantes				Valor
	A.	Suplemento por necesidades personales		7
	B.	Suplementos base por fatiga		4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		4
	B.	Suplemento por postura anormal		1
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		1
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		0
	G.	Ruido		0
	H.	Tensión mental		0
	I.	Monotonía		1
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total		18
		TN (s)= 648,55		TN (min)= 10,81
		TS (s) =790,91		TS (min)= 13,18
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		

Elaborado por: El Investigador.

A continuación, la tabla 56 muestra los tiempos estándar calculados de cada área del proceso productivo, en la producción de calzado ortopédico ES-02.

Tabla 56 Resumen de tiempo estándar de producción de calzado ortopédico ES-02

Cuadro de Tiempo Estándar de Producción para Calzado Ortopédico ES-02		
Área	Tiempo Estándar (s)	Tiempo Estándar (min)
Corte	472,61	7,88
Destallado	669,20	11,16
Aparado	1599,64	26,66
Armado	2132,58	35,54
Plantado	502,16	8,37
Terminado	790,91	13,18
Total	6167,10	102,79

Elaborado por: El Investigador.

4.3.7 Cálculo de la capacidad de producción por áreas

- **Área de corte**

Para el cálculo de la capacidad de producción se toma en cuenta algunas variables las cuales son:

- ✓ Producción = Cortes para un par de zapatos
- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 7,88 min
- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Cortes para un par de zapatos ----- 7,88 min
Producción Diaria ----- 480 min

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{1}{\text{Tiempo Estándar}} \quad (10)$$

$$Cp = \frac{1}{7,88 \text{ cortes/min}}$$

$$Cp = 0,122 \text{ cortes/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$Cp = 121,83 \text{ cortes para un par/ jornada}$$

- **Área de destallado**

- ✓ Producción = Cortes rayados, pintados y destallados para un par de zapatos
- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 11,16 min
- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Cortes para un par de zapatos ----- 11,16 min
Producción Diaria ----- 480 min

$$Cp = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{11,16 \text{ cortes/min}}$$

$$C_p = 0,090 \text{ cortes/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$C_p = 86,02$ cortes rayados, pintados y destallados para un par/ jornada

- **Área de aparado**

- ✓ Producción = Ensamble para un par de zapatos

- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 26,66 min

- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Ensamble ----- 26,66 min

Producción Diaria ----- 480 min

$$C_p = \frac{1}{TS} \tag{10}$$

$$C_p = \frac{1}{26,66 \text{ ensambles/min}}$$

$$C_p = 0,034 \text{ ensambles/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$C_p = 36,01$ ensambles para un par/ jornada

- **Área de armado**

- ✓ Producción = Ensamble y planta para un par de zapatos

- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 35,54 min

- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Ensamble ----- 35,54 min

Producción Diaria ----- 480 min

$$C_p = \frac{1}{TS} \tag{10}$$

$$C_p = \frac{1}{35,54 \text{ ensambles/min}}$$

$$C_p = 0,029 \text{ ensambles/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 27,01 \text{ ensambles y plantas para un par / jornada}$$

- **Área de plantado**

- ✓ Producción = Par de zapatos
- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 8,37 min
- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Par de zapatos ----- 8,37 min

Producción Diaria ----- 480 min

$$C_p = \frac{1}{TS} \tag{10}$$

$$C_p = \frac{1}{8,37 \text{ pares/min}}$$

$$C_p = 0,116 \text{ pares/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 114,70 \text{ ensambles y plantas para un par / jornada}$$

- **Área de terminado**

- ✓ Producción = Cajas de zapatos
- ✓ Tiempo Estándar (TS) = 13,18 min
- ✓ Día de trabajo = 8 horas = 480 min

Cajas de zapatos ----- 13,18 min

Producción Diaria ----- 480 min

$$C_p = \frac{1}{TS} \tag{10}$$

$$C_p = \frac{1}{13,18 \text{ cajas/min}}$$

$$C_p = 0,074 \text{ cajas/min} \times 480 \text{ minjornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 72,84 \text{ cajas de zapatos / jornada}$$

La producción diaria de la empresa Calzado LIWI es aproximadamente de 70 a 75 pares de zapato ortopédico ES-02.

4.3.8 Capacidad de producción total

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{102,79 \text{ lote/min}}$$

$$C_p = 0,009728 \text{ lote/min} = 0,5837 \text{ lote/h}$$

Análisis de la capacidad de producción total

Después de calcular la capacidad de producción que tiene cada área del proceso productivo, se procede a calcular la capacidad de producción total, ayudándonos del tiempo estándar final que tiene el proceso productivo en la realización de calzado ortopédico ES-02.

Es así que el proceso actual de producción de calzado ortopédico ES-02 es capaz de producir 0,5820 lotes por hora.

4.4 Métodos de trabajo propuesto en el proceso productivo de Calzado Liwi

Luego de analizar la información recogida gracias a las herramientas de ingeniería de métodos, como diagramas, donde se conoció con detalle las actividades que realizan los operarios en cada área del proceso productivo. Lo que se busca realizar a continuación, es eliminar actividades innecesarias, donde no aportan

significativamente en la transformación de la materia prima a un producto terminado, combinar actividades con el motivo de eliminar transportes y esperas, y con esto poder reducir los tiempos de fabricación y poder aumentar la producción para realizar calzado ortopédico ES-02.

4.4.1 Diagramas sinópticos y analíticos propuestos en el proceso productivo

Tabla 57 Diagrama sinóptico propuesto área de corte.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE CORTE	Código: DSPC-02
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 7	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se corta el cuero, forros y látex con procesos manuales con cuchilla y moldes con 1 máquina troqueladora.		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>CORTE CON TROQUELADORA</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CORTE MANUAL</p> </div> </div>		
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	3	286,28s
INSPECCIONES	2	58,39s
TOTAL	5	344,67s 5,74 min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 58 Diagrama analítico propuesto área de corte.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE CORTE		Código: DAPC-02	
			Fecha de Elaboración:	
			Última Aprobación:	
			Revisión:	
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño	
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO			
DIAGRAMA No 7	RESUMEN			
Actividad: Corte de cuero, forro y látex	ACTIVIDAD			
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación	○	3	
	Transporte	⇒	1	
	Espera	□	1	
	Inspección	□	2	
	Almacenamiento	▽	0	
Lugar: Área de Corte	Distancia	19,55m		
Operario: Carmen	Tiempos	361,35s	6,02 min	
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad	
			○	⇒
			□	□
			▽	
Recepción e inspección de materia prima despachada de bodega.	13	32,49		
Corte de piezas de cuero y forro a mano	-	117,58		
Corte de piezas de cuero, forro y látex a troqueladora	1,88	159,37		
Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex	-	25,90		
Colocar en gavetas	-	09,33		
Esperar que se acabe de cortar toda la orden de producción	-	-		
Transporte a Destallado	4,67	16,68		
				Observaciones
				-
				Herramienta: cuchilla
				Máquina troqueladora y moldes o troqueles
				-
				Recoger los cortes cortados a mano y juntar con los cortes de troquel en gavetas
				-
				Llevar las gavetas al siguiente proceso

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 59 Diagrama sinóptico propuesto área de destallado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE DESTALLADO	Código: DSPD-02
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 8	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se raya, se pinta y se destalla los cortes, para el destallado se utiliza dos máquinas, chaflanadora, que ayuda a perder el filo del corte, y doblados y tumbados, que suaviza el cuero		
<pre> graph TD O4((O4)) --> O3((O3)) O3 --> I1[I1] O3 --> O1((O1)) I1 --> O2((O2)) O1 --> O2 O2 --> O5((O5)) </pre>		
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	5	351,93s
INSPECCIONES	1	35,20s
TOTAL	6	387,13s
		6,45 min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 61 Diagrama sinóptico propuesto área de aparado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE APARADO	Código: DSPA-02
		Fecha de Elaboración:
		Última Aprobación:
		Revisión:
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	
DIAGRAMA No. 9	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción
CONDICIONES GENERALES		
En el área se pega los cortes de cuero, forro y látex con isarcol, después se coserá cada pieza, se realiza los ojales, se realiza la plantilla ortopédica, se unirá la plantilla con el ensamble y finalmente se pondrá en jvas para transportar al siguiente proceso.		
PLANTILLADO	COSTURA DE PIEZAS	PEGADO DE PIEZAS
225,82s O4 Realizar plantilla ortopédica: coser plantilla y etiqueta	748,81s O2 Cosido de piezas 95,30s O3 Perforar huecos para cordones y realizar ojales	155,59s O1 Pegado de piezas de cuero con forro, látex y etiquetas
		35,10s I1 Inspección de ensamble (piezas pegadas, cosidas y perforadas)
		51,90s O5 Unir plantilla con ensamble
		25,02s I2 Inspección de unión ensamble y plantilla ortopédica
		28,40s O6 Colocar en jvas
RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIONES	6	1305,82s
INSPECCIONES	2	60,12s
TOTAL	8	1365,94s 22,77min

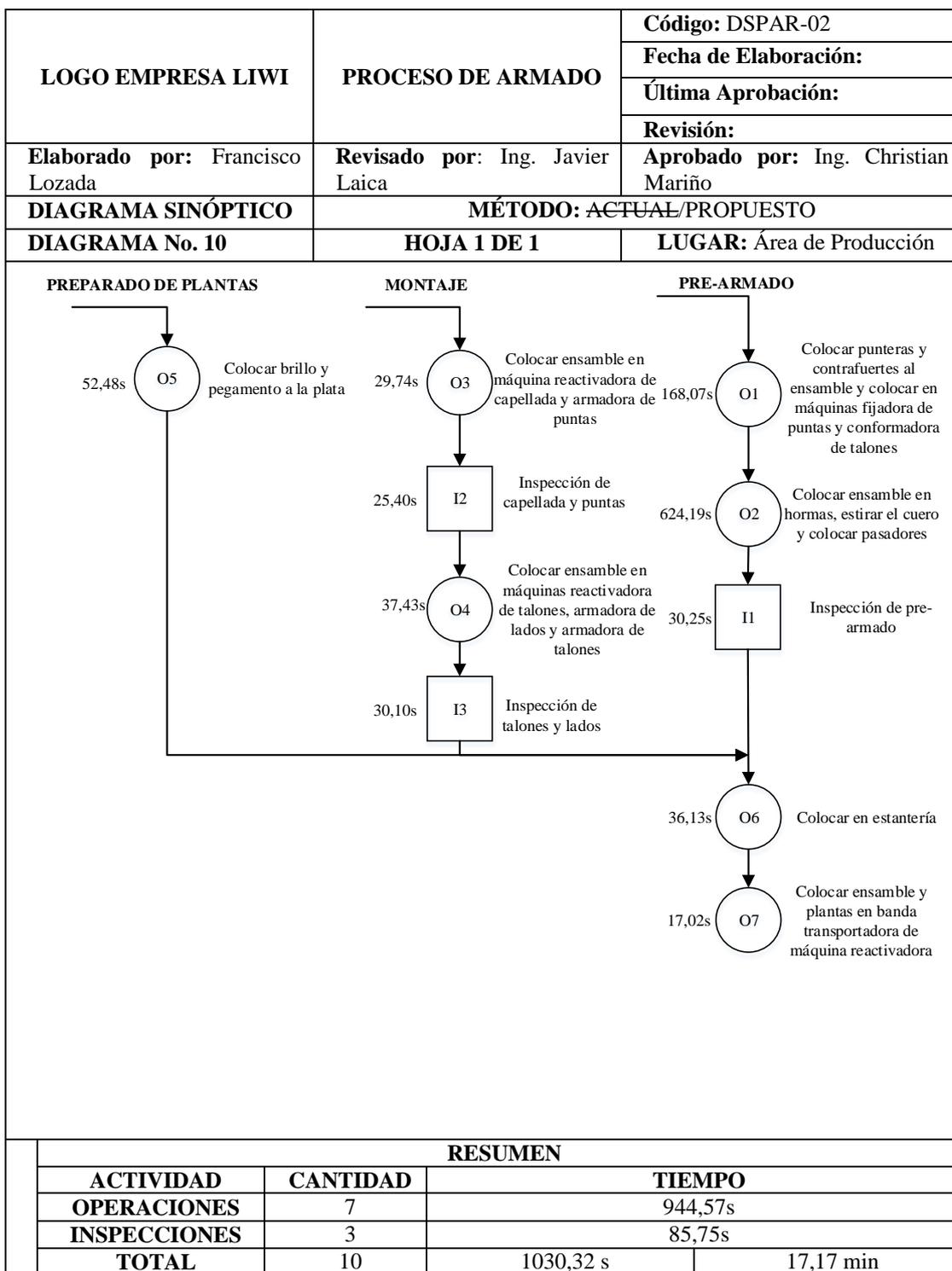
Elaborado por: El Investigador.

Tabla 62 Diagrama analítico propuesto área de aparado

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE APARADO		Código: DAPA-02					
			Fecha de Elaboración:					
			Última Aprobación:					
			Revisión:					
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica		Aprobado por: Ing. Christian Mariño					
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA No.9	RESUMEN							
Actividad: Pegado, cosido y plantillado de piezas de cuero, forros y látex	ACTIVIDAD							
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación	○	6					
	Transporte	⇒	1					
	Espera	D	0					
	Inspección	□	2					
	Almacenamiento	▽	0					
Lugar: Área de Aparado	Distancia	6,85m						
Operarios: Freddy, José Luis, Paúl, Juan.	Tiempos	1383,29s		23,05 min				
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
Pegar piezas de cuero con forro, látex y etiquetas	-	155,59	●					-
Cosido de piezas	-	748,81	●					Se pone a punto la máquina con una buena aguja y el hilo respectivo para el modelo requerido
Perforar huecos para cordones y realizar ojales	-	95,30	●					La perforadora se encuentra en la misma mesa de trabajo
Inspección de ensamble (piezas pegadas, cosidas y perforadas)	-	35,10					●	Se observa que las piezas estén bien pegadas o si se necesita de más pegamento, y se observa que las piezas estén bien cosidas y que no haya hilos sueltos
Realizar plantilla ortopédica	-	225,82	●					Se parte de la plantilla estándar, se inserta látex, tafilete y polivas dependiendo requerimientos de clientes
Unir plantilla con ensamble	-	51,90	●					-
Inspección unión ensamble y plantilla ortopédica	-	25,02					●	Se observa que el ensamble esté bien pegado y cosido, lo mismo con la plantilla ortopédica
Colocar en jvas	-	28,40	●					-
Transporte a Pre-armado	6,85	17,35	●					Llevar las jvas al siguiente proceso

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 63 Diagrama sinóptico propuesto área de armado.



Elaborado por: El Investigador.

Tabla 64 Diagrama analítico propuesto área de armado

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE ARMADO			Código: DAPAR-02				
				Fecha de Elaboración:				
				Última Aprobación:				
				Revisión:				
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica			Aprobado por: Ing. Christian Mariño				
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA No.10	RESUMEN							
Actividad: Pre-armado, montaje y preparado de plantas	ACTIVIDAD							
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación	7	○					
	Transporte	1	⇨					
	Espera	1	□					
	Inspección	3	▽					
	Almacenamiento	0						
Lugar: Área de Armado	Distancia	12,10m						
Operarios: Darwin, Luis, Ángel	Tiempos	1411,49 s			23,52 min			
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observaciones
			○	⇨	□	▽		
Colocar punteras y contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y conformadora de talones	3,8	168,07	●					-
Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores	-	624,19	●					Para dar forma al ensamble
Inspección de pre-armado		30,25				●		-
Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas	3,5	29,74	●					Reactiva las propiedades del ensamble por medio de calor, una vez reactivada las propiedades esta máquina arma las puntas
Inspección de capellada y punta	-	25,40				●		Con pinzas se revisa el ensamble o se abre el cuero para reproceso
Colocar ensamble en máquinas reactivadora de talones, armadora de lados y armadora de talones	3,3	37,43	●					Se reactiva las propiedades del talón y lados, una vez reactivada las propiedades esta máquina arma los lados, reactivada las propiedades esta máquina arma los talones
Inspección de talones y lados	-	30,10				●		Con pinzas se revisa el ensamble o se le abre al cuero para reproceso
Colocar brillo y pegamento a planta	-	52,48	●					-
Colocar en estantería		36,13	●					Ensamblados y plantas
Esperar que se seque las plantas	-	118,61				●		-
Colocar ensamble y plantas en máquina reactivadora	-	17,02	●					-
Transporte en banda transportadora a plantado	1,5	242,07	●					Esta banda transportadora empieza en el proceso de preparación de planta y termina en plantado

Elaborado por: El Investigador

Tabla 65 Diagrama sinóptico propuesto área de plantado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE PLANTADO	Código: DSPP-02	
		Fecha de Elaboración:	
		Última Aprobación:	
		Revisión:	
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño	
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO		
DIAGRAMA No. 11	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción	
CONDICIONES GENERALES			
Se recibe ensambles y plantas en la banda transportadora colocados en el proceso anterior, en esta área se utilizan tres máquinas: reactivadora de propiedades, la prensadora y el túnel de frío			
ENSAMBLE Y PLANTAS			
<pre> graph TD Start[ENSAMBLE Y PLANTAS] --> O1((O1)) O1 --> O2((O2)) O2 --> O3((O3)) O3 --> I1[I1] I1 --> O4((O4)) </pre>			
RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	
OPERACIONES	4	145,59s	
INSPECCIONES	1	23,95s	
TOTAL	5	169,54s	2,83min

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 66 Diagrama analítico propuesto área de plantado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE PLANTADO	Código: DAPP-02						
		Fecha de Elaboración:						
		Última Aprobación:						
		Revisión:						
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño						
CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO							
DIAGRAMA N: 11	RESUMEN							
Actividad: Plantado de conjunto en tres máquinas	ACTIVIDAD							
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO	Operación ○	4						
	Transporte ⇨	1						
	Espera D	0						
	Inspección □	1						
	Almacenamiento ▽	0						
Lugar: Área de Armado	Distancia	1,32m						
Operarios: Jorge	Tiempos	388,63s	6,48 min					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					
			○	⇨	D	□	▽	Observaciones
Recepción de ensamble y planta en la máquina reactivadora de propiedades procedente de banda transportadora en el proceso anterior	-	-	●					Se recibe el ensamble separado de la planta en la banda donde por medio de proceso termodinámico se reactivarán sus propiedades
Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteos con martillo	-	83,30	●					Empieza a tomar forma el calzado
Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora	-	46,23	●					Esta máquina ejerce una presión para poder unir ensamble con planta
Inspección de conjunto	-	23,95			●			Se revisa que el conjunto este bien pegado
Colocar conjunto en máquina túnel de frío	-	16,06	●					Esta máquina ayuda a que el conjunto vuelva a sus propiedades estándar
Transporte en banda transportadora a proceso de terminado	1,32	219,09	●					-

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 67 Diagrama sinóptico propuesto área de terminado.

LOGO EMPRESA LIWI	PROCESO DE TERMINADO	Código: DSPT-02	
		Fecha de Elaboración:	
		Última Aprobación:	
		Revisión:	
Elaborado por: Francisco Lozada	Revisado por: Ing. Javier Laica	Aprobado por: Ing. Christian Mariño	
DIAGRAMA SINÓPTICO	MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO		
DIAGRAMA No. 12	HOJA 1 DE 1	LUGAR: Área de Producción	
CONDICIONES GENERALES			
Se recibe el conjunto plantado en la banda transportadora de la máquina túnel de frío, se almacena en estantería, se coloca en mesa de trabajo, se realiza las respectivas actividades y por último se empaqueta y almacena			
<p>CONJUNTO</p> <pre> graph TD CONJUNTO --> O1((O1)) O1 --> O2((O2)) O2 --> I1[I1] I1 --> O3((O3)) </pre>			
RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	
OPERACIONES	3	428,05 s	
INSPECCIONES	1	34,72 s	
TOTAL	4	462,77 s	7,71 min

Elaborado por: El Investigador.

4.4.2 Estudio de tiempos propuesto

- Área de corte

Se presenta en la tabla 69 la descripción de actividades propuestas en el área de corte, la tabla 70 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 71 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 72 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 69 Descripción de actividades propuestas área de corte

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 07
MATERIAL: Cuero, forros, látex	
OPERACIÓN: Corte	
MÁQUINA: Troqueladora	
A Recepción e inspección de materia prima	D Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex
B Corte de piezas de cuero y forro a mano	E Colocar en gavetas
C Corte de piezas de cuero, forro y látex a troqueladora	F Transporte a Destallado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 70 Tiempo normal propuesto área de corte

ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO															
ÁREA:	Corte										Hora de Comienzo:	8:30			
OPERACIÓN:	Corte de Cuero, forro y látex										Hora de Término:	12:30			
ESTUDIO N°:	7		MÁQUINA:	Troqueladora							Operario:	Carmen			
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:				
NOTA:	Corte de materia prima a mano y a máquina troquelador										Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	33,16	32,01	32,03	32,90	30,40	30,32	31,08	33,08	33,26	32,57	320,81	32,08	0,97	31,12
2	B	115,58	118,22	116,42	118,29	118,28	117,55	118,48	116,36	115,44	119,16	1173,78	117,38	0,97	113,86
3	C	158,80	156,34	157,97	161,37	158,43	156,70	161,70	158,81	160,10	157,86	1588,08	158,81	0,97	154,04
4	D	27,86	24,04	26,81	26,10	25,79	24,36	26,02	26,08	23,85	24,19	255,10	25,51	0,97	24,74
5	E	10,01	12,81	10,42	11,76	9,84	8,19	12,32	10,78	12,64	9,38	108,15	10,82	0,97	10,49
6	F	15,01	16,22	15,40	15,57	17,53	16,94	17,93	15,20	15,91	17,56	163,27	16,33	0,97	15,84
												TN (s)	350,09		
												TN (min)	5,83		

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 71 Cálculo de suplementos propuesto área de corte

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS				
ÁREA:		Corte		
OPERACIÓN:		Corte de Cuero, forro y látex		
ESTUDIO N°:	1	Género del Operario:	M	F
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02	Realizado por:	Francisco Lozada	
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales		Valor
	B.	Suplementos base por fatiga		7
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		4
	B.	Suplemento por postura anormal		1
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		1
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		0
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		0
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total		18
		TN (s)= 350,09		TN(min)= 5,83
		TS (s) = 426,94		TS (min)= 7,11
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 72 Tiempo estándar propuesto actividades área de corte

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES					
ÁREA:		Corte		Hora de Comienzo:	8:30
OPERACIÓN:		Corte de Cuero, forro y látex		Hora de Término:	12:30
ESTUDIO N°:	7	MÁQUINA:	Troqueladora	Operario:	Carmen
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02			Observado por:	
NOTA:	Corte de materia prima a mano y a máquina troquelador			Francisco Lozada	
RESUMEN					
N°	Actividades	TN (s)		TS (s)	
1	A	31,12		37,95	
2	B	113,86		138,85	
3	C	154,04		187,85	
4	D	24,74		30,17	
5	E	10,49		12,79	
6	F	15,84		19,32	
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		TN (s)= 350,09		TN(min)= 5,83	
		TS (s) = 426,94		TS (min)= 7,11	

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de destallado**

Se presenta en la tabla 73 la descripción de actividades propuestas en el área de destallado, la tabla 74 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 75 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 76 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 73 Descripción de actividades propuestas área de destallado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 08
MATERIAL: Cuero	
OPERACIÓN: Rayado, pintado y destallado	
MÁQUINA: Destalladora de calibre y destalladora para doblado y tumbado	
A Rayado de piezas con mina	E Destallado de doblados y tumbados de piezas
B Pintado de bordes de piezas	F Inspección de destallado para doblados y tumbados
C Esperar que se sequen los cortes	G Colocar en gavetas
D Destallado de calibre de piezas	H Transporte a Aparado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 74 Tiempo normal propuesto área de destallado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:	Destallado										Hora de Comienzo:	8:30			
OPERACIÓN:	Rayado, pintado y destallado de cuero										Hora de Término:	12:30			
ESTUDIO N°:	8			MÁQUINA:	Destalladora					Operario:	Christian				
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:				
NOTA:	Máquinas: De calibre y de doblados, tumbados										Francisco Lozada				
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	112,18	112,92	112,12	109,95	112,49	111,54	109,43	110,97	108,34	109,98	1109,92	110,99	0,99	109,88
2	B	50,92	48,50	50,10	51,26	48,09	49,96	50,70	50,46	51,90	48,57	500,46	50,05	0,99	49,55
3	C	116,08	119,08	118,60	119,40	118,76	116,51	115,08	115,83	118,80	119,71	1177,85	117,79	0,99	116,61
4	D	87,38	89,10	87,21	90,51	89,62	87,28	89,25	88,80	90,70	89,88	889,73	88,97	0,99	88,08
5	E	94,45	93,75	93,58	93,06	91,04	91,96	92,01	91,01	91,25	94,64	926,75	92,68	0,99	91,75
6	F	34,14	33,47	33,06	36,31	36,51	36,36	36,53	32,18	34,86	33,51	346,93	34,69	0,99	34,35
7	G	8,92	8,15	8,24	9,08	9,39	9,30	8,21	9,86	8,19	9,36	88,70	8,87	0,99	8,78
8	H	9,39	9,12	9,68	8,28	8,82	8,11	9,64	9,82	9,49	9,18	91,53	9,15	0,99	9,06
												TN (s)	508,06		
												TN(min)	8,47		
Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal															

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 75 Cálculo de suplementos propuesto área de destallado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS			
ÁREA:	Destallado		
OPERACIÓN:	Rayado, pintado y destallado de cuero		
ESTUDIO N°:	8	Género del Operario:	M F
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02	Realizado por:	Francisco Lozada
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales	Valor 5
	B.	Suplementos base por fatiga	4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie	0
	B.	Suplemento por postura anormal	2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular	0
	D.	Mala iluminación	0
	E.	Condiciones atmosféricas	0
	F.	Concentración intensa	2
	G.	Ruido	1
	H.	Tensión mental	1
	I.	Monotonía	0
	J.	Tedio	0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total	15
		TN (s)= 508,06	TN (min)= 8,47
		TS (s)= 597,72	TS (min)= 9,96
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 76 Tiempo estándar propuesto actividades área de destallado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES			
ÁREA:	Destallado		Hora de Comienzo: 8:30
OPERACIÓN:	Rayado, pintado y destallado de cuero		Hora de Término: 12:30
ESTUDIO N°:	8	MÁQUINA: Troqueladora	Operario: Christian
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02		Observado por:
NOTA:	Máquinas: De calibre y de doblados, tumbados		Francisco Lozada
N°	Actividad	RESUMEN	
		TN (s)	TS (s)
1	A	109,88	129,27
2	B	49,55	58,29
3	C	116,61	137,19
4	D	88,08	103,62
5	E	91,75	107,94
6	F	34,35	40,41
7	G	8,78	10,33
8	H	9,06	10,66
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		TN (s)= 508,06	TN (min)= 8,47
		TS (s)= 597,72	TS (min)= 9,96

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de aparado**

Se presenta en la tabla 77 la descripción de actividades propuestas en el área de aparado, la tabla 78 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 79 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 80 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 77 Descripción de actividades propuestas área de aparado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	
ESTUDIO N° 09	
MATERIAL: Cortes de cuero, forro y látex	
OPERACIÓN: Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla	
A Pegar piezas de cuero con forro, látex y etiquetas B Cosido de piezas C Perforar huecos para cordones y realizar ojales D Inspección de ensamble (piezas pegadas, cosidas y perforadas)	E Realizar plantilla ortopédica F Unir plantilla con ensamble G Inspección unión ensamble y plantilla ortopédica H Colocar en jvasas I Transporte a Pre-armado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 78 Tiempo normal propuesto área de aparado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		Aparado										Hora de Comienzo:		8:30	
OPERACIÓN:		Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla										Hora de Término:		12:30	
ESTUDIO N°:		9				MÁQUINA:		De Coser				N° Operarios:		4	
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:			
OPERARIOS:		Freddy, José Luis, Paúl, Juan										Francisco Lozada			
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	156,12	150,36	152,65	158,38	151,54	157,87	151,30	156,02	155,30	152,17	1541,71	154,17	0,93	143,38
2	B	754,83	750,52	747,07	744,39	745,56	741,20	741,96	755,48	741,98	748,65	7471,64	747,16	0,93	694,86
3	C	97,70	99,82	90,00	95,14	93,49	97,45	91,62	93,51	97,52	92,97	949,22	94,92	0,93	88,28
4	D	36,37	36,64	36,37	33,60	30,75	32,83	33,73	37,83	33,10	35,23	346,45	34,65	0,93	32,22
5	E	224,95	227,00	229,15	226,55	221,84	223,11	232,22	221,74	229,38	228,06	2255,00	225,50	0,93	209,72
6	F	50,04	51,42	51,41	50,76	53,27	52,00	47,86	48,79	46,80	49,29	501,64	50,16	0,93	46,65
7	G	26,79	24,67	26,66	26,30	26,48	26,49	26,58	25,25	23,55	22,59	255,36	25,54	0,93	23,75
8	H	29,41	25,21	28,09	29,61	26,18	28,10	26,19	29,63	27,61	29,18	279,21	27,92	0,93	25,97
9	I	18,21	17,56	17,93	18,64	17,42	17,24	15,25	15,34	16,98	17,30	171,87	17,19	0,93	15,98
												TN (s)		1280,81	
												TN(min)		21,35	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 79 Cálculo de suplementos propuesto área de aparato

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS				
ÁREA:		Aparado		
OPERACIÓN:		Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla		
ESTUDIO N°:	9	Género del Operario:		M F
OPERARIOS:	Freddy, José Luis, Paúl, Juan	Realizado por:		Francisco Lozada
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales		Valor 5
	B.	Suplementos base por fatiga		4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		0
	B.	Suplemento por postura anormal		2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		1
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		2
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		1
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total		16
		TN (s)= 1280,81		TN (min)= 21,35
		TS (s)= 1524,77		TS (min)= 25,42
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 80 Tiempo estándar propuesto actividades área de aparato

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES				
ÁREA:		Aparado		Hora de Comienzo: 8:30
OPERACIÓN:		Pegado, cosido, perforado y unión de piezas y plantilla		Hora de Término: 12:30
ESTUDIO N°:	9	MÁQUINAS:	-	N° Operarios: 4
NOTA:	Uso de isarcol, brocha y tijera			Observado por:
OPERARIO:	Freddy, José Luis, Paúl, Juan			Francisco Lozada
N°	Actividades	RESUMEN		
		TN (s)		TS (s)
1	A	143,38		170,69
2	B	694,86		827,21
3	C	88,28		105,10
4	D	32,22		38,36
5	E	209,72		249,67
6	F	46,65		55,54
7	G	23,75		28,27
8	H	25,97		30,92
9	I	15,98		19,02
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		TN (s)= 1280,81		TN (min)= 21,35
		TS (s)= 1524,77		TS (min)= 25,42

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de armado**

Se presenta en la tabla 81 la descripción de actividades propuestas en el área de armado, la tabla 82 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 83 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 84 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 81 Descripción de actividades propuestas área de armado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
<p>PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02 ESTUDIO N° 10 MATERIAL: Ensamblés y plantas OPERACIÓN: Pre-armado, montaje y preparado de plantas MÁQUINA: Fijadora de puntas, conformadora de talones, reactivadora de capellada, armadora de puntas, reactivadora de talones, armadora de lados, armadora de talones.</p>
<p>A Colocar punteras y contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y conformadora de talones B Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores C Inspección de pre-armado D Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas E Inspección de capellada y punta F Colocar ensamble en máquinas reactivadora de talones, armadora de lados y armadora de talones G Inspección de talones y lados H Colocar brillo y pegamento a planta I Colocar en estantería J Esperar que se seque las plantas K Colocar ensamble y plantas en máquina reactivadora L Transporte en banda transportadora a plantado</p>

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 82 Tiempo normal propuesto área de armado

ESTUDIO DE TIEMPOS																
ÁREA:	Armado										Hora de Comienzo:	8:30				
OPERACIÓN:	Armado, montaje y preparado de plantas										Hora de Término:	12:30				
ESTUDIO N°:	10			MÁQUINAS:	7			N° Operarios:	3							
NOTA:	Área donde más máquinas se utiliza										Observado por:					
Operarios:	Darwin, Luis, Ángel										Francisco Lozada					
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN	
1	A	166,32	165,01	167,53	169,63	166,51	170,79	170,99	166,86	170,28	164,46	1678,38	167,84	1,05	176,23	
2	B	623,13	625,63	624,66	623,94	620,55	621,93	623,05	624,64	624,51	621,45	6233,49	623,35	1,05	654,52	
3	C	27,85	28,08	30,18	27,64	30,47	31,74	28,73	26,95	28,45	30,48	290,57	29,06	1,05	30,51	
4	D	27,80	27,14	30,74	26,36	31,17	27,25	29,11	29,19	27,50	31,87	288,13	28,81	1,05	30,25	
5	E	24,28	20,26	20,68	25,69	20,12	23,75	25,40	26,83	26,79	23,27	234,07	23,41	1,05	24,58	
6	F	34,63	36,99	37,79	33,21	38,42	38,07	33,06	36,74	34,94	34,70	358,55	35,86	1,05	37,65	
7	G	30,93	27,70	30,18	25,20	29,72	28,08	28,87	31,09	30,43	27,67	289,87	28,99	1,05	30,44	
8	H	48,11	53,39	49,99	50,73	50,41	48,03	48,59	49,60	50,08	51,61	500,54	50,05	1,05	52,56	
9	I	34,40	35,19	34,44	34,42	35,31	36,11	37,16	36,85	34,38	37,44	355,70	35,57	1,05	37,35	
10	J	116,58	115,92	115,64	119,12	118,08	118,32	117,37	115,42	115,68	116,06	1168,19	116,82	1,05	122,66	
11	K	16,52	15,36	15,08	18,79	17,57	16,53	17,91	15,58	17,25	16,58	167,10	16,71	1,05	17,55	
12	L	242,55	235,54	232,90	232,00	232,35	244,62	243,17	232,06	243,37	237,78	2376,34	237,63	1,05	249,52	
													TN (s)	1463,82		
													TN (min)	24,40		

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN =Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 83 Cálculo de suplementos propuesto área de armado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS				
ÁREA:	Armado			
OPERACIÓN:	Pre -armado, montaje y preparado de plantas			
ESTUDIO N°:	10	Género del Operario:	M	F
OPERARIOS:	Darwin, Luis, Ángel		Realizado por:	Francisco Lozada
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales		Valor 5
	B.	Suplementos base por fatiga		4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie		2
	B.	Suplemento por postura anormal		2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular		1
	D.	Mala iluminación		0
	E.	Condiciones atmosféricas		0
	F.	Concentración intensa		2
	G.	Ruido		1
	H.	Tensión mental		1
	I.	Monotonía		0
	J.	Tedio		0
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$			Total	18
			TN (s)= 1463,82	TN (min)= 24,40
			TS (s)= 1785,15	TS (min)= 29,76
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar				

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 84 Tiempo estándar propuesto actividades área de armado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES					
ÁREA:	Armado		Hora de Comienzo:	8:30	
OPERACIÓN:	Pre -armado, montaje y preparado de plantas		Hora de Término:	12:30	
ESTUDIO N°:	10	MÁQUINAS:	7	N° Operarios:	3
NOTA:	Área donde más máquinas se utiliza		Observado por:		
OPERARIOS:	Darwin, Luis, Ángel		Francisco Lozada		
RESUMEN					
N°	Actividades	TN (s)	TS (s)		
1	A	176,23	214,91		
2	B	654,52	798,20		
3	C	30,51	37,21		
4	D	30,25	36,89		
5	E	24,58	29,98		
6	F	37,65	45,91		
7	G	30,44	37,12		
8	H	52,56	64,10		
9	I	37,35	45,55		
10	J	122,66	149,59		
11	K	17,55	21,40		
12	L	249,52	304,29		
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		TN (s)= 1463,82	TN (min)= 24,40		
		TS (s)= 1785,15	TS (min)= 29,76		

Elaborado por: El Investigador.

- **Área de plantado**

Se presenta en la tabla 85 la descripción de actividades propuestas en el área de plantado, la tabla 86 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 87 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 88 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 85 Descripción de actividades propuestas área de plantado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 11
MATERIAL: Ensamblés y plantas	
OPERACIÓN: Armado de ensamble y planta	
MÁQUINA: Reactivadora de propiedades, prensadora, túnel de frío	
A Recepción de ensamble y planta en la máquina reactivadora de propiedades procedente de banda transportadora en el proceso anterior	C Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora
B Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteos con martillo	D Inspección de conjunto
	E Colocar conjunto en máquina túnel de frío
	F Transporte en banda transportadora a proceso de terminado

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 86 Tiempo normal propuesto área de plantado

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
ÁREA:	Plantado										Hora de Comienzo:	8:30					
OPERACIÓN:	Armado de ensamble y planta										Hora de Término:	12:30					
ESTUDIO N°:	11					MÁQUINA:	3					Operario:	Jorge				
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02										Observado por:						
NOTA:	Máquinas: Reactivadora, prensadora, túnel de frío										Francisco Lozada						
N°	Descripción del Elemento	CICLO (s)										RESÚMEN					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN		
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	B	84,27	84,38	83,01	82,65	83,19	83,25	83,50	81,83	82,36	83,48	831,92	83,19	1,08	89,85		
3	C	41,64	40,96	38,40	38,02	39,30	40,95	38,49	41,30	39,95	38,75	397,75	39,77	1,08	42,96		
4	D	21,40	21,22	24,18	22,88	22,22	23,12	22,42	24,87	23,89	22,15	228,34	22,83	1,08	24,66		
5	E	15,50	16,92	15,73	15,65	17,14	16,83	15,72	17,43	15,01	17,60	163,53	16,35	1,08	17,66		
6	F	218,74	216,31	222,61	217,01	217,33	220,37	217,31	220,02	221,49	219,88	2191,07	219,11	1,08	236,64		
													TN (s)	411,77			
													TN (min)	6,86			
Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal																	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 87 Cálculo de suplementos propuesto área de plantado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR							
ÁREA:	Plantado						
OPERACIÓN:	Armado de ensamble y planta						
ESTUDIO N°:	5		Género del Operario:	M	F		
OPERARIO:	Jorge		Realizado por:	Francisco Lozada			
Suplementos Constantes	A.	Suplemento por necesidades personales				Valor	5
	B.	Suplementos base por fatiga					4
Suplementos Variables	A.	Suplemento por trabajar de pie					2
	B.	Suplemento por postura anormal					2
	C.	Uso de fuerza/energía muscular					3
	D.	Mala iluminación					0
	E.	Condiciones atmosféricas					0
	F.	Concentración intensa					0
	G.	Ruido					1
	H.	Tensión mental					1
	I.	Monotonía					0
	J.	Tedio					0
					Total	18	
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$					TN (s)= 411,77	TN (min)= 6,86	
					TS (s)= 502,16	TS (min)= 8,37	
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar							

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 88 Tiempo estándar propuesto actividades área de plantado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES					
ÁREA:	Plantado		Hora de Comienzo:	8:30	
OPERACIÓN:	Armado de ensamble y planta		Hora de Término:	12:30	
ESTUDIO N°:	11	MÁQUINAS:	3	Operario:	Jorge
NOTA:	Máquinas: Reactivadora, prensadora, túnel de frío			Observado por:	
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02			Francisco Lozada	
		RESUMEN			
N°	Actividades	TN(s)		TS(s)	
1	A	-		-	
2	B	89,85		109,57	
3	C	42,96		52,39	
4	D	24,66		30,07	
5	E	17,66		21,54	
6	F	236,64		288,59	
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar		TN (s)= 411,77		TN (min)= 6,86	
		TS (s)= 502,16		TS (min)= 8,37	

Elaborado por: El Investigador.

• **Área de terminado**

Se presenta en la tabla 89 la descripción de actividades propuestas en el área de terminado, la tabla 90 muestra los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 91 muestra el cálculo de suplementos, y por último la tabla 92 muestra el cálculo y resultados de tiempos estándar propuesto para cada actividad.

Tabla 89 Descripción de actividades propuestas área de terminado

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	
PRODUCTO: Calzado Ortopédico ES-02	ESTUDIO N° 12
MATERIAL: Conjunto	
OPERACIÓN: Últimos toques	
MÁQUINA: -	
A Recepción de conjunto en la banda transportadora de máquina túnel de frío procedente del proceso anterior	
B Esperar que se ponga toda la orden de producción en estantería	
C Colocar crema en calzado, pintar ligeras imperfecciones, colocar pasadores en calzado, quemar hilos con caufín, pegar etiquetas	
D Inspección de calidad del producto	
E Colocar el par de zapatos en caja	
F Esperar que se coloque los demás pares de zapatos de la orden de producción en cajas	
G Transporte de cajas a bodega de producto terminado	
H Almacenar cajas en bodega de producto terminado	

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 90 Tiempo normal propuesto área de terminado

ESTUDIO DE TIEMPOS															
ÁREA:		Terminado								Hora de Comienzo:		8:30			
OPERACIÓN:		Últimos toques								Hora de Término:		12:30			
ESTUDIO N°:		12		MÁQUINA:		-			Operario:		Gladis				
PRODUCTO:		Calzado Ortopédico ES-02								Observado por:					
NOTA:		Uso de: Pintura, crema, pasadores, cautín, etiquetas, cajas								Francisco Lozada					
N°	Descripción del Elemento	CICLO (MIN)										RESÚMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T	Prom.	Id.	TN
1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	C	416,49	409,63	419,75	411,16	416,44	418,17	413,96	417,56	412,89	413,45	4149,50	414,95	0,98	406,65
4	D	33,54	33,03	35,33	35,75	36,28	34,01	34,14	36,83	35,88	36,90	351,69	35,17	0,98	34,47
5	E	13,73	12,63	15,04	15,14	13,85	14,91	14,76	14,97	12,83	13,27	141,12	14,11	0,98	13,83
6	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	G	37,17	38,12	38,65	36,07	37,34	39,39	39,66	39,80	36,42	37,86	380,47	38,05	0,98	37,29
8	H	118,52	118,87	118,25	120,02	120,30	118,14	118,50	120,45	119,88	119,68	1192,60	119,26	0,98	116,88
												TNT (s)		609,12	
												TNT (min)		10,15	

Nota: T = Total, Prom.= Promedio, Id.= Índice de desempeño, TN= Tiempo Normal

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 91 Cálculo de suplementos propuesto área de terminado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS						
ÁREA:		Terminado				
OPERACIÓN:		Últimos toques				
ESTUDIO N°:		12		Género del Operario:	M	F
OPERARIO:		Gladis		Realizado por:		Francisco Lozada
Suplementos Constantes					Valor	
	A.	Suplemento por necesidades personales			7	
Suplementos Variables	B.	Suplementos base por fatiga			4	
	A.	Suplemento por trabajar de pie			4	
	B.	Suplemento por postura anormal			1	
	C.	Uso de fuerza/energía muscular			1	
	D.	Mala iluminación			0	
	E.	Condiciones atmosféricas			0	
	F.	Concentración intensa			0	
	G.	Ruido			0	
	H.	Tensión mental			0	
	I.	Monotonía			0	
	J.	Tedio			0	
$TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{Suplementos}}{100})}$		Total			17	
		TN (s)= 609,12		TN (min)= 10,15		
		TS (s) =733,88		TS (min)= 12,23		
		Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar				

Elaborado por: El Investigador.

Tabla 92 Tiempo estándar propuesto actividades área de terminado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES					
ÁREA:	Terminado		Hora de Comienzo:	8:30	
OPERACIÓN:	Últimos toques		Hora de Término:	12:30	
ESTUDIO N°:	12	MÁQUINA:	-	Operario:	Gladis
PRODUCTO:	Calzado Ortopédico ES-02			Observado por:	
NOTA:	Uso de: Pintura, crema, pasadores, cautín, etiquetas, cajas			Francisco Lozada	
RESUMEN					
N°	Actividades	TN		TS	
1	A	-		-	
2	B	-		-	
3	C	406,65		489,94	
4	D	34,47		41,53	
5	E	13,83		16,66	
6	F	-		-	
7	G	37,29		44,93	
8	H	116,88		140,82	
Nota: TN= Tiempo Normal; TS= Tiempo Estándar				TN (s)= 609,12	TN (min)= 10,15
				TS (s)= 733,88	TS (min)= 12,23

Elaborado por: El Investigador.

A continuación, la tabla 93 muestra los tiempos estándar propuestos calculados de cada área del proceso productivo, en la producción de calzado ortopédico ES-02.

Tabla 93 Resumen de tiempo estándar propuesto de producción de calzado ortopédico ES-02

Cuadro de Tiempo Estándar Propuesto de Producción para Calzado Ortopédico ES-02		
Área	Tiempo Estándar (s)	Tiempo Estándar (min)
Corte	426,94	7,11
Destallado	597,72	9,96
Aparado	1524,77	25,42
Armado	1785,15	29,76
Plantado	502,16	8,37
Terminado	733,88	12,23
Total	5570,62	92,85

Elaborado por: El Investigador.

Después de realizar el estudio de tiempos propuesto, a continuación, la tabla 94 muestra el resumen de tiempos estándar en el proceso productivo actual vs el resumen de tiempos estándar en el proceso productivo propuesto.

Tabla 94 Tiempo estándar actual vs propuesto

Cuadro de Tiempo Estándar de Producción Actual Vs Propuesto para Calzado Ortopédico ES-02		
	Estudio Actual	Estudio Propuesto
Área	Tiempo Estándar (min)	Tiempo Estándar (min)
Corte	7,88	7,11
Destallado	11,16	9,96
Aparado	26,66	25,42
Armado	35,54	29,76
Plantado	8,37	8,37
Terminado	13,18	12,23
Total	102,79	92,85

Elaborado por: El Investigador.

4.4.3 Cálculo propuesto de la capacidad de producción por áreas

- **Área de corte**

Para determinar la capacidad de producción se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{1}{\text{Tiempo Estándar}} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{7,10 \text{ cortes/min}}$$

$$C_p = 0,141 \text{ cortes/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 135,02 \text{ cortes / jornada}$$

- **Área de destallado**

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{9,96 \text{ cortes/min}}$$

$$C_p = 0,100 \text{ cortes/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 96,39 \text{ cortes / jornada}$$

- **Área de aparado**

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{25,42 \text{ ensambles/min}}$$

$$C_p = 0,039 \text{ ensambles/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 37,77 \text{ ensambles / jornada}$$

- **Área de armado**

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{29,76 \text{ ensambles/min}}$$

$$C_p = 0,034 \text{ ensambles/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 32,26 \text{ ensambles y plantas / jornada}$$

- **Área de plantado**

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{8,37 \text{ pares/min}}$$

$$C_p = 0,119 \text{ pares/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 114,70 \text{ ensambles y plantas / jornada}$$

- **Área de terminado**

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{12,23 \text{ cajas/min}}$$

$$C_p = 0,078 \text{ cajas/min} \times 480 \text{ min/jornada} \times 2 \text{ par}$$

$$C_p = 78,50 \text{ cajas de zapatos / jornada}$$

4.4.4 Capacidad de producción total propuesto

$$C_p = \frac{1}{TS} \quad (10)$$

$$C_p = \frac{1}{92,84 \text{ lote/min}}$$

$$C_p = 0,010771 \text{ lote/min} = 0,6463 \text{ lote/h}$$

Análisis de la capacidad de producción total propuesta

Después de calcular la capacidad de producción que tiene el estudio propuesto en cada área del proceso productivo, se procede a calcular la capacidad de producción

total, ayudándonos del tiempo estándar final que tiene el proceso productivo en la realización de calzado ortopédico ES-02.

Es así que el estudio propuesto del proceso de producción de calzado ortopédico ES-02 es capaz de producir 0,010771 lotes por minuto.

A continuación, la tabla 95 muestra la capacidad de producción que tiene cada área del proceso productivo actual vs la capacidad de producción de cada área propuesta.

Tabla 95 Capacidad de producción actual vs propuesta

Cuadro de Capacidad de Producción Actual Vs Propuesto para Calzado Ortopédico ES-02			
Área	Estudio Actual	Estudio Propuesto	Porcentaje de Mejora
Corte	121,83	135,02	10,82%
Destallado	86,02	96,39	12,06%
Aparado	36,01	37,77	4,89%
Armado	27,01	32,26	19,44%
Plantado	114,70	114,70	-
Terminado	72,84	78,50	7,77%

Elaborado por: El Investigador.

4.4.5 Cálculo del incremento de producción

Para el cálculo del incremento de producción se toma en cuenta variables como:

- ✓ **Cpta**= Capacidad de producción total actual = 0,5837 lote/h
- ✓ **Cptp**= Capacidad de producción total propuesta = 0,6463 lote/h
- ✓ **A**= Aumento de producción
- ✓ **%I**= Incremento de producción

$$A = Cptp - Cpta$$

$$A = (0,6463 - 0,5837) \text{ [lote/h]}$$

$$A = 0,0626 \text{ [lote/h]}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Cpta} = 0,5837 \\
 \text{A} = 0,0626
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \nearrow 100\% \\
 \searrow \%I
 \end{array}$$

%I = 10,72

Análisis de la eficiencia obtenida

Con el método actual la planta de producción de la empresa Calzado Liwi trabaja a un tiempo estándar de 102,79 min para la fabricación de una caja con un par de zapatos ortopédicos tipo ES-02. Mientras que, con el nuevo método de trabajo propuesto, se logrará mejorar su tiempo estándar a 92,84 min, con estos antecedentes se obtendrá un incremento de producción del 10,72%.

4.5 Balanceo de líneas

El balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende un buen tiempo de fabricación, el objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso [15].

Lo que se busca en este proyecto de investigación es minimizar el desequilibrio entre operaciones mientras se cumple con la producción requerida, es decir igualar la carga de trabajo entre operaciones, reducir o eliminar tiempo ocioso y de ese modo lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipos.

Se realizó un balanceo de líneas con las actividades realizadas en cada área de producción en la empresa Calzado LIWI, y también se realizó un balanceo general de todo el proceso productivo en sí.

Para el balanceo de líneas se descartó actividades como esperas o demoras donde la materia prima obligatoriamente tiene que esperar como en actividades de secado, donde el operario no se involucra, también se descartó actividades de transporte

cuando la materia prima se mueve en bandas transportadoras de un área a otra, ya que el operario no participa en ese tiempo de transporte.

Para las tablas de balance de líneas se ocupó el tiempo estándar de cada actividad en su respectiva área de producción, con una producción diaria esperada de 70 pares de calzado ortopédico, y una jornada de trabajo de 8 horas, es decir 480 min [26].

Para la obtención de los minutos necesarios de cada actividad para fabricar la cantidad de 70 pares al día se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Minutos Necesarios} = \text{Tiempo Estándar} \times \text{Producción/día} \quad (11)$$

Para calcular la cantidad de puestos teóricos, es decir el número de operarios que se necesita para realizar todas las actividades en cada área de producción, se divide los minutos necesarios de la ecuación 11 para la jornada total de trabajo (480 min) [26].

$$\text{Cantidad de Puestos Teóricos} = \text{Minutos Necesarios/Jornada de trabajo} \quad (12)$$

Para la obtención de cantidad de puestos reales depende mucho del criterio del investigador, ya que la cantidad de puestos teóricos se relacionan como el porcentaje que desempeña un operario al realizar sus labores, es decir si el valor en la casilla de cantidad de puestos teóricos es 1, significa que el operario está trabajando al 100% en la jornada. Por otro lado, si el valor es 0,12 significa que el operario está trabajando el 12% en esa actividad, para este caso se coloca en las casillas valores entre letras y números, esto para poder diferenciarlos. Por ejemplo, en el mismo caso de 0,12, en la casilla de cantidad de puestos reales se pondría 1A donde, A es la identificación del operario y el 1 es el mismo operario que va a desempeñar esa actividad, pero también deberá realizar otra u otras actividades para que pueda completar el 88% restante [26].

Para el cálculo de minutos sobrantes se deberá multiplicar la cantidad de puestos reales por la jornada de trabajo y restarlo de los minutos necesarios de cada operación que intervino el trabajador.

$$\text{Minutos Sobrantes} = \text{Cantidad de Puestos Reales} \times \text{Jornada de Trabajo} - \text{Minutos Necesarios} \quad (13)$$

Para el cálculo del índice de desocupación se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Desocupación} = \frac{\text{Total de Minutos Sobrantes}}{\text{Total de Cantidad de Puestos reales} \times \text{Jornada de Trabajo}} \times 100 \quad (14)$$

Mientras este porcentaje se acerque a 0 es mejor, ya que indica que los operarios no van a pasar desocupados [26].

Tabla 96 Balanceo de líneas área de corte

BALANCEO DE LÍNEAS										
Área:	Producción:			Producción esperada:	Jornada de Trabajo:			Fecha:		
Corte	135,02 cortes/día			70 pares/día	480 min			Hoja: 1		
#	Operación			TS (min)	Minutos necesarios	Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
	Ítem	Descripción	Máquina							
1	A	Recepción de materia prima	-	0,63	44,28	0,09	A			
2	B	Corte de piezas de cuero y forro a mano	-	2,31	161,99	0,34	A			
3	C	Corte de piezas de cuero, forro y látex a troqueladora	Troqueladora	3,13	219,16	0,46	A			
4	D	Contar e inspeccionar cortes de cuero, forro y látex	-	0,50	35,20	0,07	A			
5	E	Colocar en gavetas	-	0,21	14,92	0,03	A			
6	F	Transporte a Destallado		0,32	22,54	0,05	A			
Total General				7,11	498,09	1,04	1	0	1	0%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de corte

En esta área actualmente se trabaja con 1 sola operaria, sin embargo, la cantidad de puestos teóricos necesarios es de 1,04. Para este caso se puede contemplar dos opciones:

- Exigir a la operaria que trabaje a un ritmo de 104% que en casos prácticos en las industrias se lo realiza contratando previamente a un excelente trabajador.
- Que la operaria trabaje a un ritmo de 100% y el 4% restante se encargue el operario de la siguiente área.

Para esta investigación se ha optado por la primera opción, es decir que la operaria en el área de corte identificada como (A), trabaje a un ritmo de 104% que denota que cumplirá sin ninguna demora su carga de trabajo.

Es así que con esta propuesta de balanceo de líneas en el área de corte no existirá minutos sobrantes ya que la operaria A trabajará al mejor ritmo sin perder tiempo.

La cantidad de máquinas para esta área será de 1 máquina troqueladora, para realizar cortes de cuero, forro y látex.

El índice de desocupación para esta área será de 0%, ya que la operaria A realizará su carga laboral completa realizando actividades de corte.

Tabla 97 Balanceo de líneas área de destallado

BALANCEO DE LÍNEAS										
Área: Destallado		Producción:		96,39 cortes/día	Producción esperada:	70 pares/día	Jornada de Trabajo: 480 min			Fecha:
		Operación							Hoja: 2	
#	Ítem	Descripción	Máquina	TS (min)	Minutos necesarios	Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
1	A	Rayado de piezas con mina	-	2,15	150,82	0,31	B			
2	B	Pintado de bordes de piezas	-	0,97	68,01	0,14	C			
3	C	Destallado de calibre de piezas	Destalladora1	1,73	120,89	0,25	B		1	
4	D	Destallado de doblados y tumbados de piezas	Destalladora2	1,80	125,93	0,26	B		1	
5	E	Inspección de destallado para doblados y tumbados	-	0,67	47,15	0,10	C	422,73		
6	F	Colocar en gavetas		0,17	12,05	0,03	B			
7	G	Transporte a Aparado	-	0,18	12,44	0,03	B			
		Total General	-	7,68	537,27	1,12	2	422,73	2	44,03%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de destallado

En el área de destallado, la cantidad de puestos teóricos necesarios es de 1,12, es decir 2 puestos reales. Cabe mencionar que el operario B realizará el 100% de su carga laboral en ésta área, pero el operario C solo realizará un 12% de su carga laboral, cumpliendo actividades de pintado de bordes de piezas e inspección de cortes destallados. Por ende, éste operario C, tendrá que cumplir el resto de sus funciones en otra área del proceso productivo que lo requiera.

Es así que con esta propuesta de balanceo de líneas en el área de aparado existirá 422,73 minutos sobrantes del operario C, con un índice de desocupación del 44,03% pero el operario nivelará estos minutos que tiene de sobra, cumpliendo labores en otra área del proceso productivo.

Tabla 98 Balanceo de líneas área de aparado

BALANCEO DE LÍNEAS										
Área: Aparado	Producción:			37,77 ensambles	Producción esperada:	70 pares/día	Jornada de Trabajo: 480 min			Fecha:
#	Operación			TS (min)	Minutos necesarios	Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
Ítem	Descripción	Máquina								
1	A	Pegar piezas de cuero con forro, látex y etiquetas	-	2,84	199,14	0,41	D			
2	B	Cosido de piezas	Máquina de coser	13,79	965,08	2,01	E,F	-5,08	2	
3	C	Perforar huecos para cordones y realizar ojales	-	1,75	122,62	0,26	D			
4	D	Inspección de ensamble (piezas pegadas, cosidas y perforadas)		0,64	44,75	0,09	D			
5	E	Realizar plantilla ortopédica	Máquina de coser	4,16	291,28	0,61	G		1	
6	F	Unir plantilla con ensamble	-	0,93	64,80	0,13	G			
7	G	Inspección unión ensamble y plantilla ortopédica		0,47	32,98	0,07	G			
8	H	Colocar en jvas		0,52	36,07	0,08	D	77,42		
9	I	Transporte a Pre-armado	-	0,32	22,19	0,05	G	68,75		
		Total General		25,41	1778,91	3,71	4	141,09	3	7,35%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de aparado

En el área de aparado, la cantidad de puestos teóricos necesarios es de 3,71 es decir 4 puestos reales. Cabe mencionar que solo para el cosido de piezas se necesitarán dos operarios (E, F) ya que es la actividad que más tiempo demanda en esta área, en el resto de actividades, los otros dos operarios (D, G) realizarán estas tareas cumpliendo así su cargo de trabajo.

Es así que el operario D, realizará actividades de pegado, perforado, inspección de ensamble, y colocado de ensambles en jivas; mientras que el operario G, realizará la plantilla ortopédica, unirá la plantilla con el ensamble, inspeccionará y transportará a pre-armado tal como muestra la tabla 98.

La cantidad de máquinas para esta área serán tres máquinas de coser, las cuales se repartirán, dos en el cosido de piezas, y una para poder realizar la plantilla ortopédica.

Los minutos sobrantes para esta área es de 141,09, con un índice de desocupación de 7,35%.

Tabla 99 Balanceo de líneas área de armado

Área: Armado		Producción:		32,26 ensambles y plantas	Producción esperada:	70 pares/día	Jornada de Trabajo: 480 min			Fecha:
										Hoja: 4
#	Operación			TS (min)	Minutos necesarios	Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
	Ítem	Descripción	Máquina							
1	A	Colocar punteras y contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y conformadora de talones	Fijadora de puntas, Conformadora talones.	3,58	250,73	0,52	C		2	
2	B	Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores	-	13,30	931,23	1,94	H,I	28,77		
3	C	Inspección de pre-armado		0,62	43,41	0,09	J			
4	D	Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas	Reactivadora capellada, Armadora de puntas,	0,61	43,04	0,09	J		2	
5	E	Inspección de capellada y punta	-	0,50	34,98	0,07	J			
6	F	Colocar ensamble en máquinas reactivadora de talones, armadora de lados y armadora de talones	Reactivadora de talón, Armadora de lados, Armadora de talón.	0,77	53,56	0,11	J		3	
7	G	Inspección de talones y lados		0,62	43,31	0,09	C			
8	H	Colocar brillo y pegamento a planta		1,07	74,78	0,16	C	-3,98		
9	I	Colocar en estantería		0,76	53,14	0,11	J	426,86		
		Total General		21,83	1528,18	3,18	4	451,65	7	23,52%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de armado

En el área de armado, para una producción diaria esperada de 70 cajas de calzado, la cantidad de puestos teóricos necesarios es de 3,18 es decir 4 puestos reales.

El operario C, quien cumpliría parte de su carga laboral en el área de destallado realizará el resto de sus actividades en armado para poder cumplir su carga laboral completa.

La actividad que más tiempo demanda es colocación de ensambles en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores, es por eso que se necesitará de dos operarios para que cumplan dichas actividades (H, J).

El resto de actividades se encargará de realizar el operario J, cumpliendo un 47% de su carga laboral en esta área, por lo que deberá cumplir el resto de su carga laboral realizando actividades en otra área.

Existe 451,65 minutos sobrantes y un índice de desocupación de 23,52%, en esta área correspondiente al operario J quien nivelará estos minutos de sobra en la siguiente área.

Tabla 100 Balanceo de líneas área de plantado

Área: Plantado		Producción:	114,70 pares	Producción esperada:	70 pares/día	Jornada de Trabajo: 480 min			Fecha:	
		Operación				Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
#	Ítem	Descripción	Máquina	TS (min)	Minutos necesarios					
1	A	Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteos con martillo	Reactivadora de propiedades	1,83	127,83	0,27	J		1	
2	B	Colocar conjunto pre-plantado en máquina prensadora	Prensadora	0,87	61,12	0,13	J		1	
3	C	Inspección de conjunto		0,50	35,08	0,07	J			
4	D	Colocar conjunto en máquina túnel de frío	Túnel de frío	0,36	25,13	0,05	J	2,70	1	
		Total General		3,56	249,17	0,52	1	2,70	3	0,56%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de plantado

En el área de plantado para una producción diaria esperada de 70 pares de zapato, la cantidad de puestos teóricos es de 0,52, es decir 1 operario.

El operario J, quien realizó actividades en la anterior área, necesita cumplir más actividades para poder satisfacer su carga laboral, es así que, realizando actividades de plantado, cumplirá a cabalidad su carga, con 2,70 minutos sobrantes, y un índice de desocupación de 0,56%.

El número de máquinas en esta área es de 3; pero la que el operario usa para sus actividades es la prensadora, las otras dos son bandas transportadoras, donde el proceso no necesita de operario, ya que mientras se transporta, el calzado va cambiando propiedades en procesos termodinámicos.

Tabla 101 Balanceo de líneas área de terminado

Área: Terminado		Producción:	78,50 pares	Producción esperada:	70 pares/día	Jornada de Trabajo: 480 min			Fecha:	
		Operación		TS (min)	Minutos necesarios	Cantidad de Puestos teóricos	Cantidad de puestos reales	Minutos sobrantes	Hoja: 6	
#	Ítem	Descripción	Máquina						Cantidad de Máquinas	Índice de Desocupación
1	A	Colocar crema en calzado, pintar ligeras imperfecciones, colocar pasadores en calzado, quemar hilos con cautín, pegar etiquetas	-	8,17	571,60	1,19	K,L			
2	B	Inspección de calidad del producto	-	0,69	48,45	0,10	L			
3	C	Colocar el par de zapatos en caja	-	0,28	19,44	0,04	L			
4	D	Transporte de cajas a bodega de producto terminado	-	0,75	52,42	0,11	L			
5	E	Almacenar cajas en bodega de producto terminado	-	2,35	164,29	0,34	L			
		Total General		12,23	856,19	1,78	2	103,81	0	10,81%

Elaborado por: El Investigador.

Interpretación de resultados de balanceo de líneas de área de terminado

En el área de terminado, la cantidad de puestos teóricos necesarios es de 1,78 es decir 2 puestos reales.

Para actividades como colocar crema en calzado, pintar imperfecciones, colocar pasadores, quemar hilos y pegar etiquetas, es en donde más tiempo se necesita, y por ende los dos operarios de esta área deben trabajar aquí con la diferencia de que el operario K, cumplirá toda su carga laboral aquí mientras el operario L, realizará el resto de actividades de esta área para poder cumplir su carga.

Los minutos sobrantes para esta área es de 103,81 con un índice de desocupación del 10,81%.

En total en el proceso productivo de la empresa calzado Liwi se necesita de 12 operarios para poder trabajar a un ritmo óptimo y poder aprovechar ese rendimiento viéndolo reflejado en mejoras de producción y productividad. La tabla 102 presenta un resumen de las áreas del proceso productivo con los operarios necesarios en cada una de ellas.

Tabla 102 Resumen de balanceo de líneas en el proceso productivo en Calzado LIWI

BALANCEO DE LÍNEAS				
Producción esperada : 70 cajas de calzado/día			Jornada de trabajo: 480 minutos/día	
Área	Tiempo Estándar (TS)	Minutos Necesarios	Cantidad de puestos teóricos	Cantidad de puestos reales
Corte	7,11	498,09	1,04	A
Destallado	9,96	537,27	1,12	B,C
Aparado	25,42	1778,91	3,71	D,E,F,G
Armado	29,76	1528,18	3,18	H,I,C,J
Plantado	8,37	249,17	0,52	J
Terminado	12,23	856,19	1,78	K,L
TOTAL	92,84	5447,81	11,35	12

Elaborado por: El Investigador.

Justificación del balanceo de líneas

Actualmente la empresa Calzado Liwi está trabajando con 11 operarios, según la propuesta del balanceo de líneas se necesitará el aporte de 1 operario más. Con esta nueva incorporación se brindaría otros resultados como mayor producción, mayor utilidad de los recursos, mejoramiento de la eficiencia e incremento de la productividad. Gracias al balanceo de líneas se logra reducir los tiempos en la fabricación de calzado ortopédico, ya que con la incorporación de 1 operario más se alivianaría el flujo de tareas, además todas las líneas de producción estarían balanceadas, es decir todos los operarios estarían trabajando a un ritmo óptimo, cumpliendo a cabalidad las cargas laborales al realizar el calzado ortopédico ES-02.

4.6 Distribución de planta

4.6.1 Cálculo del costo de mover el material

Para realizar una distribución de planta es preciso hacer un análisis de costo de manejo de materiales, la empresa Calzado LIWI tiene 6 áreas en el proceso productivo donde se realizan los pasos necesarios para poder determinar el costo de mover los materiales, en base a quien realice el movimiento, en este caso son los operarios de cada área, por lo que se tomó en cuenta los sueldos que perciben los operarios.

Se debe tomar en cuenta todos los beneficios de la ley ecuatoriana que perciben los operarios:

Salario básico (SB): Es el valor mínimo que puede recibir un trabajador mensualmente. En el 2017 este salario es de \$375,00.

Décimo tercer sueldo (XIII): Es un beneficio que reciben los trabajadores de dependencia y corresponde a una remuneración equivalente a la doceava parte de las remuneraciones que hubieren percibido durante el año calendario.

Décimo cuarto sueldo (XIV): Es un beneficio equivalente al salario básico y lo deben percibir todos los trabajadores bajo relación de dependencia, indistintamente de su cargo o remuneración.

Fondos de reserva: Es un beneficio que tienen los trabajadores con relación de dependencia, le corresponde recibir al año la mitad de la remuneración que hubiera percibido durante el año calendario que el empleador debe aportar al IESS. Es decir 8,33% del sueldo percibido.

Aporte IESS: Es un derecho que tienen los trabajadores de dependencia por parte de su empleador, que es el 11,15% del salario que percibe.

Cada operario en la empresa Calzado Liwi recibe \$375 por su labor, más \$31,25 que equivale al porcentaje mensual del décimo tercero, más \$31,25 que equivale al porcentaje mensual de décimo cuarto, más \$31,24 de fondo de reserva y más \$41,81 del aporte del empleador al IESS. Por lo tanto, un operario percibe \$510,55 mensualmente trabajando en la empresa Calzado Liwi.

A este valor se le divide para 30 días del mes por 8 horas diarias que trabaja el operario:

$$= \frac{510,55 \text{ dólares/mes}}{30 \text{ días} * 8 \text{ horas}}$$

para finalmente determinar el costo de cada operario por hora:

$$= 2,13 \text{ dólares/hora}$$

Ahora se realizan los cálculos concernientes para determinar el costo de mover la materia prima a través de la línea de producción de la empresa Calzado Liwi, a través de los tiempos de transporte de cada área:

Tabla 103 Tiempos de traslado entre procesos

N°	Desde	N°	Hacia	Tiempo/material
1	Bodega de Materia Prima	2	Corte	0,633 min
2	Corte	3	Destallado	0,322 min
3	Destallado	4	Aparado	0,178 min
4	Aparado	5	Armado	0,317 min
5	Armado	6	Plantado	5,072 min
6	Plantado	7	Terminado	4,810 min
7	Terminado	8	Bodega de Producto Terminado	0,749 min

Elaborado por: El Investigador.

- **Costo de mover de bodega de materia prima hacia corte**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 0,633 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,0224 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de corte hacia destallado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 0,322 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,0114 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de destallado hacia aparado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 0,178 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,0063 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de aparado hacia armado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 0,317 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,0113 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de armado hacia plantado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 5,072 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,1801 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de plantado hacia terminado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 4,810 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,1708 \text{ dólares}$$

- **Costo de mover de terminado hacia bodega de producto terminado**

$$\text{Costo} = 2,13 \frac{\text{dólares}}{\text{hora}} \times 0,749 \frac{\text{minutos}}{\text{material}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\text{Costo} = 0,0266 \text{ dólares}$$

Tabla 104 Costos de mover material en el proceso productivo

N°	Desde	N°	Hacia	Costo \$/material
1	Bodega de Materia Prima	2	Corte	0,0224 dólares
2	Corte	3	Destallado	0,0114 dólares
3	Destallado	4	Aparado	0,0063 dólares
4	Aparado	5	Armado	0,0113 dólares
5	Armado	6	Plantado	0,1801 dólares
6	Plantado	7	Terminado	0,1708 dólares
7	Terminado	8	Bodega de Producto Terminado	0,0266 dólares

Elaborado por: El Investigador.

Para poder observar de una manera más explicativa y comprender el costo de mover los materiales entre procesos se elaboró la tabla 105, el fin de elaborar esta tabla de doble entrada es para poder identificar los costos de transportar el material tomando como base el tiempo que se recorre y el costo de la hora de trabajo.

Tabla 105 Matriz para costos de transporte de material

HACIA \ DESDE	Bodega de Materia Prima	Corte	Destallado	Aparado	Armado	Plantado	Terminado	Bodega de Producto Terminado
Bodega de Materia Prima		0,0224	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corte			0,0114	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Destallado				0,0063	0,00	0,00	0,00	0,00
Aparado					0,0113	0,00	0,00	0,00
Armado						0,1801	0,00	0,00
Plantado							0,1708	0,00
Terminado								0,0266
Bodega de Producto Terminado								

Elaborado por: El Investigador.

4.6.2 WinQSB software para distribución de instalaciones

Después de calcular el costo de mover los materiales en el proceso productivo, se procede a usar los datos obtenidos e introducirlos en el programa WinQSB, a continuación, se presenta un modelo de solución de acuerdo a los resultados del análisis de tiempos y movimientos y el costo de mover materiales a través de las áreas del proceso productivo.

Para la resolución de la distribución de planta se utiliza el módulo FLL (Facility Location and Layout) método heurístico basado en el algoritmo CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique), el cual permite obtener la mejor distribución de una planta existente a través de transposiciones sucesivas de sus departamentos o unidades estructurales, hasta alcanzar el costo mínimo de las interrelaciones entre operaciones o áreas del proceso productivo [21].

Ingreso de datos en el programa WinQSB

Al ingresar al programa WinQSB, se escoge la opción Facility Location and Layout tal como muestra la figura 45.

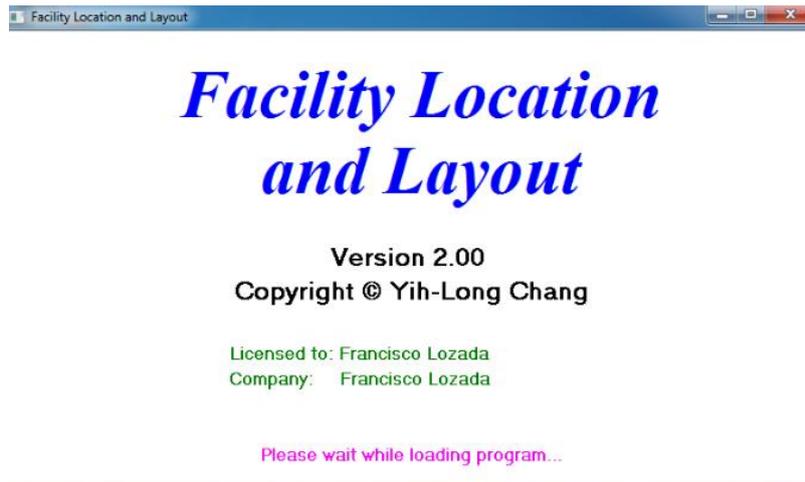


Figura 45 Pantalla Facility Location and Layout

Antes de ingresar los datos en el software se realiza una malla que represente la distribución actual de la empresa Calzado Liwi, como se muestra en la figura 46 para determinar el número de filas y columnas y además que servirá para poder ubicar las coordenadas de cada departamento y ubicarlos en el software.

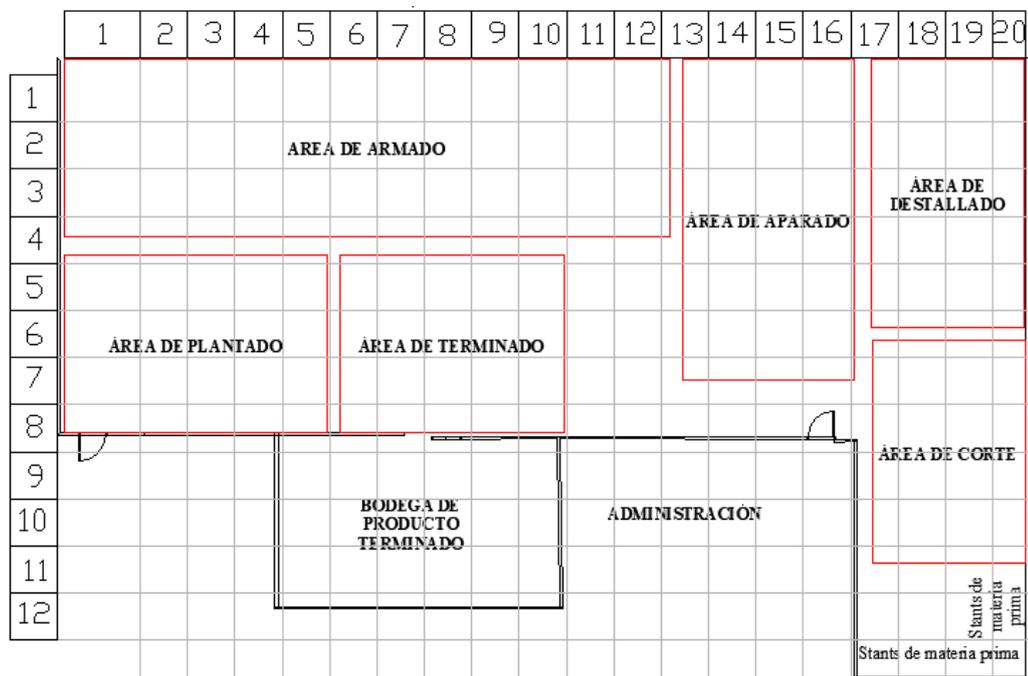


Figura 46 Malla de la distribución actual de la empresa Calzado Liwi

Se desplegará una barra de opciones donde se podrá iniciar un nuevo proyecto, se ingresa un título, se escoge el tipo de problema que se desea resolver, para este proyecto de

investigación será Funcional Layout, se anota el número de departamentos que se desea distribuir, en este proyecto serán 8 departamentos: 6 áreas de proceso productivo, 1 bodega de materia prima y 1 bodega de producto terminado. Se escribe el número de filas 12 y columnas 20, tal como muestra la figura 47.

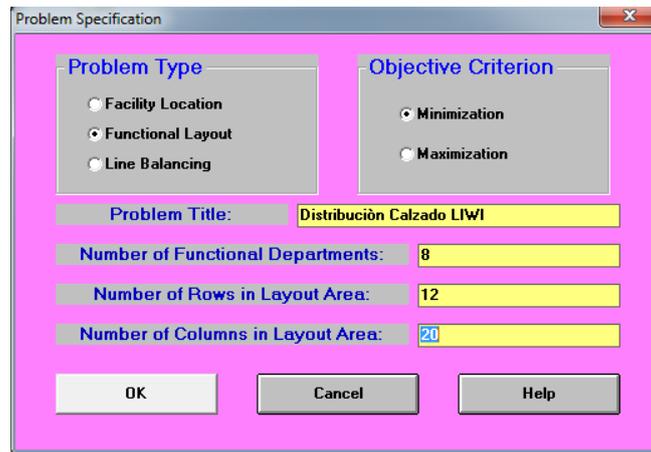


Figura 47 Ingreso de datos en WinQSB

Se procede a ingresar el flujo que se transporta entre departamentos sobre el costo mensual de mover el material entre departamentos. Para poder identificar a cada departamento se estableció la siguiente codificación:

Tabla 106 Codificación de departamentos para WinQSB

Código	Departamento
A	Bodega Materia Prima
B	Corte
C	Destallado
D	Aparado
E	Armado
F	Plantado
G	Terminado
H	Bodega Producto Terminado

Elaborado por: El Investigador.

Es necesario establecer en la columna Location Fixed si el departamento es fijo o móvil, en esta distribución todos los departamentos de producción son móviles a excepción de

la bodega de producto terminado. Se ingresa las coordenadas donde se encuentran cada uno de los departamentos, y el flujo de material con el costo de moverlo entre cada área del proceso productivo, tal como muestra la figura 48, guiándose en el plano de malla de distribución actual de la empresa Calzado LIWI.

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	To Dep. 6 Flow/Unit Cost	To Dep. 7 Flow/Unit Cost	To Dep. 8 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., {3,5}, {1,1}-{2,4}]
1	1	No		200/0.0224							{11,16}-{12,20}
2	2	No			135.21/0.0114						{6,5,17,5}-{11,5,20}
3	3	No				96.39/0.0063					{1,17,5}-{6,20}
4	4	No					37.77/0.0113				{1,13,5}-{7,5,16}
5	5	No						32.26/0.1801			{1,1}-{4,5,12}
6	6	No							114.70/0.1708		{4,5,1}-{8,5,5}
7	7	No								78.50/0.0266	{4,5,6,5}-{8,5,10}
8	8	Yes									{9,4}-{11,5,10}

Figura 48 Ingreso de flujo de materiales y costos a WinQSB

Finalmente se pone en solucionar el proyecto y aparecerá un cuadro de dialogo donde se presenta las opciones de solución, así como las de cálculo de distancias, para este caso se utiliza la opción (Improve by Exchanging 2 then 3 departamentos), y la distancia Euclidiana con esto el programa dará la solución que presente mejor optimización de recursos, tanto en espacio físico como económico. La figura 49 muestra la selección de estas opciones.

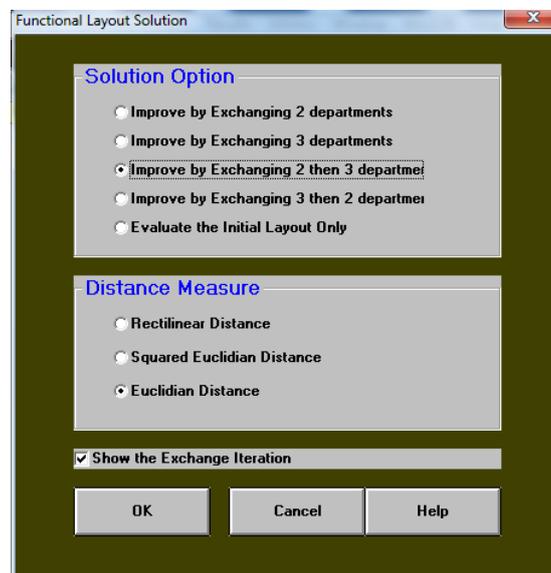


Figura 49 Selección del tipo de solución en WinQSB

Se obtiene el Layout inicial como muestra la figura 50, donde se puede visualizar la disposición de las áreas en el proceso productivo para la elaboración de calzado tipo ortopédico, siendo el costo de movimiento de material inicial de \$168,80.

5.1 Initial Layout for DISTRIBUCION CALZADO LIWI																				
r/c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E		D	D	D		C	C	C
2	E											E		D		D		C		C
3	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E			D		D		C		C
4	F	F	F	F	F	G	G	G	G	G	E	E		D		D		C		C
5	F				F	G				G				D		D		C		C
6	F				F	G				G				D		D		C	C	C
7	F				F	G				G				D		D		B	B	B
8	F	F	F	F	F	G	G	G	G	G				D	D	D		B		B
9				H	H	H	H	H	H	H								B		B
0				H						H								B		B
1				H						H						A	A	B		B
2				H	H	H	H	H	H	H						A	A	B	B	B
Total Cost =168,80 (Euclidian Distance)																				

Figura 50 Layout inicial en WinQSB

En la figura 51 se observa la primera iteración con el cambio de lugares del área (E) armado, con el área (F) plantado; con un costo de movimiento de material de \$155,32.

5.1 Layout After Iteration 1 for DISTRIBUCION CALZADO LIWI																				
r/c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		D	D	D		C	C	C
2	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		D		D		C		C
3	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F		D		D		C		C
4	E				E	G	G	G	G	G	E	E		D		D		C		C
5	E				E	G				G				D		D		C		C
6	E				E	G				G				D		D		C	C	C
7	E				E	G				G				D		D		B	B	B
8	E	E	E	E	E	G	G	G	G	G				D	D	D		B		B
9				H	H	H	H	H	H	H								B		B
0				H						H								B		B
1				H						H						A	A	B		B
2				H	H	H	H	H	H	H						A	A	B	B	B
Total Cost =155,32 Switch Departments: E F (Euclidian Distance)																				

Figura 51 Iteración 1 en WinQSB

En la figura 52 se observa la segunda iteración con el cambio de lugares del área (E) armado, con el área (G), terminado; con un costo de movimiento de material de \$131,09.

S.1. Layout After Iteration 2 for DISTRIBUCION CALZADO LIWI																					
r c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		D	D	D		C	C	C	
2	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F		D		D		C		C	
3	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	F		D		D		C		C	
4	G				G	E	E	E	E	E	G	G		D		D		C		C	
5	G		G	G	G	E				E				D		D		C		C	
6	G	G	E	E	E					E				D		D		C	C	C	
7	E	E								E				D		D		B	B	B	
8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E				D	D	D		B		B	
9				H	H	H	H	H	H	H								B		B	
0				H						H								B		B	
1				H						H							A	A	B		B
2				H	H	H	H	H	H	H							A	A	B	B	B
Total Cost =131,09 Switch Departments: E G (Euclidian Distance)																					

Figura 52 Iteración 2 en WinQSB

En la figura 53 se observa la tercera iteración con el cambio de lugares del área (F) plantado, con el área (G), terminado; con un costo de movimiento de material de \$123,95.

S.1. Layout After Iteration 3 for DISTRIBUCION CALZADO LIWI																					
r c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		D	D	D		C	C	C	
2	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		D		D		C		C	
3	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	G		D		D		C		C	
4	F				F	E	E	E	E	E	F	F		D		D		C		C	
5	F		F	F	F	E				E				D		D		C		C	
6	F	F	E	E	E					E				D		D		C	C	C	
7	E	E								E				D		D		B	B	B	
8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E				D	D	D		B		B	
9				H	H	H	H	H	H	H								B		B	
0				H						H								B		B	
1				H						H							A	A	B		B
2				H	H	H	H	H	H	H							A	A	B	B	B
Total Cost =123,95 Switch Departments: F G (Euclidian Distance)																					

Figura 53 Iteración 3 en WinQSB

En la figura 54 se observa la cuarta y última iteración con el cambio de lugares del área (A) bodega de materia prima, con el área (B), corte; con un costo de movimiento de material de \$121,62.

Final Layout After 4 Iterations for DISTRIBUCION CALZADO LIWI																				
r/c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		D	D	D		C	C	C
2	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G		D		D		C		C
3	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	G		D		D		C		C
4	F				F	E	E	E	E	E	F	F		D		D		C		C
5	F		F	F	F	E				E				D		D		C		C
6	F	F	E	E	E					E				D		D		C	C	C
7	E	E								E				D		D		B	B	A
8	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E				D	D	D		B	B	A
9				H	H	H	H	H	H	H								B	B	A
0				H						H								B	B	A
1				H						H						B	B			B
2				H	H	H	H	H	H	H						B	B	B	B	B
Total Cost =121,62 (Euclidian Distance)																				

Figura 54 Iteración 4 en WinQSB (Layout Final)

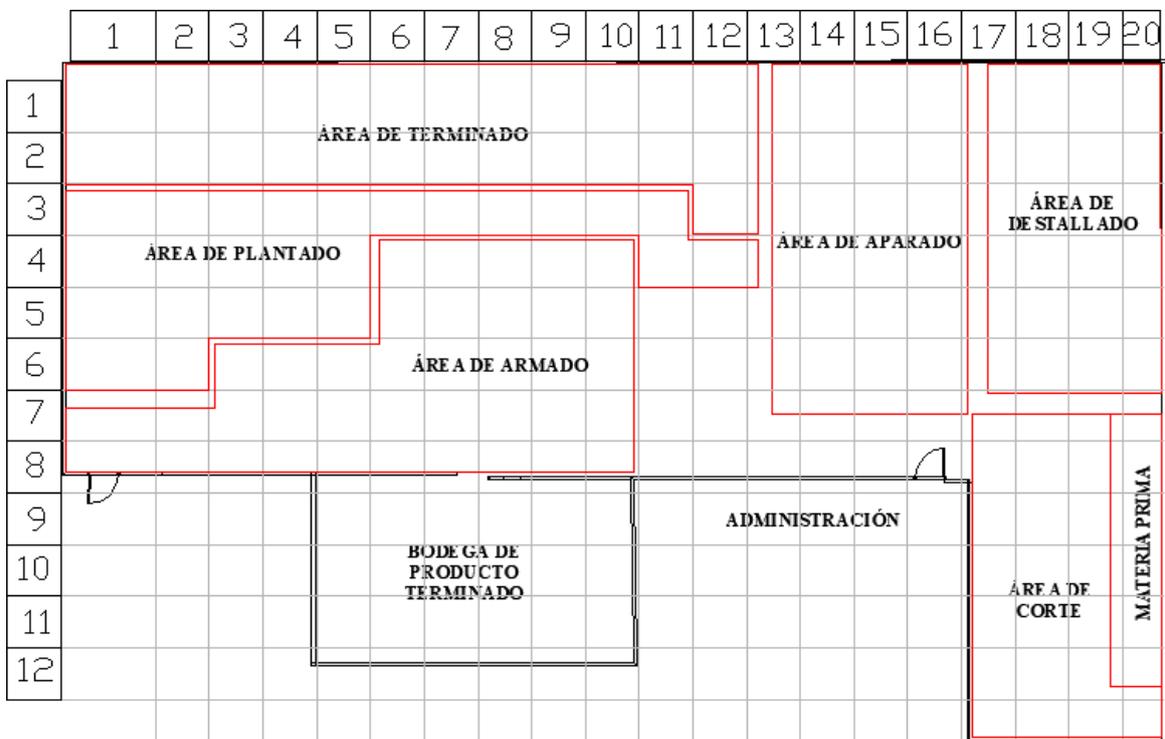


Figura 55 Malla de la distribución propuesta de la empresa Calzado Liwi

Al dar clic en la opción results de la barra de herramientas, el software presenta un resumen de los movimientos y costos interdepartamentales el cual se observa en la figura 56.

03-22-2018 19:29:56	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	A	8,50	20	200	10,92
2	B	10,17	18,22	135,21	10,35
3	C	3,50	19	96,39	2,50
4	D	4,50	15	37,77	3,77
5	E	6,39	6,37	32,26	16,78
6	F	3,92	4,88	114,70	58,63
7	G	1,56	6,72	78,50	18,68
8	H	10,50	7	0	0
Total				694,83	121,62
Distance Measure:		Euclidian			

Figura 56 Análisis de distribución en WinQSB

Análisis de resultados de distribución de instalaciones

La distribución de instalaciones propuesta da como resultado que el área de armado y el área de plantado deben cambiar lugares de trabajo, y la bodega de materia prima deberá cambiar su distribución y estar más cerca al proceso productivo, en este caso acercarse al área de corte donde inicia la transformación de la materia prima para dar como resultado una caja de calzado.

Gracias a la alternativa de solución que da el software WinQSB, comparando los costos de mover el material con el Layout de la distribución actual y el Layout de la distribución propuesta se puede mejorar así:

Costo actual: \$168,80

Costo propuesto: \$121,62

Ahorro: \$168,80- \$121,62= \$47,18

Porcentaje de mejora: $(\$47,18 \times 100\%) / \$168,80$

Porcentaje de mejora = 27,95%

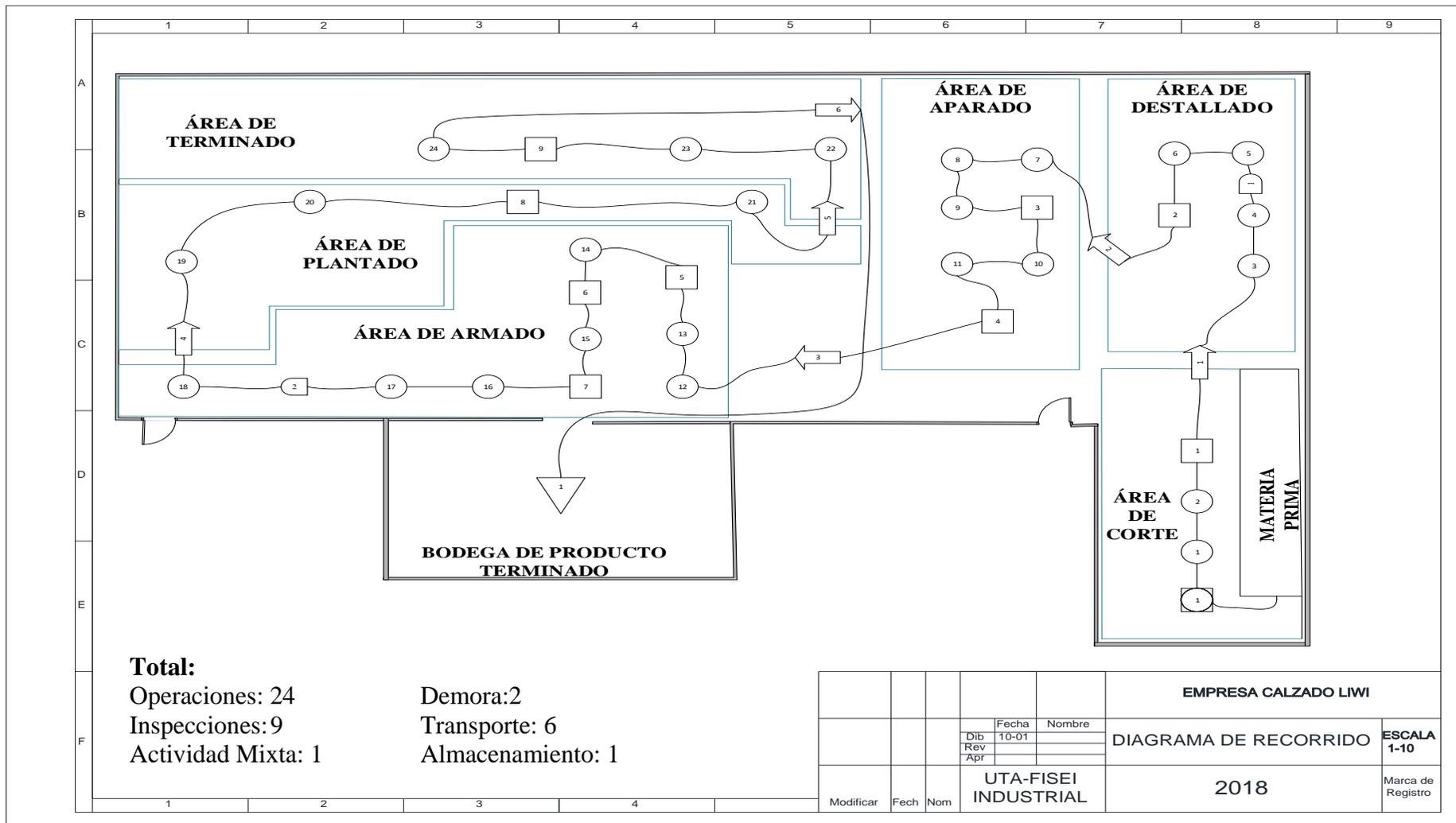


Figura 57 Diagrama de recorrido propuesto
 Elaborado por: El Investigador.

- 1 Recepción e inspección de materia prima
- 1 Corte de piezas a mano
- 2 Corte de piezas a máquina troqueladora
- 1 Contar e inspeccionar cortes
- 1 Transporte a destallado
- 3 Rayado de piezas
- 4 Pintado de bordes de piezas
- 1 Esperar que se sequen los cortes
- 5 Destallado de calibre de piezas
- 6 Destallado de doblados y tumbados de piezas
- 2 Inspección de piezas destalladas
- 2 Transporte a aparado
- 7 Pegado de piezas con cuero, forro, látex y etiquetas
- 8 Cosido de piezas
- 9 Perforar huecos para cordones y realizar ojales
- 3 Inspección de ensamble
- 10 Realizar plantilla ortopédica
- 11 Unir plantilla con ensamble
- 4 Inspección de unión ensamble con plantilla ortopédica
- 3 Transporte a armado
- 12 Colocar punteras, contrafuertes al ensamble y colocar en máquinas fijadora de puntas y talones
- 13 Colocar ensamble en hormas, estirar el cuero y colocar pasadores
- 5 Inspección de pre-armado
- 14 Colocar ensamble en máquina reactivadora de capellada y armadora de puntas
- 6 Inspección de capellada y puntas
- 15 Colocar ensamble en máquina reactivadora de talones, armadora de lados, armadora de talones
- 7 Inspección de talones y lados
- 16 Colocar brillo y pegamento en planta
- 17 Colocar ensamble y planta en estantería
- 2 Esperar que se sequen las plantas
- 18 Colocar ensamble y planta en banda transportadora
- 4 Transporte a plantado en banda transportadora
- 19 Unión manual de ensamble con planta y en base a golpeteo
- 20 Colocar conjunto en máquina prensadora
- 8 Inspección de conjunto
- 21 Colocar conjunto en máquina túnel de frío
- 5 Transporte a terminado en banda transportadora
- 22 Recepción de conjunto en banda transportadora
- 23 Colocar crema, pasadores, pintar imperfecciones, pegar etiquetas
- 9 Inspección de calidad de calzado
- 24 Colocar calzado en caja
- 6 Transporte a bodega de producto terminado
- 1 Almacenamiento de Producto terminado

						EMPRESA CALZADO LIWI		
				Fecha	Nombre		SIMBOLOGÍA DE DIAGRAMA DE RECORRIDO	Escala 1:1
				Dib	10-01			
				Rev				
				Apr				
Mod	Sist	Fech	Nom	UTA-FISEI INDUSTRIAL			2018	Marca de Registro

Figura 58 Simbología de diagrama de recorrido propuesto
Elaborado por: El Investigador.

4.6.3 Análisis de costos de inversión y periodo de recuperación

Para poder evaluar económicamente la propuesta de distribución es necesario hacer una estimación de la inversión total inicial que debe realizarse, donde se han dado valores aproximados de hacer los cambios propuestos en el proceso de fabricación de calzado ortopédico ES-02, a continuación, se observa en la tabla 107 los valores y la acciones a realizar.

Tabla 107 Costos de inversión

Cambios Propuestos	Costo de realizar los cambios
Movimiento de máquinas	\$1,000
Adecuaciones eléctricas	\$2,000
Adecuaciones estructurales	\$3,000
Gastos extras	\$800
Honorarios profesionales	\$2,500
Honorarios obreros	\$1,500
TOTAL	\$10800

Elaborado por: El Investigador.

Expuestos todos los aspectos económicos que intervienen en las modificaciones se determina que el gasto total de inversión es de \$10.800. Para determinar el periodo de recuperación de la inversión se aplica la herramienta financiera del punto de equilibrio donde se define la cantidad necesaria de calzado que se debe vender para empezar a percibir ganancia, para ello aplicamos la ecuación 15.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{1 - \frac{\text{Costos Variables}}{\text{Ventas}}} \quad (15)$$

Para este caso el costo fijo es el valor de la inversión que se va a realizar, es decir \$10,800; mientras que el costo variable se le toma al costo total de elaborar un par de calzado ortopédico ES-02, el cual es \$36,95, este dato es tomado del departamento de administrativo de la empresa Calzado Liwi y finalmente la venta es el precio de adquisición para el cliente final, el cual es \$60. Aplicando la fórmula y reemplazando los valores se tiene:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{10,800}{1 - \frac{36,95}{60}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \$28.112,80$$

Se obtiene que se debe vender \$28.112,80 para poder percibir utilidad, para tener una visión más clara se define en unidades, realizando el cociente del valor obtenido entre el costo unitario de un par de zapatos.

$$\text{Calzado ortopédico requerido Punto de Equilibrio} = \$28.112,80 / \$60$$

$$\text{Calzado ortopédico requerido Punto de Equilibrio} = 468,55 \text{ pares} \approx 469$$

Con el cálculo realizado se encuentra que 469 pares de calzado ortopédico ES-02 son necesarios de vender para cubrir la inversión inicial, para tener una mejor apreciación, se procede a calcular el tiempo en el que en el mejor de los casos se recuperan los valores invertidos. Para ello se toma el dato de la producción diaria esperada de aproximadamente 70 pares de calzado y se divide la cantidad requerida para la producción diaria.

$$\text{Tiempo de recuperación} = 469 \text{ pares} / 70 \text{ pares}$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = 6,7 \text{ meses}$$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Todas las operaciones fueron levantadas minuciosamente de las cuales se encontró 6 áreas en el proceso productivo para poder desarrollar el calzado tipo ortopédico de mayor demanda siendo estas áreas las siguientes: corte, destallado, aparado, armado, plantado y terminado.
- La empresa Calzado LIWI posee una gran variedad de modelos que puede realizar en el proceso productivo, de los cuales gracias a un estudio de los históricos de ventas en los últimos 5 años se realizó un gráfico ABC, determinando el calzado ortopédico de mayor demanda que con un 77,2% es el calzado tipo escolar ES-02.
- Realizando un estudio de tiempos se determinó el tiempo estándar en cada área del proceso productivo de la empresa Calzado LIWI, y el tiempo estándar total para la realización de un par de calzado ortopédico tipo ES-02, que es de 102,79 minutos; tomando en cuenta que la empresa no tenía definido ni levantado ningún tiempo ni análisis inicial, se realizó una toma preliminar para determinar con exactitud el número de ciclos a cronometrar, utilizando así herramientas para estudio del trabajo como diagramas de flujo, diagramas sinópticos, diagramas analíticos y diagrama de recorrido.
- Gracias al análisis de actividades que se realizó en cada área del proceso productivo, se pudo definir cuáles son operaciones necesarias e innecesarias, es así que se pudo eliminar o combinar operaciones e inspecciones donde no aportan significativamente en la transformación de la materia prima a un producto terminado, de la misma forma combinar actividades con el motivo de eliminar transportes y esperas, reduciendo así el tiempo de fabricación en cada área del proceso productivo, dando como resultado,

un tiempo estándar de 92,84 minutos en la realización de un par de calzado ortopédico tipo ES-02, con un incremento de producción del 10,72%. Además, realizando un balanceo de líneas se determinó que, para tener mayor utilidad de los recursos, mayor producción, mejoramiento de la eficiencia e incremento de la productividad en la empresa Calzado LIWI se necesitará de 12 operarios en el proceso productivo; actualmente la empresa cuenta con 11 operarios, ésta incorporación dará como lugar que en todas las líneas de producción se trabaje a un ritmo óptimo, cumpliendo a cabalidad las cargas que cada operario tendrá, y reduciendo significativamente el tiempo ocioso o desocupado de las maquinarias, ya que todas estarán operando óptimamente.

- Determinada la correcta distribución de planta se observó que la bodega de materia prima deberá cambiar su ubicación y estar más cerca del proceso productivo ya que actualmente dicha bodega se encuentra en el segundo piso, causando demoras de entrega de materia prima a las áreas del proceso productivo; además la distribución de instalaciones propuesta dio como resultado que el área de armado, plantado y terminado intercambiaran lugares de trabajo. Con esta propuesta se tendrá un porcentaje de mejora de 27,95%.

5.2 Recomendaciones

- Para cada uno de los diferentes tipos de modelos que fabrica la empresa Calzado LIWI hacer un estudio similar al propuesto en este proyecto, para saber de forma global el tiempo necesario en la fabricación y los operarios necesarios para cada calzado.
- Se sugiere que siempre que se realice algún cambio de posición de personal, de equipos o se incremente otra maquinaria al proceso productivo se realice otro estudio de tiempos similar al de este proyecto.
- De la misma forma, antes de hacer un cambio de distribución de instalaciones, se necesitará realizar un estudio similar, con un balanceo de líneas para determinar el número de operarios necesarios y el tiempo estándar en cada operación que se ejecuta en el proceso productivo con la nueva distribución planteada.

- Monitorear constantemente la eficiencia de las líneas de producción, llevar controles sobre el tiempo que tarda cada operario en realizar su respectiva actividad, y proporcionar a los operarios condiciones de trabajo óptimas y seguras para mantener un buen nivel de producción, evitar retrasos y aumentar la rentabilidad de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Grimaldo, J. Silva Rodríguez, D. Fonseca Pedraza y J. Molina López, «Analysis of working Methods And Times: Stand Deportivo Textile,» *Universidad de Boyacá*, vol. 2, nº 1, 2015.
- [2] F. ROMERO ARGUETA, «La transformacion de General Electric, el liderazgo de Jack Welch,» Tegucigalpa, 2013.
- [3] Ministerio de Industrias y Productividad, «Sector de cuero y calzado ecuatoriano quiere ser más competitivo,» 2016.
- [4] E. Universo, «La producción de calzado de Tungurahua se tecnifica más,» *Economía*, 27 Septiembre 2010.
- [5] M. W. J. Patton, «DEVELOPING A TIME AND MOTION STUDY FOR A LEAN HEALTHCARE ENVIRONMENT,» University of Kentucky Master's Theses, Kentucky, 2011.
- [6] H. ROSSMOORE y R. S. ARIES, «Time and Motion Study in the Chemical Process Industries,» *Chemical and Engineering News*, vol. 25, nº 43, pp. 1-3, 27 October 1947.
- [7] G. S. Soto Privat, «Diagnóstico de productividad en la línea de producción de hojuelas de la empresa Glisep S.A.C. utilizando la metodología Six Sigma,» Facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, Huancayo-Perú, 2016.
- [8] L. C. Vásquez Rojas, «Propuesta de mejoramiento de Procesos en el Área de Producción de la empresa Panificadora Panarte a través del estudio de Tiempos y Movimientos,» Proyecto de Tiulación de Grado de Máster en Ingeniería Industrial y productividad, Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador, 2017.

- [9] K. A. Jijón Bautista, «Estudio de Tiempos y Movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel,» Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2013.
- [10] B. G. Changalombo Cofre, «Tiempos y Movimientos para la estandarización de operaciones de producción en la tenería “Inca” ubicada en la provincia de Tungurahua,» Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador, 2011.
- [11] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online- Ingeniería de Métodos,» Creative Commons Atribución, 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.
- [12] L. C. Palacios Acero, Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos., Segunda ed., Ecoe Ediciones, 2016.
- [13] G. Kanawaty, Introducción al Estudio del Trabajo, Cuarta ed., Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.
- [14] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, Undécima ed., México: McGraw-Hill, 2004.
- [15] F. E. Meyers, Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil, México: Pearson Educación, 2000.
- [16] N. A. Ochoa Ávila, «Ingeniería y Educación- Diagramas para el estudio del trabajo,» 29 Mayo 2013. [En línea]. Available: <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>.
- [17] D. M. C. A. Alex Mauricio Ovalle-Castiblanco, «What happened with the application of time and motion study in the last two decades?,» *Revista Ingeniería,*

Investigación y Desarrollo , vol. Vol. 16, nº N° 2, pp. pp. 12-31, Julio-Diciembre 2016.

- [18] H. B. Maynard , *Methods-Time-Measurement (MTM)*, Pensilvania: McGraw-Hill Book Company, 1948.
- [19] N. Gaither y G. Frazier, *Administración de Producción y Operaciones*, Octava ed., México: S.A. Ediciones PARANINFO, 2000.
- [20] D. de la Fuente Garcia y I. Fernández Quesada, *Distribución en Planta*, España: Universidad de Oviedo , 2005.
- [21] H. Martínez Rubin, «Manual de uso del Win QSB,» Instituto Tecnológico de Tepic, México.
- [22] D. Sipper y R. L. Bulfin Jr, *Planeacion y Control de la Producción*, México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 1998.
- [23] V. R. López Ruíz, *Gestión eficaz de los procesos productivos*, Madrid: Especial Directivos, 2008.
- [24] J. López Herrera, *+Productividad*, EE.UU: Palibrio, 2013.
- [25] M. T. Meléndez López y M. P. Buenaño Urquiza, «Propuesta de Reingeniería del Proceso de Producción en la empresa Calzado LIWI de la ciudad de Ambato,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2010.
- [26] H. Rubinfeld, *El juego del Trabajo*, México: Pearson, 2012.



ANEXOS



Anexo 1: Entrevista al Jefe de Producción

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

Entrevista que se realizó al Jefe de Producción de la Empresa “Calzado LIWI”, Sr. Javier Laica.

La presente entrevista tiene como objetivo obtener información sobre los procesos de producción de calzado. Para este efecto se solicitó que la información registrada sea la más clara y concisa posible.

1. ¿Cuál es la capacidad productiva de la empresa?

Nosotros tenemos la capacidad de hacer de 90 a 110 pares al día cuando es producto en serie, nosotros realizamos también zapatos personalizados ahí la producción baja de 60 a 70 pares por día.

2. ¿Cuál es el nivel de capacitación de los empleados sobre el proceso?

Cuando vienen personas nuevas se les da una inducción, se les dice todos los materiales que van a utilizar, todas las precauciones que deben tener, claro que también vienen personas con ya algún tipo de experiencia en calzado donde ya es más fácil el trabajo; específicamente capacitación no se les da.

3. ¿Cómo se encuentran los procesos productivos en la empresa de calzado Liwi?

Nosotros manejamos algunas líneas de calzado, es decir tenemos variedad, realizamos zapato personalizado hasta sandalia, entonces trabajamos más en base a la demanda, dependiendo lo que el cliente pida. Nosotros si tenemos cuellos de botella no tanto en la producción en serie sino en el calzado personalizado ya que

hay modelos donde si son complejos y la velocidad en la producción tiene q disminuir obligatoriamente.

4. ¿Cómo se maneja el control de material en el proceso productivo?

Nosotros generamos la orden de producción, donde ponemos todos los insumos y la cantidad de material que se debe bajar, en bodega se retira la orden de producción, ver la cantidad de pares que se necesita, y la cantidad de material y se va despachando. En cuestión cueros, como nosotros trabajamos con bandas de cueros, se desperdicia un poco más de material, pero eso se tiene q devolver, de ahí todo ya viene marcado en cada orden, cuanto se necesita para cada producción.

5. ¿Cree usted que el control de flujo de materia prima es insuficiente?

Si, un poco. A veces si hay un abasto de materiales, contamos con un stock, cuando ya vemos que se está acabando el material se le pide al proveedor; pero existe ciertas ocasiones donde el proveedor no tiene y ahí se genera el inconveniente.

6. ¿Considera que la calidad en la elaboración de calzado es óptima?

Si, nos manejamos dentro de los parámetros, y se realiza un calzado de calidad, a pesar de que no está estandarizado ningún proceso.

7. ¿De qué manera cree que aportará el desarrollo de una propuesta de estudio de tiempos y movimientos en la empresa Calzado LIWI?

Mejoraría en su totalidad la producción, tendríamos ya a ciencia a cierta un estándar de producción, creo que con eso tendríamos ya un avance significativo para estar al frente de la competencia.

Gracias por su colaboración.



Anexo 2: Encuesta al personal de producción

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

Encuesta dirigida al personal que labora en Calzado LIWI, ya que son quienes interactúan directamente con los procesos de producción, con el propósito de recoger la información necesaria para la elaboración de este proyecto.

INSTRUCCIONES: Marque con una X la respuesta que Ud. crea conveniente:

1. ¿Cuándo usted realiza sus actividades controla el tiempo en la elaboración de cada tipo de calzado?

Siempre
Frecuentemente
Nunca

2. ¿Conoce Ud. el tiempo normal que se demora en realizar su trabajo?

SI NO

3. ¿Se proporciona la materia prima a tiempo para ejecutar el trabajo sin ocasionar retrasos en la producción?

Siempre
Casi Siempre
Frecuentemente
Nunca

4. ¿Cree usted que la cantidad de trabajadores que laboran en el área de producción es la necesaria para la realización de calzado?

SI NO

5. ¿Tiene el tiempo necesario para descansar de las actividades de producción?

SI

NO

6. ¿La distancia que recorre el material de su estación de trabajo hacia la siguiente estación es?

Larga

Corta

7. ¿En qué estado físicamente considera usted termina su jornada de trabajo?

Muy Cansado

Cansado

Normal

8. ¿Los movimientos realizados en el procedimiento de su trabajo son?

Repetitivos

No Repetitivos

9. ¿Hay retrasos en el flujo de materiales entre puestos de trabajo?

Siempre

Frecuentemente

Nunca

10. ¿Las herramientas de trabajo están ubicadas en lugares apropiados, en donde Ud. no pierda tiempo al momento de utilizarlos?

SI

NO

11. ¿Considera importante la aplicación de un Estudio de Tiempos y Movimientos en el proceso de producción dentro de la empresa?

SI

NO

Gracias por su colaboración.

Anexo 3: Tabulación y análisis estadístico de encuestas

La encuesta se aplicó al Jefe de producción y al personal de producción de la empresa. Obteniendo los siguientes resultados:

1. ¿Cuándo usted realiza sus actividades controla el tiempo en la elaboración de cada tipo de calzado?

Tabla 108 Distribución de frecuencia pregunta 1

Opción	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	4	33
Frecuentemente	5	42
Nunca	3	25

Elaborado por: El Investigador.

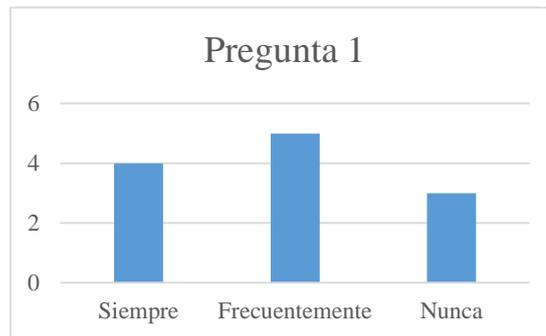


Figura 59 Análisis de barras pregunta 1
Elaborado por: El Investigador.

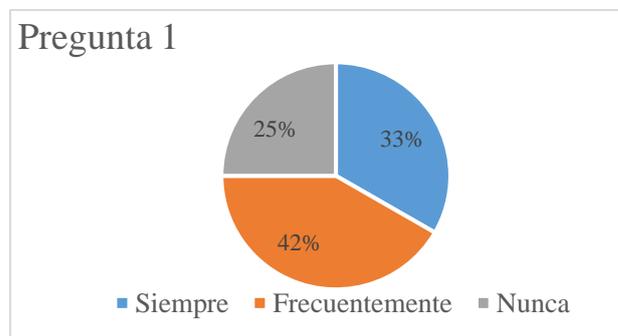


Figura 60 Análisis porcentual pregunta 1
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

Se puede notar que varía el tipo de trabajadores, ya que un 33% de los trabajadores siempre controlan el tiempo en la elaboración de cada tipo de modelo realizado, mientras que el 42% controla el tiempo de elaboración frecuentemente y finalmente el 25% nunca controla el tiempo en la elaboración de cada tipo de calzado en la empresa.

Interpretación:

En la actualidad en la producción de calzado es indispensable tener estándares de tiempo en cada etapa, ya que la empresa no cuenta con dichos estándares hay trabajadores que no controlan el tiempo y no saben con exactitud cuánto se debe tardar en la elaboración de los modelos de calzado, por otro lado, hay trabajadores que si saben cuánto tiempo requiere la elaboración de los modelos, pero es gracias a la experiencia y el tiempo que se encuentran trabajando dentro de la empresa, más no porque se han tomado el tiempo con un cronómetro.

2. ¿Conoce Ud. el Tiempo normal que se demora en realizar su trabajo?

Tabla 109 Distribución de frecuencia pregunta 2

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
SI	6	50
NO	6	50

Elaborado por: El Investigador.

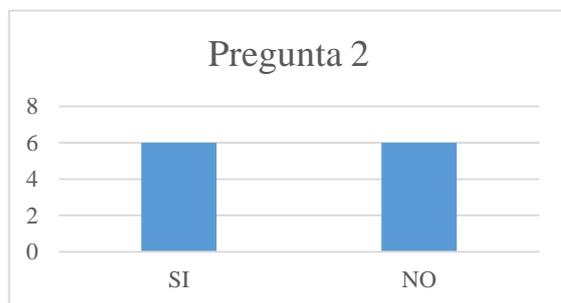


Figura 61 Análisis de barras pregunta 2

Elaborado por: El Investigador.

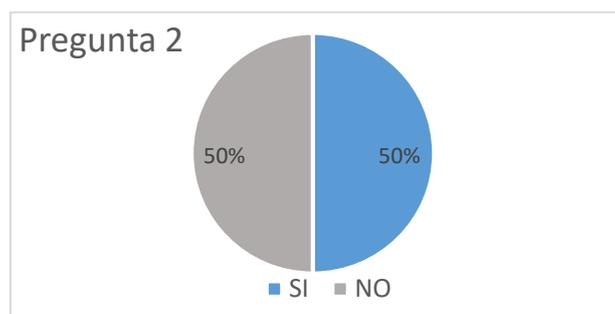


Figura 62 Análisis Porcentual pregunta 2
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 50% de los trabajadores en producción no saben el tiempo normal que se demoran en realizar sus actividades en su área de trabajo, el otro 50% si lo sabe.

Interpretación:

Ya que la empresa tiene diferentes procesos de producción, cada proceso tiene su tiempo específico hasta terminarlo y que el siguiente trabajador continúe en la siguiente etapa, al no saber la mitad de los trabajadores el tiempo normal que se demoran realizando su trabajo, se podrían tomar mucho más tiempo que el necesario, causando malestar a sus compañeros, y más aun causando demoras para que la materia prima pueda convertirse en el producto final.

3. ¿Se proporciona la materia prima a tiempo para ejecutar el trabajo sin ocasionar retrasos en la producción?

Tabla 110 Distribución de frecuencia pregunta 3

Opción	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	0	0
Casi siempre	8	67
Frecuentemente	2	17
Nunca	2	17

Elaborado por: El Investigador.

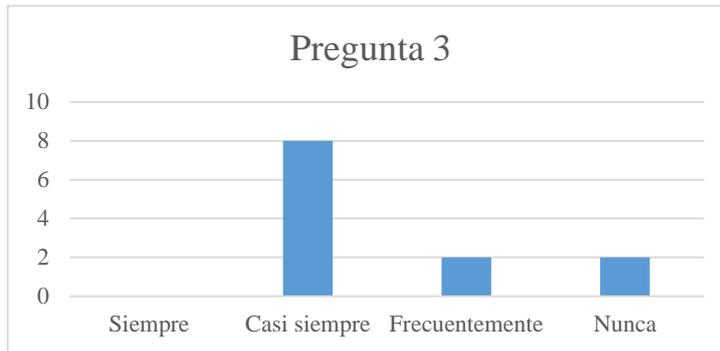


Figura 63 Análisis de barras pregunta 3
Elaborado por: El Investigador.

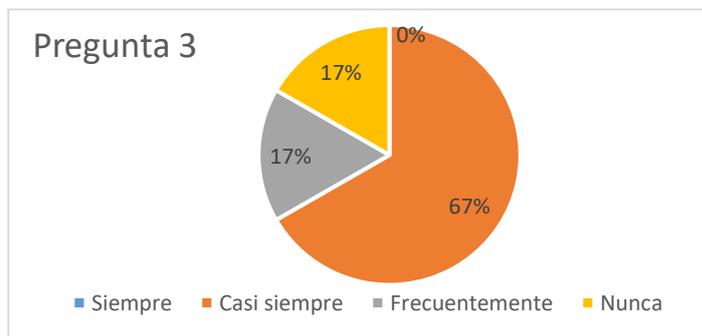


Figura 64 Análisis porcentual pregunta 3
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 67% de los trabajadores afirma que se le proporciona la materia prima a tiempo casi siempre, el 17% asegura que se le proporciona a tiempo frecuentemente, mientras que el otro 17% corrobora que nunca se le entrega la materia prima a tiempo, nadie de los encuestados dijo que siempre le llega la materia prima a tiempo.

Interpretación:

La materia prima es la principal fuente para que el trabajador pueda realizar sus procesos, si un 17% de los trabajadores dice que nunca se le proporciona a tiempo, y otro 17% alega que se lo proporciona a tiempo frecuentemente, es una prueba que esas demoras causan que la producción en el día no sea la adecuada, es decir pérdidas significativas para la empresa, se deberá dar énfasis y tomar medidas a estas demoras en la entrega de materias primas para que los trabajadores puedan realizar su trabajo a tiempo en sus respectivas áreas.

4. ¿Cree usted que la cantidad de trabajadores que laboran en el área de producción es la necesaria para la realización de calzado?

Tabla 111 Distribución de frecuencia pregunta 4

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
SI	11	92
NO	1	8

Elaborado por: El Investigador.

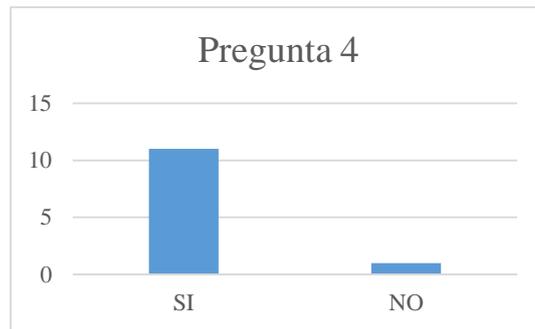


Figura 65 Análisis de barras pregunta 4

Elaborado por: El Investigador.

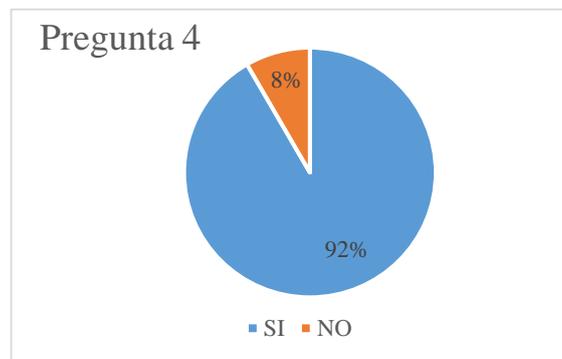


Figura 66 Análisis porcentual pregunta 4

Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 92% de los trabajadores piensa que no se necesita más personal al realizar la producción de calzado, que con el número que existe en la actualidad es suficiente, mientras que solo una persona afirmó que debería haber un par de trabajadores extra.

Interpretación:

Es necesario que se cuente con el número de trabajadores óptimos para la producción de calzado ya que, si se contrata más trabajadores de los que se necesita, significaría gastos extra, mientras que si se realiza los procesos con menos trabajadores de los que se necesita, significaría una sobre explotación, por ende, una baja productividad por agotamiento; la empresa calzado Liwi si cuenta con el número de trabajadores necesarios.

5. ¿Tiene el tiempo necesario para descansar de las actividades de producción?

Tabla 112 Distribución de frecuencia pregunta 5

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
SI	11	92
NO	1	8

Elaborado por: El Investigador.

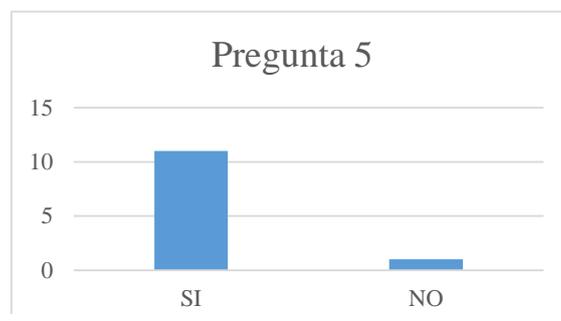


Figura 67 Análisis de barras pregunta 5

Elaborado por: El Investigador.

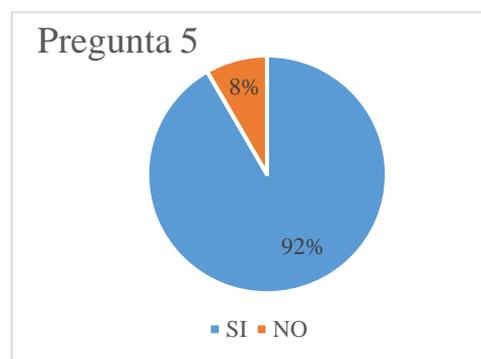


Figura 68 Análisis porcentual pregunta 5

Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 92% del personal de producción aseguró que, si cuentan con el tiempo necesario para descansar, en horas de almuerzo, mientras que solo una persona afirmó que necesitaría un poco de tiempo más para poder descansar de sus labores.

Interpretación:

Es primordial que los trabajadores puedan descansar de sus actividades, realizando una pausa activa, ya que esto ayudaría a reactivar su desempeño, a pesar de que los trabajadores de la empresa Liwi si se sienten bien con su tiempo de descanso en la hora de almuerzo.

6. ¿La distancia que recorre el material de su estación de trabajo hacia la siguiente estación es?

Tabla 113 Distribución de frecuencia pregunta 6

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
Larga	0	0
Corta	12	100

Elaborado por: El Investigador.

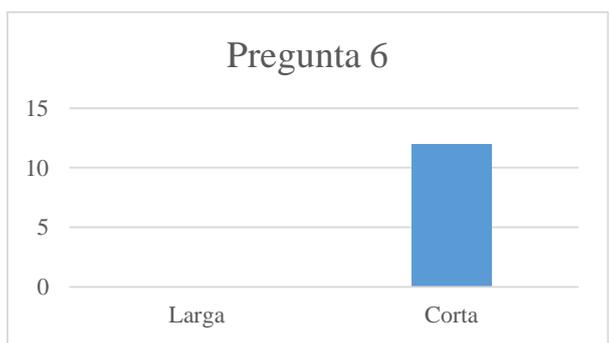


Figura 69 Análisis de barras pregunta 6

Elaborado por: El Investigador



Figura 70 Análisis porcentual pregunta 6
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 100% de los trabajadores considera que la distancia que recorre el material en cada estación de trabajo es corta.

Interpretación:

Los trabajadores aseguran que el material recorre distancias cortas, ya que la empresa es relativamente pequeña, pero es necesario revisar los desplazamientos de los trabajadores para justificar estas respuestas, dentro de los movimientos que ejecutan, ya sea el levantarse del puesto de trabajo, desplazarse a recoger material, entre otras, que significaría ya un tiempo significativo, o solo mover sus extremidades superiores para pasar a la siguiente estación de trabajo. Lo ideal sería que la materia prima recorra distancias cortas ya que al existir transportes y distancias largas aumentaría el tiempo de producción de calzado es decir bajaría la productividad.

7. ¿En qué estado físicamente considera usted termina su jornada de trabajo?

Tabla 114 Distribución de frecuencia pregunta 7

Opción	Frecuencia	Porcentaje %
Muy cansado	2	17
Cansado	6	50
Normal	4	33

Elaborado por: El Investigador.

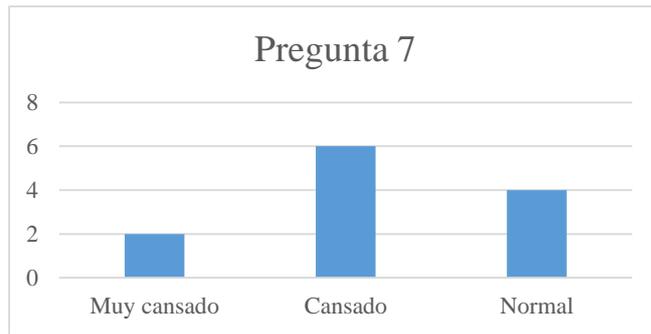


Figura 71 Análisis de barras pregunta 7
Elaborado por: El Investigador

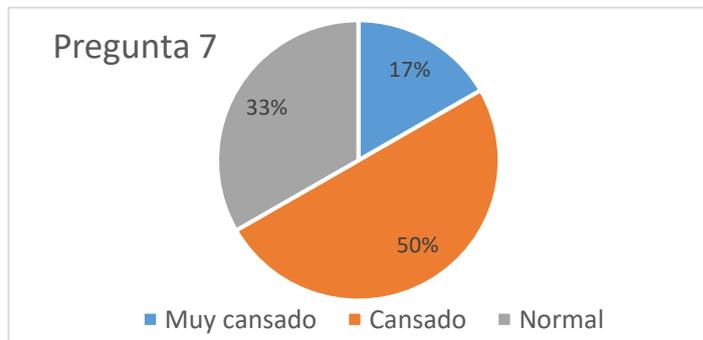


Figura 72 Análisis porcentual pregunta 7
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 17% de los trabajadores asegura que termina su día muy cansados, el 50% afirmó que terminada su día cansados, y un 33% dijo que su día de trabajo termina normal sin cansancio excesivo.

Interpretación:

Existe una contradicción por parte de los trabajadores, ya que en la pregunta anterior (pregunta 6), el total de los trabajadores aseguro que las distancias que recorre el material son cortas, si fuera así los trabajadores no deberían salir cansados; sin embargo, existe otros motivos por lo cual los trabajadores terminan su jornada físicamente cansados, como la repetición en la ejecución de movimientos dentro del puesto de trabajo que justifique el estado de cansancio al finalizar la jornada de trabajo.

8. ¿Los movimientos realizados en el procedimiento de su trabajo son?

Tabla 115 Distribución de frecuencia pregunta 8

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
Repetitivos	11	92
No repetitivos	1	8

Elaborado por: El Investigador.



Figura 73 Análisis de barras pregunta 8

Elaborado por: El Investigador

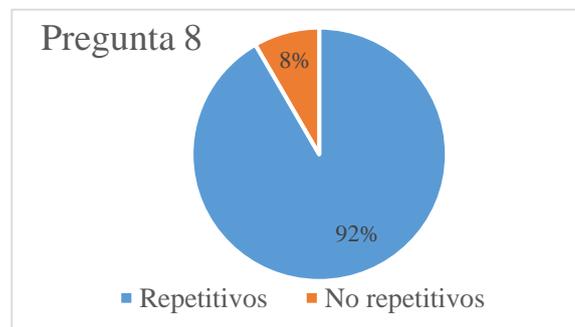


Figura 74 Análisis porcentual pregunta 8

Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

El 92% de los trabajadores asegura que realiza movimientos repetitivos al realizar sus trabajos, solo un 8% es decir una persona afirmó que no realiza trabajos repetitivos.

Interpretación:

De acuerdo al método OCRA, (Occupational Repetitive Action), que permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo humano, el cual en su check list de evaluación toma en cuenta factores como recuperación, frecuencia, fuerza utilizada y postura, dice que un movimiento repetitivo es cuando: Se repiten movimientos casi idénticos de los dedos, manos o brazos cada pocos segundos, o el uso intenso de dedos, manos, brazos. Tomando en cuenta dichos factores y al observar el tipo de trabajo y el ritmo del mismo de los trabajadores sabemos que en realidad si realizan movimientos repetitivos en su jornada laboral.

9. ¿Hay retrasos en el flujo de materiales entre puestos de trabajo?

Tabla 116 Distribución de frecuencia pregunta 9

Opción	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	8	67
Frecuentemente	4	33
Nunca	0	0

Elaborado por: El Investigador.

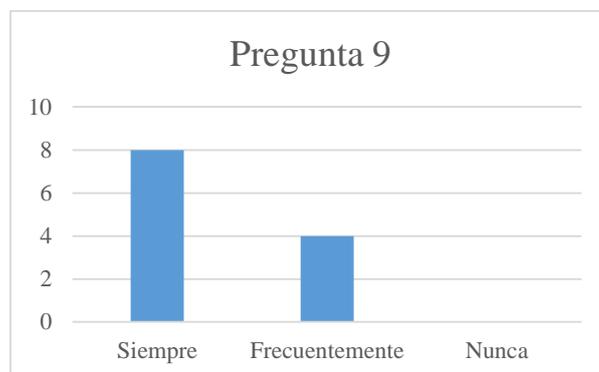


Figura 75 Análisis de barras pregunta 9

Elaborado por: El Investigador

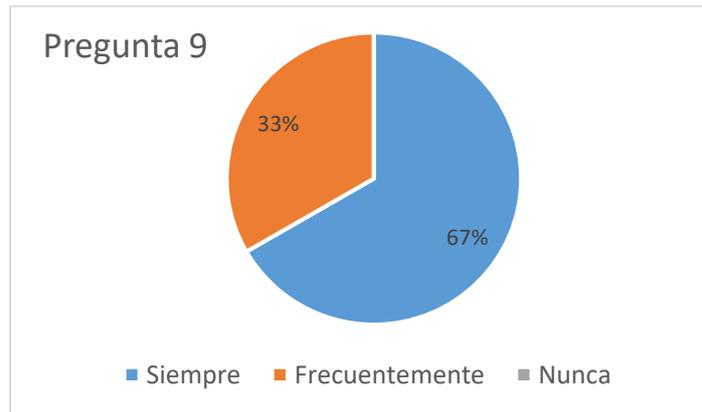


Figura 76 Análisis porcentual pregunta 9
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

Un 67% de los trabajadores aseguró que siempre existe retrasos de flujo de materiales entre puestos de trabajo, un 33% afirmó que frecuentemente sucede esta anomalía, y nadie dijo que nunca pasa esto.

Interpretación:

Al existir retrasos en el flujo de materiales, se produce inconvenientes y demoras acarreadas a lo largo de la línea de producción, gracias al estudio de tiempos y movimientos que se realiza se podrá saber a qué se debe estas demoras, puede ser que el trabajador se está demorando, o el proceso que realiza conlleva demoras excesivas, o las distancias a recorrer no son las adecuadas.

10. ¿Las herramientas de trabajo están ubicadas en lugares apropiados, en donde Ud. no pierda tiempo al momento de utilizarlos?

Tabla 117 Distribución de frecuencia pregunta 10

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
SI	8	67
NO	4	33

Elaborado por: El Investigador.

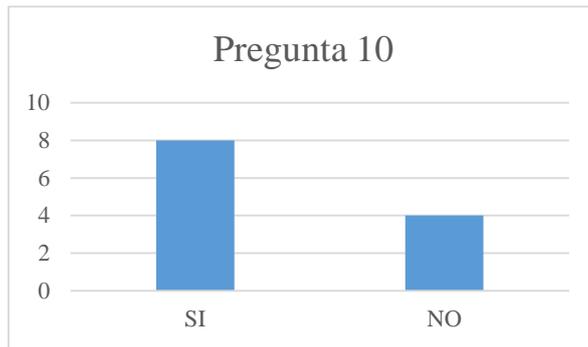


Figura 77 Análisis de barras pregunta 10
Elaborado por: El Investigador

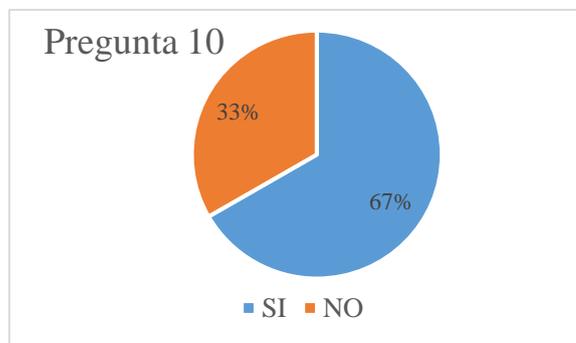


Figura 78 Análisis porcentual pregunta 10
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

Un 67% del personal afirmó que las herramientas están ubicadas en lugares apropiados, mientras que el 33% aseguró que no están ubicadas en lugares debidos.

Interpretación:

Cuando las herramientas de trabajo no se encuentran ubicadas en lugares específicos, los trabajadores pierden tiempo en buscarlas, y poder utilizarlas, no todos los trabajadores están conformes con la ubicación de las herramientas en sus diferentes puestos de trabajo.

11. ¿Considera importante la aplicación de un Estudio de Tiempos y Movimientos en el proceso de producción dentro de la empresa?

Tabla 118 Distribución de frecuencia pregunta 11

Opción	Frecuencia	Porcentaje%
SI	12	100
NO	0	0

Elaborado por: El Investigador.

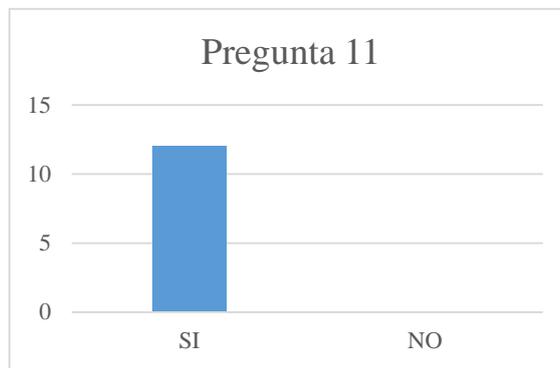


Figura 79 Análisis de barras pregunta 11
Elaborado por: El Investigador.



Figura 80 Análisis porcentual pregunta 11
Elaborado por: El Investigador.

Análisis:

Los trabajadores en su totalidad consideran importante la aplicación de un Estudio de tiempos y movimientos.

Interpretación:

Los trabajadores se ven beneficiados a esta propuesta ya que mejorará considerablemente las condiciones en las que deberán trabajar teniendo con exactitud el tiempo que se deben demorar en la realización de sus actividades y que movimientos hacer para la realización del mismo.

Anexo 4: Árbol de problemas

Efectos

Ausente mejoramiento de los procesos en la empresa.

Tiempos improductivos; variación en la duración de las operaciones del proceso productivo de la empresa.

Desconocimiento de resultados de eficacia y eficiencia del proceso.

Problema Central

INEXISTENCIA DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA CALZADO LIWI

Causas

No existen análisis de las actividades en los procesos productivos.

No hay métodos de medición y seguimiento en la ejecución de las operaciones.

Ausencia de controles internos.

Figura 81 Árbol de problemas
Elaborado por: El Investigador

Análisis crítico de árbol de problemas

La ausencia de análisis de las actividades en los procesos productivos hace que en la empresa Calzado LIWI no se optimicen los procesos afectando así la eficiencia en producción y generando demoras y cuellos de botellas, por lo cual es un punto negativo para la empresa y una desventaja sobre las principales competencias.

Calzado LIWI no cuenta con métodos de medición y seguimiento en la ejecución de las operaciones por lo cual siempre está variando el tiempo de finalización de cada proceso, es decir no existe un tiempo estándar y por ende los operarios realizan sus actividades empíricamente, esto genera tiempos improductivos y demoras en el producto final que puede conllevar a una disconformidad para el cliente.

La ausencia de controles internos hace que la empresa desconozca los resultados en indicadores de gestión, y cuan eficaz y eficiente están siendo sus procesos productivos por lo cual la empresa puede desviarse de sus principales objetivos y causar pérdidas económicas. Siendo estos indicadores la base en la identificación de los tiempos y movimientos para el funcionamiento correcto de los procesos productivos.