

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

Tema:

¨PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO ¨

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

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de Sistemas de Planeación y Control de la Producción de Bienes Industriales.

AUTOR: Israel Alejandro Altamirano Zanipatín.

PROFESOR REVISOR: Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

AMBATO –ECUADOR

JUNIO – 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: "PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO", elaborado por el señor Altamirano Zanipatin Israel Alejandro, 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, junio 2017

EL TUTOR



……..

Ing. John Paúl Reyes Vásquez Mg

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación Titulado: "PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO", es absolutamente original, personal y auténtico por lo que el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio 2017



.....

Altamirano Zanipatín Israel Alejandro

CC: 1804505970

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, junio 2017



.....

Altamirano Zanipatin Israel Alejandro

CC: 1804505970

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes calificadores, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado "PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO", presentado por el señor, Altamirano Zanipatín Israel Alejandro 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.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Rosa E. Galleguillos Pozo, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Cesar A. Rosero Mantilla, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios que guía mis pasos cada día y me bendice, quien con su absoluto amor y bondad me permite compartir momentos gratos junto a mis seres queridos.

Al ángel que llegó del cielo a mi vida, mi hijo Nicolás, quien con la luz de sonrisa ilumina mi vida y me enseña a disfrutar cada momento a su lado; por ti hijo amado mis metas y sueños.

Para mi familia que me apoyo incondicionalmente a lo largo de la carrera, quienes siempre me brindaron palabras de aliento e impulsaron a conseguir esta meta.

Para mis amigos y maestros de la FISEI.

Israel A. Altamirano Zanipatin

AGRADECIMIENTO

Agradecido siempre a Dios, por cuidarme y bendecirme, solo con Dios es posible todo y para el siempre mi gratitud.

A mi madre Doris, gracias por ser el pilar de mi vida, por toda tu paciencia, sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional, me enseñas cada día a luchar por mis sueños con constancia y esfuerzo, madre esto no hubiera sido posible sin ti.

A mi esposa Mireya por todo el amor y apoyo a lo largo del hermoso tiempo que compartimos, gracias por ser mi refugio y complemento en esta vida.

A mi hermano Andres, quien hizo las veces de un padre, gracias hermano por extenderme la mano y levantarme en momentos de adversidad para enseñarme a ver lo bueno de los errores.

Al ingeniero John Reyes por el tiempo y la ayuda prestada, su guía fue muy valiosa en la realización del proyecto.

A los maestros de mi querida facultad que impartieron sus conocimientos, anécdotas y vivencias dentro de las aulas.

Israel A. Altamirano Zanipatin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS viii
ANEXOS xii
ÍNDICE DE TABLAS xiii
RESUMEN xviii
ABSTRACT xviii
ACRÓNIMOS xix
GLOSARIO DE TÉRMINOS xx
INTRODUCCIÓN xxi
CAPÍTULO I 1
EL PROBLEMA 1
1.1 Tema 1
1.2 Planteamiento del Problema 1
1.3 Delimitación 4
1.3.1 De Contenido 4
1.3.2 Espacial 4
1.3.3 Temporal 4
1.4 Justificación 4
1.5 Objetivos 5

1.5.1 Objetivo General 5
1.5.2 Objetivos Específicos 6
CAPÍTULO II 7
MARCO TEÓRICO 7
2.1 Antecedentes Investigativos 7
2.2 Fundamentación Teórica 9
2.2.1 Análisis del Proceso 9
2.2.2 Diagrama de Flujo de Procesos 9
2.2.3 Clasificación ABC de Productos 10
2.2.4 Estudio de Tiempos 10
2.2.5 Capacidad de la Producción 11
2.2.6 Restricciones de Planta 12
2.2.7 Teoría de Restricciones 12
2.2.8 Cuello de botella 14
2.2.9 Planeación Agregada 14
2.2.10 Administración de la Demanda 15
2.2.11 Sistema de Producción Pull 17
2.2.12 Células de Manufactura 18
2.3 Propuesta de Solución 18
CAPÍTULO III 19
METODOLOGÍA 19
3.1 Modalidad de la Investigación 19
3.1.1 Investigación Bibliográfica 19
3.1.2 Investigación de Campo 19
3.2 Población y Muestra 19

3.3 Recolección de Información 20
3.4 Procesamiento y Análisis de Datos 21
3.4.1 Clasificación de Datos 21
3.4.2 Interpretación y Análisis de Resultados 21
3.5 Desarrollo del Proyecto 21
CAPÍTULO IV 23
DESARROLLO DE LA PROPUESTA 23
4.1 Análisis del Proceso de Producción de Calzado 23
4.1.1 Descripción General del Proceso Productivo 23
4.1.2 Diagrama de Ensamble para la Elaboración de Calzado de Cuero 25
4.1.3 Análisis ABC de Productos 28
4.1.4 Descripción de las Actividades del Proceso de Troquelado 41
4.1.5 Descripción de la Maquinaria y Equipo 47
4.2 Estudio de Tiempos del Área de Troquelado 49
4.2.1 Estudio de Tiempos Resumido - Empresa A 50
4.2.2 Estudio de Tiempos resumido - Empresa B 52
4.2.3 Análisis de la Capacidad de Producción de las Empresa A y B 54
4.2.4 Cuello de Botella del Proceso de Troquelado 58
4.2.5 Restricciones del Proceso de Troquelado en las Empresas A y B 58
4.3 Estimación de la Demanda para el Proceso de Troquelado 61
4.3.1 Histórico de ventas anuales de los modelos estudiados – Empresa A 61
4.3.2 Histórico de ventas anuales de los modelos estudiados – Empresa B 62
4.3.3 Modelo de Pronóstico de Ventas para las Empresas A y B 64
4.4 Planeación Agregada de Producción 72
4.4.1 Parámetros de Cálculo de la Planeación Agregada 73

4.4.2 Costos relacionados a los Modelos de Planeación 75
4.4.3 Modelos de Planeación Agregada de Producción 75
4.4.4 Análisis de Costos de los Modelos de Planeación 80
4.5 Sincronización del Proceso Productivo. 80
4.5.1 Sistema de Producción Pull 81
4.5.2 Modelo de Planificación y Programación de la Producción. 81
4.5.3 Orden de Producción 83
4.5.4 Análisis del Recurso Humano 85
4.6 Experimentación del Modelo de Programación de la Producción Propuesto 91
4.6.1 Capacidad Diaria 91
4.6.2 Capacidad Semanal 92
4.6.3 Tiempo de Producción 93
4.6.4 Horas de Producción 94
4.6.5 Calendario de Producción 94
4.7 Análisis de Resultados 104
4.7.1 Medición del Error en el Pronóstico de Demanda 104
4.7.2 Cálculo de la Eficiencia 110
4.7.3 Cálculo de la Eficacia 113
4.8 Integración de Resultados 114
CAPITULO V 117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 117
5.1 Conclusiones 117
5.2 Recomendaciones 119

ANEXOS

Anexo 1. Listado de Empresas vinculadas a la CALTU 125

Anexo 2. Formato de Levantamiento de Procesos 127

Anexo 3. Formato para Describir la Maquinaria Empleada 128

Anexo 4. Estudio de Tiempos de los Modelos Estudiados..... 129

Anexo 5. Diagrama Hombre. Modelo Casual 130

Anexo 6. Diagrama Hombre – Máquina. Modelo Deportivo..... 131

Anexo 7. Diagrama Hombre – Máquina. Modelo Seguridad Industrial S10 – S09..... 132

Anexo 8. Calendario de días laborables 2016-2017 133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modelos Vendidos-Empresa A 29
Tabla 2. Clasificación ABC - Empresa A 33
Tabla 3. Modelos Vendidos - Empresa B 37
Tabla 4. Clasificación ABC – Empresa B 39
Tabla 5. Proceso de Corte de Cuero. Modelo Casual. 42
Tabla 6. Proceso de Corte de Complementos. Modelo Casual 43
Tabla 7. Proceso de Corte de Cuero. Modelo Deportivo 44
Tabla 8. Proceso de Corte de Complementos. Modelo Deportivo 45
Tabla 9. Proceso de Corte de Cueros. Modelos de Seguridad Industrial 46
Tabla 10. Proceso de Corte de Complementos. Modelos de Seguridad Industrial 47
Tabla 11. Características Técnicas de la Troqueladora de Brazo Traco 48
Tabla 12. Características Técnicas de la Máquina Automática Comelz 48
Tabla 13. Características Técnicas de la Troqueladora de Puente Fipi 49
Tabla 14. Características Técnicas de la Troqueladora de Brazo Huasen 49
Tabla 15. Resumen del Estudio de Tiempos – Empresa A 50
Tabla 16. Porcentaje de Utilización de los Recursos - Empresa A 51
Tabla 17. Tiempo Equivalente a la jornada de trabajo – Empresa A. 52
Tabla 18. Resumen de Tiempos – Empresa B 52
Tabla 19. Porcentaje de Utilización de los Recursos - Empresa B 53
Tabla 20 Tiempo Equivalente a la jornada de trabajo – Empresa B. 54
Tabla 21. Capacidad de Producción Actual en el proceso de Troquelado 54
Tabla 22. Capacidad de Producción del Modelo Casual – Empresa A 56
Tabla 23. Capacidad de Producción del Modelo Deportivo – Empresa A 56
Tabla 24. Capacidad de Producción Modelo Seguridad Industrial S10 – Empresa B 57

Tabla 25. Capacidad de Producción Modelo Seguridad Industrial Inyección S09 – Empresa B 57
Tabla 26. Capacidad de Producción Diaria 57
Tabla 27. Capacidad Máxima de Producción 58
Tabla 28. Histórico de Ventas - Empresa A 61
Tabla 29. Histórico de Ventas – Empresa B 63
Tabla 30. Índice Estacional del modelo Deportivo- Empresa A 65
Tabla 31. Datos Desestacionalizados Modelo Deportivo – Empresa A 66
Tabla 32. Análisis de Regresión. Modelo Deportivo Empresa A 66
Tabla 33. Pronóstico Estacional. Modelos Deportivo – Empresa A 68
Tabla 34. Pronóstico Estacional Modelo Casual y Resto de Modelos - Empresa A 69
Tabla 35. Pronostico Estacional - Empresa B 71
Tabla 36. Calculo del Costos del Salario Mensual 73
Tabla 37. Plan 1. Mano de Obra Baja y Constante, Subcontratación - Empresa A 76
Tabla 38. Plan 2. Mano de Obra Constante, Tiempo Extra – Empresa A 77
Tabla 39. Plan 1. Mano de Obra Baja y Constante, Subcontratación - Empresa B 78
Tabla 40. Plan 2. Mano de Obra Constante, Tiempo Extra – Empresa B 79
Tabla 41. Análisis de Costos - Empresa A 80
Tabla 42. Análisis de Costos - Empresa B 80
Tabla 43. Orden de Producción del Mes de junio 2016 Semana 1 83
Tabla 44. Personas por célula de manufactura. Modelo Casual – Empresa A 86
Tabla 45. Personas por célula de manufactura. Modelo Deportivo – Empresa A 87
Tabla 46. Personas por célula de manufactura. Modelo Seguridad Industrial – Empresa B 87
Tabla 47. Personas por célula de manufactura. Modelo de Seguridad Inyección – Empresa B 88

Tabla 48. Células de Manufactura de las Empresas A y B 88
Tabla 49. Demanda Mensual de los Modelos de la Empresa A 89
Tabla 50. Número de Células de Manufactura Calculadas – Empresa A 90
Tabla 51. Demanda Mensual de los Modelos de la Empresa B 90
Tabla 52 Número de Células de Manufactura Calculadas – Empresa B 91
Tabla 53. Capacidad Diaria de Producción de la semana 1 del mes de junio 2016 92
Tabla 54. Capacidad Semanal de Producción. Semana 1 del mes de junio 2016..... 92
Tabla 55. Calculo del Tiempo de Producción para la Semana 1 del mes de junio 2016 93
Tabla 56. Tiempos de Producción del proceso productivo de calzado – Empresa A 98
Tabla 57. Tiempos de Producción del proceso productivo de calzado – Empresa B 99
Tabla 58. Ventas Reales 2016 de la Empresa A 104
Tabla 59. Error Porcentual Absoluto Medio del Periodo Junio – Diciembre 2016 - Empresa A..... 105
Tabla 60. Desviación Media Absoluta periodo Junio – Diciembre 2016 – Empresa A106
Tabla 61. Señal de Seguimiento periodo Junio - Diciembre 2016 - Empresa A 107
Tabla 62. Ventas Reales 2016 de la Empresa B 108
Tabla 63. Error Porcentual Absoluto Medio Periodo Junio – Diciembre 2016 - Empresa B..... 108
Tabla 64. Desviación Media Absoluta periodo junio – diciembre 2016 – Empresa B. 109
Tabla 65. Señal de Seguimiento periodo junio - diciembre 2016 - Empresa B..... 109
Tabla 66. Calculo de la Eficiencia del Modelo de Programación – Empresa A..... 111
Tabla 67. Calculo de la Eficiencia del Modelo de Programación – Empresa B..... 112
Tabla 68. Eficacia del Modelo de Calzado Casual 113
Tabla 69. Eficacia del Modelo de Calzado Deportivo 113
Tabla 70. Eficacia del Modelo de Seguridad Industrial S10 114
Tabla 71. Eficacia del Modelo de Seguridad Industrial Inyección S09..... 114

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Simbología de Diagramas de Procesos 10

Fig. 2. Relaciones de un Plan Agregado 15

Fig. 3. Demanda Histórica de Productos 16

Fig. 4 Filosofía del Manejo de Demanda Pull 17

Fig. 5 Célula de Manufactura. Modelo Casual 18

Fig. 6 Troquelado de Cuero 24

Fig. 7 Aparado de los Cortes de Cuero 24

Fig. 8 Cardado 25

Fig. 9 Diagrama de Ensamble de Calzado de Cuero. Empresa A 26

Fig. 10. Diagrama de Ensamble de Calzado de Cuero. Empresa B 27

Fig. 11. Grafica ABC. Empresa A 36

Fig. 12 Calzado Deportivo de Mujer 36

Fig. 13 Calzado Casual de Hombre 37

Fig. 14. Grafica ABC – Empresa B 40

Fig. 15 Calzado de Seguridad Industrial 41

Fig. 16 Calzado de Seguridad Industria S-09 41

Fig. 17. Porcentajes de Utilización de Maquinaria y Operador Empresa A. 51

Fig. 18. Porcentajes de Utilización de Maquinaria y Operador Empresa B. 53

Fig. 19 Restricciones del Proceso de Troquelado de las Empresas A y B 59

Fig. 20 Restricción subordinada con la Metodología TAC 60

Fig. 21. Fluctuaciones de la Demanda de los modelos – Empresa A 62

Fig. 22. Fluctuación de la Demanda de los Modelos – Empresa B 64

Fig. 23. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Deportivo – Empresa A 69

Fig. 24 Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Casual – Empresa A 70

Fig. 25 Fluctuaciones de Tres Periodos. Resto de Modelos – Empresa A 70

Fig. 26. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Seguridad Industrial S10 – Empresa B 71

Fig. 27. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Seguridad Industrial Inyección S09 – Empresa B..... 72

Fig. 28. Fluctuaciones de Tres Periodos. Otros Modelos – Empresa B 72

Fig. 29. Ordenes de Producción para el Mes de Junio..... 84

Fig. 30. Ordenes de Producción para el Mes de Julio..... 84

Fig. 31. Ordenes de Producción para el Mes de Agosto..... 85

Fig. 32. Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Junio..... 95

Fig. 33. Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Julio..... 96

Fig. 34 Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Agosto..... 97

Fig. 35. Secuencia de procesos de los meses de junio, julio y agosto – Empresa A 100

Fig. 36. Secuencia de procesos de los meses de junio, julio y agosto – Empresa B..... 101

Fig. 37. Calendario de Producción de los meses de junio, julio y agosto 2016-Empresa A 102

Fig. 38. Calendario de Producción de los meses de junio, julio y agosto 2016-Empresa B 103

Fig. 39 Señal de Seguimiento Empresa A 107

Fig. 40. Señal de Seguimiento Empresa A 110

Fig. 41. Capacidad de Producción Efectiva vs Capacidad de Producción Programada – Empresa A..... 111

Fig. 42. Capacidad de Producción Real vs Capacidad de Producción Programada – Empresa B..... 112

Fig. 43 Ingreso de la demanda. Programa. UODIDE 115

Fig. 44 Estándar de Producción del Programa. UODIDE 116

RESUMEN

El proyecto de investigación se enfoca en desarrollar un modelo de programación de la producción en el proceso de troquelado de calzado de cuero, con el fin de generar una carga uniforme de trabajo. El análisis se realiza en dos empresas pertenecientes a la cámara de calzado CALTU centrándose en cuatro modelos de calzado. Inicialmente se identifican las restricciones que limitan el proceso de corte empleando la Teoría de las Restricciones y la metodología TAC (Tambor-Amortiguador-Cuerda), se calculan las capacidades de producción para definir el cuello de botella que marca el ritmo de producción (tambor). El modelo de programación (Cuerda) está basado en un sistema de producción Pull de Lean Manufacturing en cual se emplean ordenes de producción para sincronizar la manufactura del calzado con los procesos de aparado y montaje. Empleando células de manufactura se logra optimizar eficiente la maquinaria y el recurso humano (amortiguador). Los resultados del modelo radican en estimar el número de turnos necesarios para cumplir con los requerimientos de producción. Comparando el modelo actual de producción con el propuesto se tiene un aumento que va desde el 4% al 16% para la empresa A y de 6 hasta el 13% de eficiencia en la capacidad de producción para la empresa B.

ABSTRACT

The research project focuses on developing a model of production scheduling in the process of punching leather footwear, in order to generate a uniform load of work. The analysis is carried out in two companies belonging to the CALTU footwear chamber focusing on four models of footwear. Initially, the constraints that limit the cutting process using restriction theory and the TAC (drum-buffer-rope) methodology are identified, production capacities are calculated to define the bottleneck that marks the production rhythm (drum). The programming model (Rope) is based on a Lean Manufacturing Pull production system in which production orders are used to synchronize shoe manufacturing with trimming and assembly processes. Using manufacturing cells, it is possible to efficiently optimize the machinery and the human resource (buffer). The results of the model lie in estimating the number of shifts required to meet production requirements. Comparing the current model of production with the proposed one has an increase that goes from 4% to 16% for company A and 6 to 13% efficiency in production capacity for company B.

ACRÓNIMOS

CALTU: Cámara Nacional de Calzado.

TOC: Teoría de las Restricciones.

TAC: Tambor-Cuerda-Amortiguador.

CP: Capacidad de Producción.

TS: Tiempo Estándar.

DAM: Desviación Absoluta Media

EPAM: Error Porcentual Absoluto Medio

SS: Señal de Seguimiento

SCEP: Suma de Corriente de Errores

IE: Índice de Estacionalidad

HN: Hora Normal

HE: Hora Extra

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Diagrama de Flujo: Es la representación gráfica del algoritmo o proceso.

Demanda: Aquellas cantidades de un determinado producto, bien o servicio.

Pronostico: Es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones.

Eficiencia: Es cuando se analiza el total, resultados y consumos.

Restricción: Son políticas, equipos o instalaciones, recursos humanos, etc.; que están evitando que el sistema cumpla con su meta de negocio.

Cuello de Botella: Cualquier recurso cuya capacidad sea menor que su demanda.

Tambor: El ritmo al que el recurso restringido es confiable para procesar.

Amortiguador: Hace que el proceso fluya y que se priorice de acuerdo al tiempo en que una orden estará pasando por el cuello de botella.

Cuerda: Jala la producción hacia la restricción para realizar el procesamiento necesario**.**

Estudio ABC: Es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto

Planeación Agregada: Determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios.

Diagrama Gantt: Herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado

Sistema de Producción: Proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución y el planteamiento de un proceso industrial.

Lean Manufacturing: Manufactura esbelta es un modelo de gestión enfocado en mejorar los procesos productivos eliminando desperdicios.

Célula de Manufactura: Agrupación de personas y máquinas que realizan un determinado número de operaciones especializadas.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Tungurahua se caracteriza por el potencial industrial y artesanal en la confección de calzado de cuero, este sector productivo es priorizado por el Gobierno Nacional para impulsar el Cambio de la Matriz Productiva, para estimular la economía del país. La meta de las empresas manufactureras de calzado de cuero es elevar la productividad del proceso optimizando los recursos para bajar costos de operación elevando la ventaja competitiva de la empresa. La manufactura de calzado de cuero tiene tres procesos productivos; estos son el troquelado, aparado, montaje. El proceso de troquelado da inicio al proceso productivo, en el cual se realiza el despiece de las bandas de cuero empleando varios métodos de corte.

La problemática de las empresas radica en la carencia de un sistema o modelos de planeación y programación de la producción en el proceso de troquelado, esto genera el mal flujo de materiales y suministros, ocasionando cuellos de botella y tiempos prolongados de espera entre los procesos continuo a este; esto restringe la sincronización entre los procesos productivos de la industria de calzado, disminuyendo los índices de productividad y de eficiencia en el uso de los recursos de las empresas.

Plantear un modelo de programación y planeación de la producción para el proceso de troquelado en las empresas manufactureras de calzado de cuero permite aumentar competitividad empresarial optimizando la utilización de recursos, para ello es necesario implementar un sistema de producción sobre pedido que controle el flujo del producto, identificar el recurso cuello de botella y sincronizar la manufactura del calzado para cumplir con una fecha de entrega. Se identificó las restricciones del sistema productivo, el modelo determinó las cantidades óptimas de fabricación maximizando los recursos de la empresa, para un período de tiempo dado. Además, determinar las restricciones de planta permite identificar las limitaciones que impactan negativamente el desarrollo del proceso de troquelado. A partir de este modelo, se plantea un procedimiento para la planeación y programación de la producción, optimizando el proceso de troquelado de cuero generando cargas uniformes de trabajo lo que permite sincronizar el proceso de troquelado con los demás procesos productivos; este modelo puede implementarse en empresas de calzado al beneficio del crecimiento de la industria de calzado en la Provincia y en el país.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el Capítulo I se menciona toda la problemática encontrada en la industria de la Manufactura de Calzado de Cuero, todos estos aspectos negativos mencionados a continuación impulsaron a la realización de la presente investigación con el fin de buscar soluciones factibles a los distintos problemas que presenta la industria de calzado en la Provincia de Tungurahua. Este capítulo delimita la investigación al campo de estudio que corresponde y se establecen los objetivos propuestos del presente tema de investigación.

1.1 Tema

"PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA EL PROCESO DE TROQUELADO EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS DE CALZADO DE CUERO"

1.2 Planteamiento del Problema

La gestión gerencial y la productividad son dos de los temas empresariales más estudiados en los últimos tiempos a nivel mundial. Estos estudios surgen como solución a los problemas de productividad de las empresas, ocasionados por la presión que genera la globalización, la cual forja estándares mínimos que las organizaciones deben cumplir para mantenerse en el mercado. Sin embargo, es muy usual ver que las organizaciones se pierden en el concepto de "productividad" debido a que enfocan sus esfuerzos en adquirir nuevos recursos para optimizar los procesos productivos, sin embargo, estas decisiones no cumplen con el objetivo principal del sistema, ganar dinero [1].

La industria del calzado tiene un gran desarrollo en materia de diseño, variedad y especialización. En el Ecuador existe producción de calzado para montaña, exclusivo de

cuero e industrial. La industria se encuentra inmersa en procesos de tecnificación cada vez más avanzados. Existe un gran desarrollo de la industria principalmente en las provincias de Tungurahua, Azuay, Pichincha y Guayas. Ecuador produce alrededor de 350 mil cueros y pieles al año. Una buena parte de la demanda se orienta al mercado interno de calzado, marroquinería y confecciones, y gran parte de la producción de cuero y pieles se exporta [2]. Entre el 2012 y 2014, la inversión de las empresas del sector del calzado a nivel nacional se incrementó en el 49.6%, inversión orientada a la adquisición de maquinaria para la mejora productiva, cifras de la Subsecretaria de Comercio y Servicios del Ministerio de Industrias y Productividad [3].

La definición de procesos en la industria de transformación ecuatoriana ha sido un tema complejo que no se lo ha tomado con toda la importancia del caso, para lo cual se estima que éstos inciden en la productividad de las empresas manufactureras de calzado, además, de la limitada definición de los mismos y sus indicadores, así como la medición de la deficiente determinación de la productividad del tipo de empresas en estudio [4].

De acuerdo con la Cámara de Industria de la Provincia de Tungurahua, en Ecuador, existen más de 5.000 productores de calzado y cerca de 100.000 puestos de trabajo entre directos e indirectos, con una producción anual en el año 2012 de 30 millones de pares. El 50% de la producción total se destina al mercado interno y el 50% restante al mercado exterior [5].

El estudio del trabajo manual a través de la ingeniería de métodos ha proporcionado, a la gestión de operaciones actual, las herramientas necesarias para este fin, puesto que ayuda a la gerencia a reducir costos innecesarios y balancear las celdas de manufactura. Además, permite a los empleados comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo por medio de los estándares de tiempo [6].

Tungurahua se caracteriza por el potencial industrial y artesanal en la confección de calzado de cuero. El sector es priorizado por el Gobierno Nacional para impulsar el Cambio de la Matriz Productiva, y para promover su crecimiento, el Gobierno emitió el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 080 de “Etiquetado del calzado”, normativa que estimula y exige mayores estándares de calidad en los productos que circulan en el mercado nacional [3].

Tras destacar la vocación productiva manufacturera industrial de la provincia de Tungurahua, se precisó que el sector del calzado, ha logrado un desarrollo importante durante el actual gobierno, registrando un incremento de las ventas de 45 millones de dólares en el 2007, a más de 151 millones en la actualidad según la Cámara Nacional de Calzado (CALTU) [7], se está produciendo el cambio estructural necesario para la transformación de la matriz productiva y así avanzar en la creación de industrias básicas e intermedias.

En la manufactura de calzado de cuero se tiene tres procesos productivos tales como el troquelado, aparado, montaje. La elaboración de calzado de cuero, requiere de la sincronización entre operaciones, al ser un proceso sistemático en donde la terminación de un proceso se convierte en el inicio de otro. El proceso de troquelado da inicio a la manufactura del calzado y el análisis de este proceso es de gran importancia para la programación de la producción, yaqué aquí se realiza el despiece de las bandas de cuero, se analizaran diversos métodos de corte con el fin de obtener resultados reales y además para que estos sirvan a todo tipo de industria de calzado sin importar el método de corte que emplee cada empresa; de ahí parte el interés en estudiar a este proceso para optimizar el mismo y elevar la productividad de la industria manufactura de calzado de cuero.

La inadecuada programación de la producción en la manufactura de calzado de cuero, genera en el proceso de troquelado el mal flujo de materiales y suministros, ocasionando cuellos de botella y tiempos prolongados de espera entre los procesos continuo a este; esto restringe el flujo de materiales y la sincronización entre los procesos productivos de la industria de calzado bajando los índices de productividad y de eficiencia en el uso de los recursos de las empresas.

No pronosticar volúmenes de ventas hace que los costos operativos y de almacenamiento se eleven, generando desventajas competitivas frente a competidores del mercado regional y nacional. La mayor parte de empresas no tienen políticas de producción (fechas de entrega, optimización del flujo de materiales, emplear un sistema de producción) lo cual es otra causa del incrementa de los costos de operación haciendo que el costo del producto se incremente y pierda posición en el mercado nacional.

La presencia de restricciones de planta (disponibilidad de materias primas, falta de logística interna y externa, carencia de estrategias y políticas empresariales, así como aptitudes y comportamientos del personal), limitan la capacidad de producción de la empresa, reduciendo la eficiencia en el uso del recurso humano, como también de los materiales y la maquinaria. Además, hace desacertada la asignación de la fuerza laboral necesaria para satisfacer la demanda de productos, lo que provoca retrasos en la terminación del proceso troquelado debido a la falta de capacidad.

1.3 Delimitación

1.3.1 De Contenido

Área Académica: Industrial y Manufactura.

Línea de Investigación: Industrial.

Sublínea de Investigación: Gestión de Sistemas de Planeación y Control de la Producción de Bienes Industriales.

1.3.2 Espacial

El presente proyecto de investigación se desarrolla en empresas manufactureras de calzado de cuero, pertenecientes a la Cámara Nacional de Calzado (CALTU).

1.3.3 Temporal

La investigación se realiza durante el ciclo académico abril 2016 - marzo 2017, posterior a la aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 Justificación

La importancia de la presente investigación radica en dar la solución a la problemática expuesta anteriormente, además de generar un aporte investigativo con el fin de elevar la productividad y competitividad de la industria de calzado de cuero en Tungurahua, empleando análisis de procesos y aplicando herramientas Lean Manufacturing que ayuda a plantear un modelo de planificación y programación de la producción para el proceso de troquelado.

La programación de la producción de calzado de cuero, permite utilizar de forma eficiente los recursos de las empresas, recursos como el talento humano, maquinaria y el económico; de esta forma las empresas podrán de alguna manera abaratar costo de producción conservando siempre la calidad del calzado; así las empresas podrán crecer y mantenerse en el mercado nacional.

Las empresas pertenecientes a la Cámara Nacional de Calzado (CALTU), se verán beneficiadas con la ejecución del presente proyecto de investigación, ya que se optimiza el proceso de troquelado de cuero y el flujo con los demás procesos productivos consecuentes a este, esto permite establecer las acciones y procedimientos para la mejora de los productos, siendo el primordial beneficio el crecimiento de la industria de calzado en la Provincia y en el país.

El desarrollo del presente tema de investigación resulta de mucha utilidad, ya que los resultados de esta investigación serán integrados al proyecto de investigación en ejecución de la Universidad Técnica de Ambato [8], coordinado por el ingeniero Jonh Reyes Vásquez. Además, resulta de una fuente de análisis y discusión para futuras investigaciones relacionadas a la problemática plantea en la presente investigación, para los estudiantes de la Carreara de Ingeniería Industrial de la Faculta de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

Es factible la ejecución del presente tema de investigación, ya que cuenta con la disponibilidad de recursos tecnológicos y bibliográficos actualizados para ejecución de la investigación; además de la apertura y apoyo de la Cámara Nacional de Calzado y de las empresas manufacturera de calzado de cuero que brindan la colaboración necesaria, permitiendo observar la ejecución de las operaciones y el análisis del proceso de troquelado de cuero.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar la programación de la producción para el proceso de troquelado de calzado de cuero considerando las restricciones en las instalaciones para que exista una carga uniforme de trabajo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar los procesos de producción para la elaboración de calzado de cuero en empresas seleccionadas de la CALTU.
- Estudiar los tiempos de producción del proceso de troquelado en la fabricación calzado como requerimiento para la programación de la producción.
- Estimar la demanda futura para la programación de producción en el proceso de troquelado de calzado de cuero.
- Sincronizar la producción con la demanda del proceso de troquelado para generar una carga uniforme en industrias manufactureras de calzado.
- Experimentar la programación de operaciones de producción del proceso de troquelado de cuero para evaluar su eficacia.
- Integrar los resultados de esta investigación al proyecto "Optimización Operacional basada en un Sistema Dinámico Esbelto de Alerta de Fallas en los Procesos de Producción para las Industrias De Calzado".

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capitulo se mencionan los resultados y se analizan metodologías relevantes de investigaciones que guarden relación al tema planteado en la presente investigación. Además, se indican los conceptos y definiciones que se aplican en la realización del programa de producción para la manufactura de calzado de cuero.

2.1 Antecedentes Investigativos

El actual Gobierno Central, propone cambiar la matriz productiva que según el presente desarrollo no solo será en la forma de producir y crecer económicamente sino además tiene que ver con la forma en la que se produce con el capital humano y como consumimos tanto en el mercado local e internacional. De esta manera las metas que vislumbra para el cambio de matriz productiva se encontró que el cambio de modelo productivo al sector calzado que en la provincia de Tungurahua en la pequeña empresa que se desarrollado en los últimos años a pasos gigantes sin la necesidad de que exista un modelo económico a seguir [9].

Las empresas manufactureras requieren de cambios radicales para lograr la cantidad y calidad requerida de sus producciones y responder a las necesidades del mercado con rapidez, siendo imprescindible para ello una correcta selección del sistema de planificación y control de la producción. Definir la herramienta de planificación y control puede ser de gran utilidad para las organizaciones y contribuir a incrementar los indicadores de estas y a elevar el servicio que las mismas brindan al cliente [10]. La adecuada planificación, buen control de la producción y suministros juega un papel fundamental en la gestión de una organización, debido a que afecta a los demás procesos de la empresa (procesos de compra, producción, mercado, etc.).

Planear la producción permite programar la utilización de recursos, realizando eficazmente pedidos de materiales y no basándose en los pronósticos cualitativos de utilización de materia prima se logra reducir costos significativos de almacenamiento y permite tener una mayor rotación del inventario de materias primas [11].

El programa óptimo de producción, constituye una herramienta con la cual el empresario puede generar una ventaja frente a la competencia y ser más productivo, mientras maximiza sus utilidades. Para desarrollar el programa de producción se identificó las restricciones del sistema productivo, el modelo determinó las cantidades óptimas de fabricación maximizando el throughput, para un período de tiempo dado. Además, determinar las restricciones de planta permite identificar perturbaciones que afectan al flujo e impactan directamente al throughput y por ende a las utilidades. A partir de este modelo, se plantea un procedimiento para la programación y control de la producción, el cual puede implementarse en empresas de calzado [12] [13].

Programar la producción influye sustancialmente en la aplicación de la Teoría de Restricciones, ya que si se trabaja con un sistema de producción sobre pedido es mucho más fácil realizar la planeación de producción, controlar el flujo del producto, identificar el recurso cuello de botella y organizar los amortiguadores de existencias porque se programa para cumplir con una fecha de entrega; pero en el caso contrario, un sistema de producción para almacenaje implica cambiar toda la cultura de trabajo y atención a los clientes [14].

Realizar un programa de producción en las empresas permite aumentar competitividad y una disminución significativa de la inversión en los materiales almacenados. Hoy en día el entorno competitivo hace que sea esencial que empresas se centren en la gestión del inventario, así como para reducir los costes de funcionamiento y aumentar el rendimiento de empresas, asegurando la satisfacción del cliente, proporcionando mejores niveles de servicio conservando la calidad del producto. El control del proceso asegura un modelo de gestión dinámica en el tiempo, permite mantener un control estricto del dinero invertido y distribuir correctamente los recursos propios de la empresa impulsando un modelo dinámico de gestión de un proceso productivo [15]. Considerando los requerimientos de información y la necesidad de coherencia en los datos para una adecuada planificación jerárquica de la producción, se puede concluir que es muy

importante contar con un sistema de información confiable y normalizada para asegurar el éxito del modelo. Es claro, que el éxito del modelo jerárquico para resolver problemas de planificación y control de producción está asociado directamente con la calidad de la agregación y desagregación de los datos, por lo cual se plantea también este tema para futuras investigaciones en el área [16].

Con el fin de estimar los recursos disponibles en las organizaciones en términos de tecnologías, procesos y conocimientos, el diagnóstico tecnológico ha sido utilizado en diversas organizaciones con el objetivo de orientar los procesos de planeación y la definición de estrategias para mantener o mejorar su posición competitiva en los entornos donde se desenvuelven [17].

La gestión tecnológica y la innovación se han convertido en los constituyentes claves en el entorno empresarial para garantizar el crecimiento, la permanencia en el tiempo, enfrentarse a las situaciones cambiantes actuales y de futuro, generar avance tecnológico y dar mayor valor agregado tanto a la organización como a sus clientes [18].

La evaluación de las técnicas de planeación agregada, producción constante, y promedio periódico para la producción permite al empresario reducir el tiempo entre actividades. Las oportunidades de mejora identificadas previamente ayudaran al mismo a tomar decisiones más certeras para programar y planear la producción. [19].

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Análisis del Proceso

Un análisis de proceso describe los distintos tipos de pasos que se asocian a un proceso en particular. Identifica los pasos que le agregan valor (es decir, trabajo) y los que no lo hacen (desperdicio), facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales. El tiempo, el costo, la distancia y el número de personas son medidas [20].

2.2.2 Diagrama de Flujo de Procesos

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas

y los responsables de su ejecución [21]. En la Fig. 1 se indica la simbología emplea en la construcción de diagramas de flujo para describir un proceso.

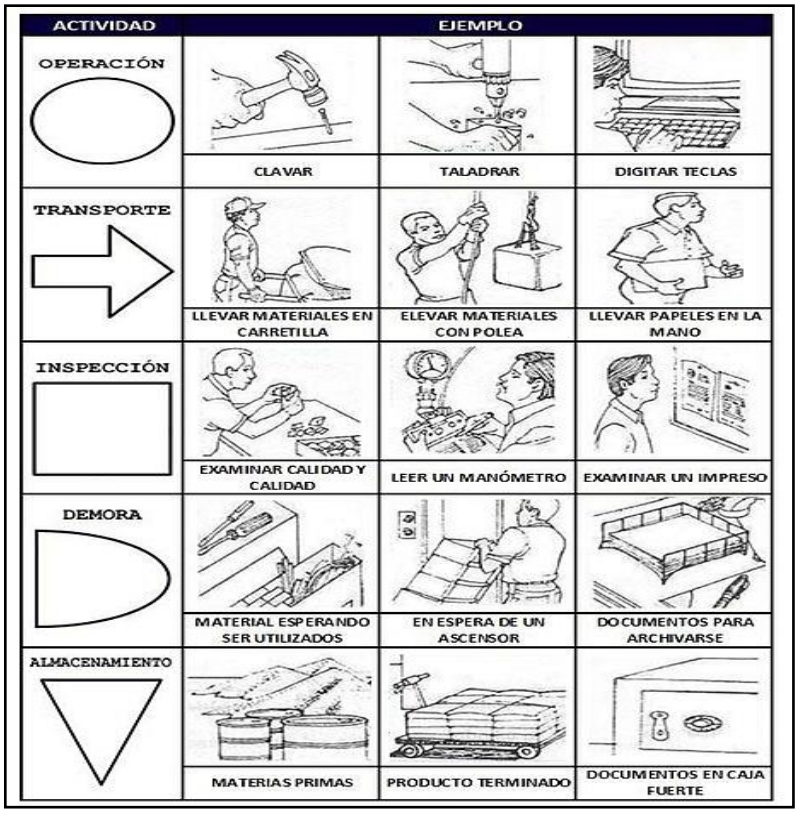


Fig. 1 Simbología de Diagramas de Procesos

Fuente: Ingeniería Industrial: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/guia-para-elaborar-diagramas-de-proceso/ **[22]**

2.2.3 Clasificación ABC de Productos

La clasificación ABC es un análisis estadístico en base al principio de Pareto o ley del 80/20 que permite identificar los artículos de mayor impacto o los más significativos de una organización. Esta aplicación dice que "el 20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados"; es decir, el 20% es esencial y el 80% es trivial. Esta herramienta permite centrar los recursos en los pocos artículos importantes y no en los muchos triviales obteniendo aquellos productos A en los cuales el pronóstico merece más cuidado que el de otros [23].

2.2.4 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida,

efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos, a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Tiempo Estándar de Proceso

El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, habida cuenta la frecuencia con que se presenta cada elemento, más el suplemento por contingencias (con su añadido por descanso).

Diagrama Hombre-Máquina

Es un diagrama en el que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina, o equipo), según una escala de tiempo común para mostrar la correlación entre ellas [24].

2.2.5 Capacidad de la Producción

Es el máximo nivel de actividades productivas que puede alcanzarse en una empresa de bienes o servicios en la práctica la capacidad de producción es un indicador clave para la toma de decisiones como contratación o despido de personal [25]. El cálculo de la capacidad de producción se realiza mediante la aplicación de la ecuación 1:

$$\boldsymbol{CP} = \frac{1}{Ts} \tag{1}$$

De donde se deduce:

CP: Capacidad de Producción

Ts: Tiempo estándar de la operación

Capacidad Utilizada: Monto de producción que un sistema es capaz de alcanzar en un periodo específico.

Mejor Nivel de Operación: Se trata del nivel de capacidad para el que se diseñó el proceso y por ende se refiere al volumen de producción en el cual se reduce al mínimo el costo promedio por unidad.

Índice de Utilización de la Capacidad: Revela la cercanía del mejor punto de operación, se determina empleando la ecuación 2.

$$Índice\ de\ Utilización\ de\ \ Capacidad = \frac{Capacidad\ Utilizada}{Mejor\ nivel\ de\ Operación} \times 100\% \qquad (2)$$

El índice de utilización de capacidad se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y el denominador se midan en unidades y periodos iguales [26].

Eficiencia: La eficiencia es el porcentaje de la capacidad efectiva que se alcanza en realidad. Se calcula con la ecuación 3 así:

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Capacidad\ Efectiva} \qquad (3)$$

La capacidad efectiva es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones operativas actuales [27].

2.2.6 Restricciones de Planta

La demanda máxima de un producto está limitada por el mercado. Satisfacerla depende de la capacidad del sistema para cubrir los factores de éxito establecidos (precio, rapidez de respuesta, etc.). Estas restricciones limitan la productividad del proceso haciéndolo poco eficaz. Entre ellas están las siguientes:

1. **Restricción de Materiales:** Se limita por la disponibilidad de materiales en cantidad y calidad adecuada.
2. **Restricción de Capacidad:** Es el resultado de tener equipo con capacidad que no satisface la demanda requerida de ellos.
3. **Restricción Logística:** Restricción inherente en el sistema de planeación y control de producción.
4. **Restricción Administrativa:** Estrategias y políticas definidas por la empresa que limitan el proceso productivo.
5. **Restricción de Comportamiento:** Actitudes y comportamientos del personal. La actitud de "ocuparse todo el tiempo" y la tendencia a trabajar lo fácil [28].

2.2.7 Teoría de Restricciones

Es el cuerpo de conocimientos que maneja todo lo que limita la habilidad de una organización para lograr sus metas. Las restricciones pueden ser físicas (como la

disponibilidad de personal o de procesos, materias primas o suministros) o no físicas (como procedimientos, estados de ánimo y capacitación). La teoría de las restricciones seda mediante un proceso de cinco pasos:

Paso 1: Identificar las restricciones

Esto implica la necesidad de analizar el proceso completo para determinar qué proceso limita el rendimiento. El concepto no restringe este análisis únicamente a los procesos operativos.

Paso 2: Explotar las restricciones

Esto se refiere a encontrar métodos para maximizar la utilización de la restricción con el objetivo de obtener un rendimiento productivo.

Paso 3: Subordinar todo a la restricción

La utilización efectiva de la restricción es lo más importante. Todo lo demás es secundario.

Paso 4: Elevar la restricción

Reducir los efectos de las restricciones restando carga de trabajo o ampliando la capacidad. Asegurarse de que todas las personas afectadas por las restricciones las reconozcan.

Paso 5: Cuando un conjunto de restricciones se supere, volver al paso 1 e identificar nuevas restricciones.

Sistema Tambor-Amortiguador-Cuerda (TAC)

El sistema de programación desarrollado por la teoría de restricciones tiene su propio método específico, a pesar de que está estrechamente relacionado con un sistema Pull inherente a la producción esbelta; dicho método suele denominarse tambor-amortiguador-cuerda:

Tambor. El tambor del sistema se refiere al "ritmo de tambor" o ritmo de producción. En otros términos, el tambor simplemente puede ser considerado como el programa de trabajo de la restricción de la organización.

- **Amortiguador**. Representa la cantidad de tiempo que el material es liberado dentro del sistema antes del tiempo de rendimiento normal mínimo para alcanzar la restricción.
- **Cuerda.** La cuerda "jala" la producción hacia la restricción para que se realice el procesamiento necesario, se puede llevar a cabo mediante una liberación bien coordinada y en el momento apropiado del material en el sistema [29].

2.2.8 Cuello de botella

Operación más lenta del proceso, o la que produce el menor número de productos en determinado tiempo. Son restricciones que limitan la salida de producción; estos tienen menos capacidad que el centro de trabajo anterior o siguiente, y limitan la salida de productos. Son una ocurrencia común porque incluso los sistemas bien diseñados pocas veces duran en equilibrio mucho tiempo. Se hace frente a los cuellos de botella aumentando su capacidad, cambiando el tamaño de los lotes, la secuencia del trabajo o aceptando la inactividad en otras estaciones de trabajo [30].

2.2.9 Planeación Agregada

Enfoque para determinar las cantidades y los tiempos de producción necesarios para un futuro intermedio (usualmente de 3 a 18 meses de adelanto). Por lo general, el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación.

Alternativas de Capacidad

a) **Cambiar los niveles de inventario:** Los administradores pueden incrementar el inventario durante periodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta en periodos futuros.
b) **Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos:** Una forma de satisfacer la demanda es contratar o despedir trabajadores de producción para ajustar las tasas de producción.
c) **Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso**: A veces es posible mantener una fuerza de trabajo constante mientras se varían las horas de trabajo reduciendo el número de horas trabajadas cuando la demanda baja y aumentándolas cuando sube.

d) Subcontratar: Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando el trabajo en los periodos de demanda pico, sin embargo, la subcontratación tiene varias desventajas. En la Fig.2 se muestra las relaciones de un plan agregado con aspectos como la demanda, pronósticos, fuerza laboral y demás.

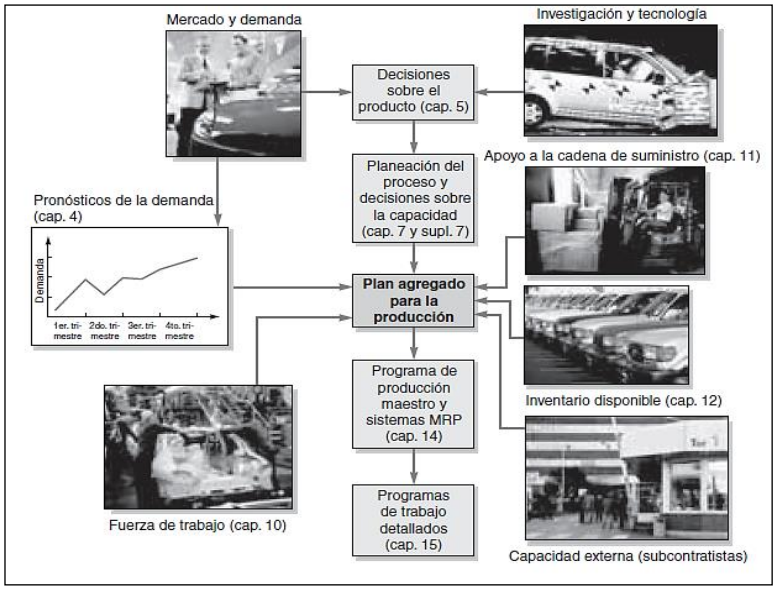


Fig. 2. Relaciones de un Plan Agregado [27]

Fuente: Principios de Administración de Operaciones

Para determinar el nuero de trabajadores se utiliza la ecuación 4, esta ecuación relaciona la demanda y el tiempo estándar de producción con las horas de producción que se tienen en el mes [27].

$$\boldsymbol{N° \, Trabajadores} = \frac{Demanda \frac{pares}{mes} \times Tiempo \; Estandar \frac{hora \times trabajador}{par}}{Horas \; de \; trabajo \frac{horas}{dia} \times dias \; trabajo \; al \; mes \frac{dias}{mes}} \quad (4)$$

2.2.10 Administración de la Demanda

El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo. Existen dos fuentes básicas de la demanda: dependiente e independiente. La demanda dependiente de un producto o servicio es la demanda provocada por otros productos o servicios. La demanda Independiente no se deriva directamente de la demanda de otros productos. En la Fig. 3 se muestra la relación entre las unidades demandas y el tiempo.

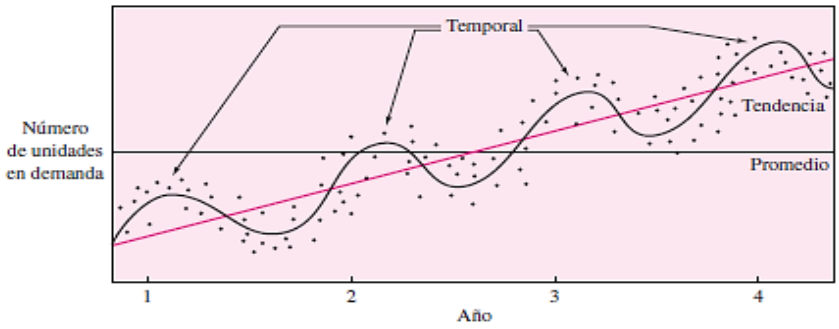


Fig. 3. Demanda Histórica de Productos [26]

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros

Pronóstico

Con los pronósticos, el personal de producción y operaciones toma decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planificación de capacidades y distribución de instalaciones, además de decisiones continuas acerca de la planificación de la producción, programación e inventario. Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. El análisis de series de tiempo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.

Análisis de Regresión Lineal

La regresión se define como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Con ella se pronostica una variable con base en otra. Por lo general, la relación se establece a partir de datos observados. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta. La recta de la regresión lineal tiene la forma representada en la ecuación 5:

$$y = a + bx \tag{5}$$

Medición de Errores de Pronostico

La demanda de un producto se genera mediante la interacción de varios factores demasiado complejos para describirlos con precisión en un modelo. Por tanto, todas las proyecciones contienen algún error.

Desviación Absoluta Media (DAM)

Error promedio del pronóstico con valores absolutos de error de cada pronóstico anterior, el Desviación Absoluta Media se determina mediante la ecuación 6:

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^{n} |A_t - F_t|}{n} \quad (6)$$

donde

t = Número del periodo *A* = Demanda real en el periodo

n = Número total de periodos *F* = Demanda pronosticada para el periodo

Error Porcentual Absoluto Medio (EPAM)

Desviación absoluta media dividida entre el promedio de demanda. Es el promedio de error expresado como porcentaje de demanda, se calcula mediante la ecuación 7.

$$EPAM = \frac{DAM}{Promedio\ de\ Demanda} \quad (7)$$

Señal de Seguimiento (SS)

Medida que indica si el promedio del pronóstico concuerda con alzas o bajas verdaderas de la demanda. La ecuación 8 determina la Señal de Seguimiento [26].

$$SS = \frac{SCEP}{DAM} \quad (8)$$

SCEP = Suma corriente de los errores

2.2.11 Sistema de Producción Pull

La filosofía PULL ("tirar" en inglés) que trata de analizar primero la demanda del cliente y aprovisionarse en función de ella. Esta última filosofía, por su flexibilidad, es la que se está imponiendo en el mercado [31].

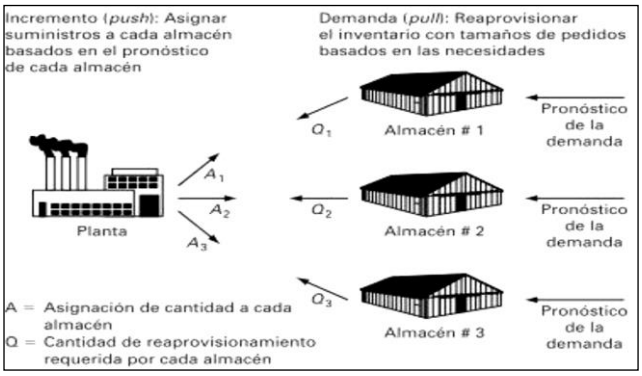


Fig. 4 Filosofía del Manejo de Demanda Pull

Fuente: Logística. Administración de la Cadena de Suministros [32]

2.2.12 Células de Manufactura

El proceso de formación de celdas y familias de partes, consiste en agrupar las máquinas en celdas a partir de las similitudes en diseño y procesos de fabricación de las partes que estas procesan, las cuales conforman las familias de partes. De esta forma cada familia tiene asignada una celda de manufactura [33]. La Fig. 5 muestra una célula de manufactura conformada por un troquel de corte de complementos y una mesa de trabajo para el corte a mano del cuero.



Fig. 5 Célula de Manufactura. Modelo Casual

Fuente: Empresa A

2.3 Propuesta de Solución

Se propone diseñar un modelo de programación de la producción para el proceso de troquelado en la industria manufacturera de calzado de cuero, tomando en cuenta las limitaciones del proceso. Se estimara la demanda de producción de calzado mediante el pronóstico en base a históricos de ventas dados por las empresas, además se identifica las restricciones del proceso que ayudarán a determinar el cuello de botella el cual marca el ritmo de producción del proceso, en base a esto se calculan parámetros de producción como capacidades semanales, número de turnos, días de producción y el recurso humano necesario para cumplir con la demanda dada, de esta manera se sincronizará el proceso de troquelado con los procesos de aparado y montaje fijando tiempos de entrega, para ello se implementará el sistema de producción Pull. La ejecución de este modelo de planeación y programación propuesto elevará los niveles eficiencia del proceso, manejando correctamente los recursos de las empresas, de esta forma se busca aumentar las ventajas competitivas del sector manufacturero de calzado de la provincia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En cumplimiento a los objetivos propuestos se realiza una investigación aplicada, ya que, para la solución a la problemática expuesta en el Capítulo I, se requiere investigar y analizar los procedimientos y actividades que se desarrollan en área de troquelado en las empresas estudiadas.

3.1 Modalidad de la Investigación

3.1.1 Investigación Bibliográfica

La búsqueda de información bibliográfica actual, relacionada con el tema "Programación de la Producción para el Proceso de Troquelado en Industrias Manufactureras de Calzado de Cuero", se realizó tomando información puntual de libros, recursos web y de bases científicas de datos, mediante los cuales se analiza y compara toda la información que se utiliza en la presente investigación.

3.1.2 Investigación de Campo

Se lleva a cabo en las Industrias Manufacturera de Calzado de Cuero que pertenezca a la Cámara Nacional de Calzado (CALTU), con el fin de observar y analizar el proceso de troquelado para levantar información relevante que permita dar solución a los objetivos propuestos en el presente tema de investigación.

3.2 Población y Muestra

Para el presente estudio se cuenta con una población de 60 empresas productoras de calzado que pertenecen a la CALTU, en el Anexo 1 se indica el listado de estas empresas. La ecuación 9 se emplea para determina la muestra de estudio, esta ecuación se utiliza

cuando se conoce el tamaño de la población y la además cuando las características de la media muestral coinciden con las de la población.

$$\boldsymbol{n} = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \tag{9}$$

Dónde:

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población; corresponde a 60 empresas.

$\boldsymbol{\sigma} =$ Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,1.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Se lo toma en relación al 90% de confianza equivale 1,65.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09). Se trabajará con el error del 9% que corresponde al valor de 0.09.

$$\boldsymbol{n} = \frac{(60)(0{,}1)^2(1{,}65)^2}{(60-1)0{,}09^2 + (0{,}1)^2(1{,}65)^2}$$

$$\boldsymbol{n} = 3{,}233 \sim 4$$

Realizando el cálculo se obtuvo como resultado una muestra de 4 empresas. Al no contar con la apertura y colaboración de 4 empresas, la muestra se reduce a 2 organizaciones las cuales fueron las únicas que brindaron las facilidades y compartieron la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Además, se considera trabajar bajo las condiciones impuestas por las empresas en cuanto a la confidencialidad de la información proporcionada por cada una de ellas; por esta razón en la investigación se señala a cada organización como Empresa A y Empresa B.

3.3 Recolección de Información

Para recoger la información necesaria, se emplea la técnica de observación para obtener los datos necesarios de las actividades y operaciones que se realicen en el área de troquelado. Además, se utiliza diagramas de flujo del proceso, estudio de métodos de

trabajo, así como los estudios de tiempos de cada empresa y la información proporcionada por las empresas.

3.4 Procesamiento y Análisis de Datos

3.4.1 Clasificación de Datos

Mediante hojas de registros se documentará la información y los datos tomados en campo, estas hojas contarán con membretes informativos, permitiendo saber fecha, las áreas y tiempos en las que se realizarán las observaciones, para controlar los datos que se van a obtener de las empresas.

3.4.2 Interpretación y Análisis de Resultados

Los datos y toda la información obtenidos del proceso son ordenados y clasificados para realizar los cálculos de los parámetros a tomar en cuenta en el estudio, posteriormente se analizarán los resultados para ser tomados en cuenta en la programación de la producción del proceso de troquelado.

3.5 Desarrollo del Proyecto

1. Identificación de la situación actual y actividades del área de troquelado por medio de observación directa al lugar de operación.
2. Entrevista al personal de las empresas de calzado.
3. Realizar el levantamiento del proceso de manufactura del calzado en el área de troquelado.
4. Examinar la programación actual de la producción del proceso de troquelado y el flujo de materiales entre procesos.
5. Realizar el estudio ABC para determinar los modelos de calzado a estudiar en cada una de las empresas.
6. Analizar los datos del estudio de tiempos y movimientos realizado con anterioridad por cada empresa en el área de troquelado.
7. Calcular la demanda de producción del proceso de troquelado para los modelos de calzado estudiados en las empresas.
8. Identificar las restricciones del proceso de troquelado, determinar puntos críticos a tratar y parametrizar la información recolectada.

9. Determinar la capacidad de producción y definir la capacidad de producción máxima de cada modelo de calzado.
10. Elaborar la planeación agregada de la producción para considerando la demanda total de las Empresas A y B.
11. Estimar el recurso humano y el número de células de manufactura necesarias para cumplir con el requerimiento de producción.
12. Realizar el programa de producción para el proceso de troquelado considerando los parámetros y restricciones de planta, mediante el software Excel.
13. Sincronizar los procesos productivos del calzado y analizar los resultados de un trimestre de producción, y realizar un diagrama de Gantt para el trimestre de estudio.
14. Integrar los resultados del modelo de planificación y programación de la producción de calzado de cuero con el proyecto de investigación en ejecución coordinado por el Ing. Jonh Reyes Vásquez [8], para verificar la lógica del modelo propuesto.
15. Elaboración y presentación del informe final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se presenta el levantamiento de la información y el análisis de los procesos productivos del calzado, centrándose en el proceso de troquelado de cuero, para ello se estudia a dos empresas, cada una de ellas con dos modelos de calzado de cuero distinto y con diferentes métodos de corte de cuero.

4.1 Análisis del Proceso de Producción de Calzado

La investigación radica en la industria manufacturera de calzado de la provincia de Tungurahua-Ecuador, específicamente en el proceso de troquelado de Cuero. Para el desarrollo del modelo de programación del proceso de manufactura de calzado se consideran dos actividades dentro del proceso de troquelado, estas corresponden al corte de cuero y al corte de suplementos (forros, telas, esponjas, plantillas de celfil).

4.1.1 Descripción General del Proceso Productivo

El proceso de producción de calzado de cuero tiene como base tres procesos para elaboración de calzado. Dentro de estos procesos se desprende varias actividades y operaciones específicas de cada proceso, estos procesos se describirán a continuación:

Troquelado

Es el proceso en el cual se realiza los cortes de las pieles y complementos (plantillas, forros y esponjas). Estas son transportadas desde la bodega de materias primas hacia el área de troquelado para posteriormente realizar los cortes empleando troqueles, máquinas automáticas o corte a mano; cada uno de estas alternativas de corte depende de la complejidad del diseño del calzado, de los recursos o la maquinaria disponible de cada empresa. Después de realizar los cortes, estos son clasificados por talla y modelo para

poder ser transportados al área de aparado. En la Fig. 6 se muestra la operación de corte de cuero utilizando una troqueladora de brazo.



Fig. 6 Troquelado de Cuero

Aparado

El aparado tiene como finalidad unir los cortes de cuero y complementos mediante costura como se indica en la Fig. 7, para ello se debe primero desbastar la superficie de los cortes de cuero, a esta actividad se la conoce como destallado, luego se procede a rayar las piezas para guiar las costuras, después se unen las piezas y complemento para dar la forma del diseño. Una vez que los cortes estén aparados se procede a realizar el ojalillado, operación que consiste en realizar perforaciones de acuerdo al diseño del calzado para colocar los ojalillos mediante la máquina ojalilladora.



Fig. 7 Aparado de los Cortes de Cuero

Montaje

Este es el proceso en el que más actividades se dan y la variedad de las mismas, depende del tipo de modelo de calzado que se requiera producir. Los cortes aparados se ajustan sobre una horma, permitiendo armar las puntas, talones y cerrar los laterales. Después se realiza el rayado por el contorno del corte, esto para desbastar y quitar el exceso de cuero en la base del corte y las suelas, a esta actividad se la conoce como cardado Fig. 8, seguido a esto, se procede a colocar pegamento sobre la suela y la parte cardada de los cortes,

luego ambos elementos ingresan al horno oruga para activar mediante el calor las propiedades del pegamento, seguido a esto, se hace enfriar el calzado en un horno enfriador y por último se retira la horma del calzado. Para terminar, se colocan los cordones, plantillas y etiquetas, además se le da un arreglo final al calzado quitando los residuos de pegamento e hilos, de ser necesario se abrillanta a soplete el calzado, de ser necesario se abrillante a soplete al calzado para darle mejor acabado, esto se da para algunos modelos de calzado. Una vez terminado los arreglos, el calzado es empacado encajas y transportado a bodega de producto terminado.



Fig. 8 Cardado

Para el desarrollo del modelo de programación del proceso de manufactura de calzado se consideran dos actividades dentro del proceso de troquelado, estas corresponden al corte de cuero y al corte de suplementos (forros, telas, esponjas, plantillas de celfil).

4.1.2 Diagrama de Ensamble para la Elaboración de Calzado de Cuero

El diagrama de ensamble del calzado permite visualizar de manera general el proceso de manufactura, además muestra la interacción de los tres procesos productivos, también se pueden identificar las entradas y salidas del proceso de troquelado, así como las actividades que desarrollan paralelas al proceso de corte de cuero. La Figura 9 presenta el diagrama de ensamble del proceso de manufactura de calzado de cuero para la Empresa A, mientras que en la Figura 10 se muestra el proceso de ensamble de la empresa B. A estos procesos se pueden aumentar o quitar operaciones de acuerdo al modelo de calzado, ya que para el estudio se consideran cuatro modelos de estudio cada uno con métodos distintos de corte.

En color rojo se diferencia las actividades correspondientes al proceso de corte de cuero y complementos de cada empresa.

Diagrama de Ensamble de Calzado				Resumen			
Pag:	1de1	**Fecha:**	10/08/2016	**Operaciones** ◯	18	**Inspecciones** □	5
Elaborado por:		Israel Altamirano		**Revisado por:**		Ing. John Reyes	

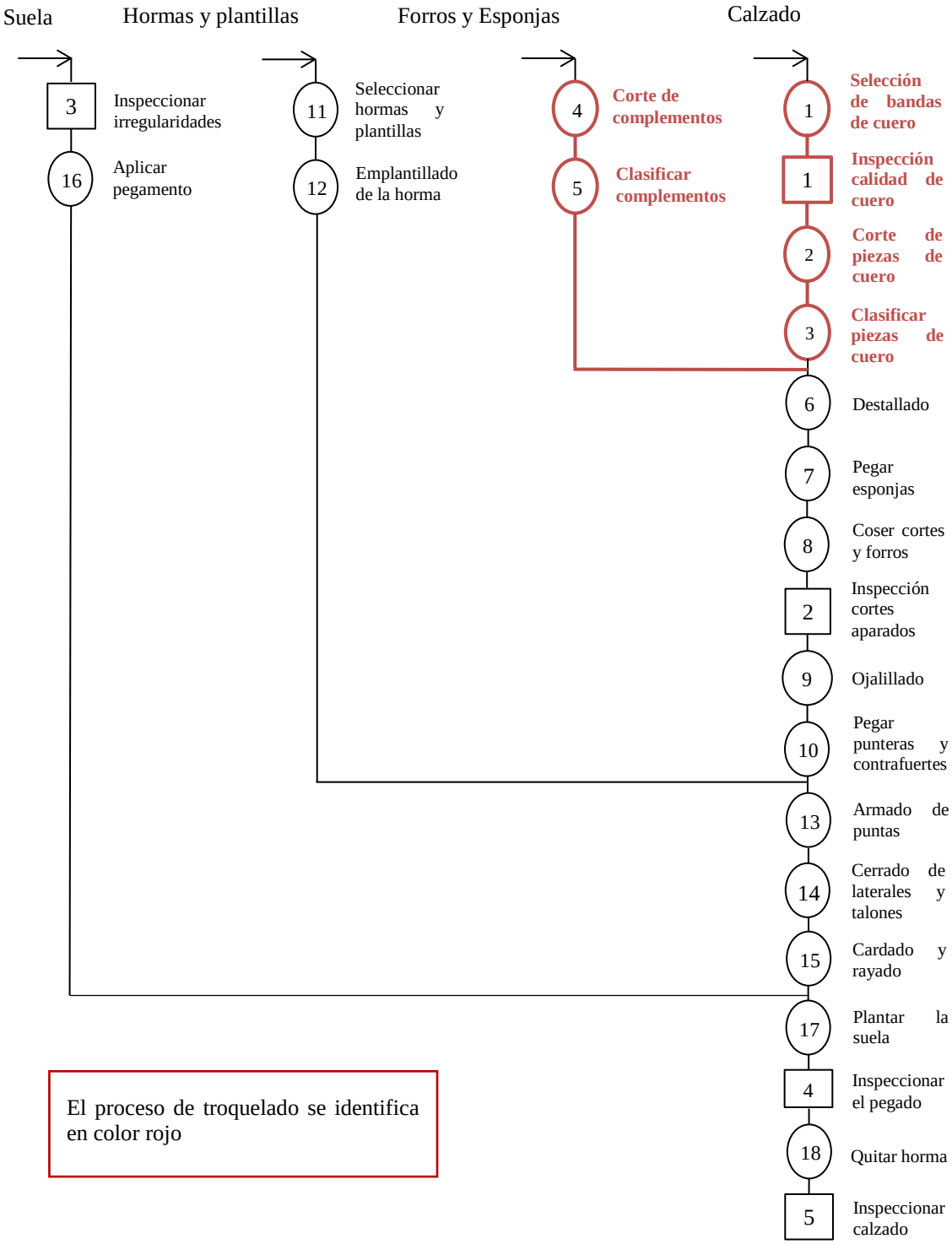


Fig. 9 Diagrama de Ensamble de Calzado de Cuero. Empresa A

Elaborado por: Investigador

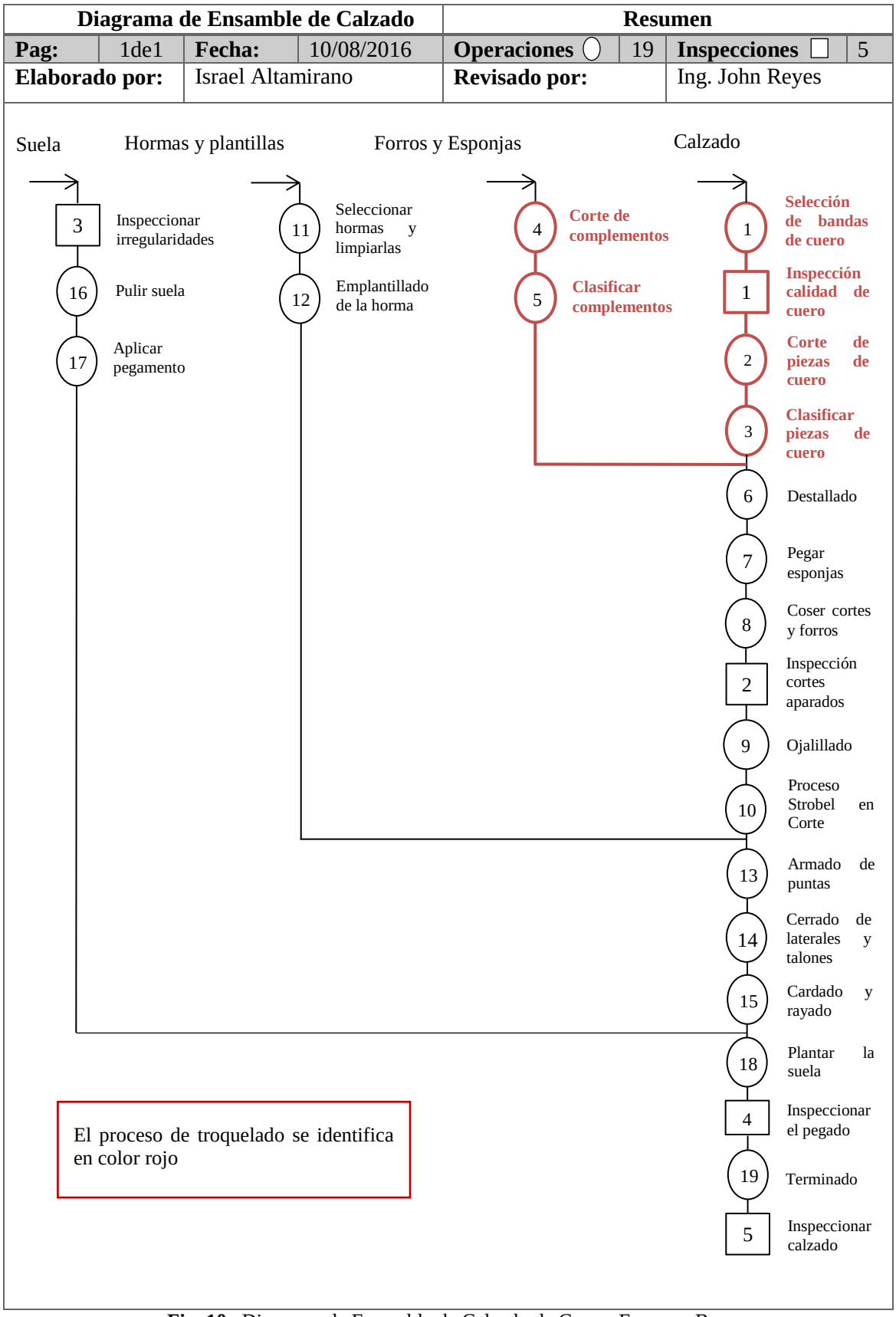


Fig. 10. Diagrama de Ensamble de Calzado de Cuero. Empresa B

Elaborado por: Investigador

4.1.3 Análisis ABC de Productos

Mediante este método se definirá los productos más valiosos o de mayor comercialización de cada empresa, esta herramienta establece que el 80 % de los valores de ventas se basan en el 20 % de los artículos totales y a su vez el 20% de las ventas totales son generadas por el 80% restante del total de los artículos, esto permite centrar los recursos de cada empresa en los modelos de mayor rotación en el mercado. Con el histórico de ventas de cada empresa se construye la gráfica ABC en donde se identifica las categorías de los productos en función al volumen de ventas.

El procedimiento para hacer el análisis ABC comprende 6 pasos:

Paso 1: Estimar el Porcentaje de Participación

Corresponde al porcentaje que representa cada modelo con respecto del total de modelos, este porcentaje es el mismos para todos los modelos y solo calcula mediante la ecuación 10 que relaciona el número total de productos con el 100% de ellos.

$$Porcentaje\ de\ Participación = \frac{100\%}{Número\ Total\ de\ Productos} \tag{10}$$

Paso 2: Determinar la Valorización de cada Producto

La valoración de cada producto se determina multiplicando el número de ventas anuales de cada producto con el costo unitario de ese producto, la ecuación 11 es empleada para determinar este parámetro.

$$Valorizacion = Ventas\ Anuales \times Costo\ Unitario \tag{11}$$

Paso 3: Calcular el Porcentaje de Consumo

El porcentaje de consumo corresponde al porcentaje de las ventas de un producto respecto al total de las ventas de todos los productos, empleando la ecuación 12 se calcula este porcentaje.

$$Porcentaje\ de\ Consumo = \frac{Valorización}{Total\ Valorizaciones} \times 100\% \tag{12}$$

Paso 4: Determinar el Porcentaje de Consumo Acumulado

Corresponde a la suma de los valores de los porcentajes de consumo de los otros modelos anteriores más el porcentaje de consumo de ese modelo. La ecuación 13 determina el valor de porcentaje acumulado de cada producto.

$$\%\ Consumo\ Acumulado = \%\ Consumo\ Acumulado_{(i-1)} + \%\ Consumo_{(i)} \qquad (13)$$

Se debe clasificar los productos de mayor a menor en función al número de ventas anual de cada modelo, ya que el análisis para este caso radica está en función de este parámetro

Paso 5: Hacer la Tabla de Clasificación.

Con los parámetros calculados en los pasos anteriores se realiza una tabla que permita determinar las clases de los productos.

Paso 6: Construir la Gráfica ABC.

En el último paso se construye la gráfica ABC en función a los datos obtenidos de la tabla de clasificación.

Clasificación ABC-Empresa A

El número de productos comercializados por la Empresa A es de 98, en la Tabla 1, se indica el modelo, el tipo de calzado, las ventas anuales y el costo unitario de cada producto.

Tabla 1. Modelos Vendidos-Empresa A

No.	Modelo	Tipo de Calzado	Ventas Anuales	Costo Unitario
1	CS.H.BES777	Casual	108	$44,76
2	CS.H.BES784	Casual	333	$41,99
3	CS.H.BES861	Casual	1114	$40,14
4	CS.H.BV928	Casual	1786	$40,08
5	CS.H.CA502	Casual	1243	$42,42
6	CS.H.CA660	Casual	229	$47,94
7	CS.H.CA775	Casual	678	$47,02
8	CS.H.CA858	Casual	644	$52,98
9	CS.H.CA873	Casual	8061	$40,77
10	CS.H.CA1031	Casual	2636	$45,16
11	CS.H.CA3022	Casual	3	$26,78
12	CS.H.CMC	Casual	86	$41,63
13	CS.M.CD1008	Casual	378	$42,31

Tabla 1. (Continuación 1)

14	**CS.M.DR622**	**Casual**	**408**	**$41,79**
15	CS.IN.K891	Casual	2717	$41,29
16	CS.IN.KC569	Casual	11	$49,11
17	CS.J.CA552	Casual	232	$42,17
18	CS.J.CA763	Casual	38	$42,60
19	CS.J.CU700	Casual	555	$41,72
20	DE.H.DD799	Deportivo	46	$44,83
21	DE.H.CAD875	Deportivo	8	$42,41
22	DE.H.DPH	Deportivo	3866	$41,24
23	DE.H.FT180	Deportivo	57	$39,86
24	DE.H.GYR	Deportivo	4671	$41,28
25	DE.M.BR793	Deportivo	148	$40,69
26	DE.M.DD921	Deportivo	5487	$41,03
27	DE.M.SK568	Deportivo	9666	$42,96
28	DE.M.UD506	Deportivo	872	$41,43
29	DE.M.DPH1037	Deportivo	7847	$41,02
30	DE.J.DD490	Deportivo	55	$44,04
31	DE.J.GYR2	Deportivo	140	$43,71
32	DE.J.MJ180	Deportivo	4	$41,00
33	DE.J.N027	Deportivo	9	$41,07
34	DE.J.RD793	Deportivo	360	$41,34
35	DE.J.DPH1016	Deportivo	22	$41,30
36	DE.I.KT5008	Deportivo	5184	$41,59
37	DE.I.KT5011	Deportivo	1405	$41,77
38	DE.I.DPN1000	Deportivo	11	$46,41
39	TR.H.BAT	Trekking	402	$41,19
40	TR.H.BP088	Trekking	47	$42,32
41	TR.H.BTV834	Trekking	90	$40,96
42	TR.H.BV111	Trekking	32	$40,08
43	TR.H.FR569	Trekking	9	$41,32
44	TR.H.HTS3	Trekking	8	$44,00
45	TR.H.HV409	Trekking	358	$42,18
46	TR.H.HV850	Trekking	18	$26,79
47	TR.H.MEG542	Trekking	6892	$41,98
48	TR.H.MEG879	Trekking	22	$54,58
49	TR.H.NBS58	Trekking	337	$41,66
50	TR.H.TMR889	Trekking	3239	$52,42
51	TR.M.HV778	Trekking	58	$41,42
52	TR.M.00TV969	Trekking	5	$31,90
53	TR.M.00ZL365	Trekking	860	$37,32
54	TR.M.BTV4015	Trekking	26	$37,00
55	TR.M.TRV4007	Trekking	12	$36,79
56	TR.J.00ZLHTA	Trekking	24	$35,64
57	UR.H.LOP1562	Urbano	26	$36,16
58	UR.H.RHDET	Urbano	292	$38,74
59	UR.H.DE2056	Urbano	74	$43,26
60	UR.H.HJUI52	Urbano	11	$69,64
61	UR.H.KYL156	Urbano	42	$40,64

Tabla 1. (Continuación 2)

62	**UR.H.LOT563**	**Urbano**	**4063**	**$46,82**
63	UR.M.0DS458	Urbano	1128	$45,33
64	UR.M.0DS562	Urbano	4	$36,00
65	UR.M.0DS891	Urbano	157	$44,82
66	UR.M.0JJK564	Urbano	313	$46,63
67	UR.M.UIO154	Urbano	148	$43,00
68	UR.M.0FRT56	Urbano	578	$42,80
69	UR.M.0TTG74	Urbano	31	$47,11
70	MI.H.0EQ428	Militar	270	$44,78
71	MI.H.0EQ236	Militar	597	$40,32
72	MI.H.0EQ179	Militar	34	$41,00
73	MI.H.0EQ231	Militar	148	$45,57
74	MI.H.0FS549	Militar	16	$37,87
75	MI.H.0FS289	Militar	54	$47,18
76	MI.H.0DP516	Militar	86	$44,75
77	MI.H.0FL261	Militar	174	$43,86
78	MI.H.0HZ851	Militar	190	$43,66
79	ES.J.GR243	Escolar	50	$44,24
80	ES.J.LP273	Escolar	35	$38,58
81	ES.J.VR488	Escolar	101	$42,11
82	ES.I.CA156	Escolar	18	$47,14
83	ES.I.RE471	Escolar	23	$40,52
84	ES.I.FR267	Escolar	807	$41,05
85	FT.H.TY257	Futbol	16	$44,54
86	FT.H.TY152	Futbol	13	$24,87
87	FT.H.TY185	Futbol	373	$34,72
88	FT.H.TY233	Futbol	121	$35,26
89	FT.H.MK698	Futbol	69	$33,13
90	FT.H.JKM563	Futbol	211	$36,78
91	MF.M.HT487	Microfutbol	112	$35,85
92	MF.M.HT523	Microfutbol	16	$34,24
93	MF.M.HT548	Microfutbol	36	$41,61
94	MF.M.HT854	Microfutbol	67	$37,74
95	MF.M.TY254	Microfutbol	3	$41,00
96	MF.M.TY431	Microfutbol	36	$43,88
97	MF.M.TY584	Microfutbol	22	$22,84
98	MF.M.HR247	Microfutbol	26	$23,48

Fuente: Empresa A

Para segmentar en 3 clases los productos de la Empresa A se realiza el procedimiento de 6 pasos descritos anteriormente.

Paso 1: Estimar el Porcentaje de Participación.

El número total de productos de la Empresa A es 98, empleando la ecuación 10 se determina el porcentaje de participación, este valor corresponde para todos los productos.

$$Porcentaje\ de\ Participación = \frac{100\%}{Número\ Total\ de\ Artículos}$$

$$Porcentaje\ de\ Participación = \frac{100\%}{98}$$

$$Porcentaje\ de\ Participación = 1.02\%$$

Paso 2: Determinar la Valorización de cada Producto.

Mediante la ecuación 11 se determina la valorización de cada producto, los datos de las ventas y costos de cada producto se toman de la Tabla 1. Como ejemplo de cálculo se analiza el modelo CS.H.CA873, para el resto de modelos se realiza el cálculo automático empleando el software Excel.

$$Valorizacion\ \text{CS. H. CA873} = Ventas\ Anuales \times Costo\ Unitario$$

$$Valorizacion\ \text{CS. H. CA873} = 8061 \times \$40{,}77$$

$$Valorizacion\ \text{CS. H. CA873} = \$328.646{,}97$$

Paso 3: Calcular el Porcentaje de Consumo.

EL porcentaje de consumo se calcula empleando la ecuación 12.

$$Porcentaje\ de\ Consumo\ \text{CS. H. CA873} = \frac{Valorización}{Total\ Valorizaciones} \times 100\%$$

$$Porcentaje\ de\ Consumo\ \text{CS. H. CA873} = \frac{\$328.646{,}97}{\$3.571.881{,}40} \times 100\%$$

$$Porcentaje\ de\ Consumo\ C\text{CS. H. CA873} = 9{,}201\%$$

Paso 4: Determinar el Porcentaje de Consumo Acumulado

La ecuación 13 determina el valor de porcentaje acumulado de cada producto.

$$\%\ Consumo\ Acumulado = \%\ Consumo\ Acumulado_{(i-1)} + \%\ Consumo_{(i)}$$

$$\%\ Consumo\ Acumulado = 11{,}63\% + 9{,}201\%$$

$$\%\ Consumo\ Acumulado = 20{,}83\%$$

Los datos son clasificados de mayor a menor considerando el número de ventas anual de cada modelo.

Paso 5: Hacer la Tabla de Clasificación.

Empleando el software Excel se construye la Tabla 2 en donde se muestran los parámetros calculados en los pasos anteriores. Para los productos de clase A se considera a todos los que estén dentro del 80% de ventas, para la clase B están los productos con porcentaje del 15% de ventas y para la clase C el 5% restante.

Tabla 2. Clasificación ABC - Empresa A

Modelo	Unidades Vendidas	Costo Unitario	% Partic.	Valorización	% Consumo	% Consumo Acumu.	Clasificación
DE.M.SK568	9666	$42,96	1,02%	$415.251,36	11,626%	11,63%	A
CS.H.CA873	8061	$40,77	1,02%	$328.646,97	9,201%	20,83%	A
DE.M.DPH1037	7847	$41,02	1,02%	$321.883,94	9,012%	29,84%	A
TR.H.MEG542	6892	$41,98	1,02%	$289.326,16	8,100%	37,94%	A
DE.M.DD921	5487	$41,03	1,02%	$225.131,61	6,303%	44,24%	A
DE.I.KT5008	5184	$41,59	1,02%	$215.602,56	6,036%	50,28%	A
DE.H.GYR	4671	$41,28	1,02%	$192.818,88	5,398%	55,68%	A
UR.H.LOT563	4063	$46,82	1,02%	$190.229,66	5,326%	61,00%	A
DE.H.DPH	3866	$41,24	1,02%	$159.433,84	4,464%	65,46%	A
TR.H.TMR889	3239	$52,42	1,02%	$169.788,38	4,753%	70,22%	A
CS.IN.K891	2717	$41,29	1,02%	$112.184,93	3,141%	73,36%	A
CS.H.CA1031	2636	$45,16	1,02%	$119.041,76	3,333%	76,69%	A
CS.H.BV928	1786	$40,08	1,02%	$71.582,88	2,004%	78,70%	A
DE.I.KT5011	1405	$41,77	1,02%	$58.686,85	1,643%	80,34%	B
CS.H.CA502	1243	$42,42	1,02%	$52.728,06	1,476%	81,82%	B
UR.M.0DS458	1128	$45,33	1,02%	$51.132,24	1,432%	83,25%	B
CS.H.BES861	1114	$40,14	1,02%	$44.715,96	1,252%	84,50%	B
DE.M.UD506	872	$41,43	1,02%	$36.126,96	1,011%	85,51%	B
TR.M.00ZL365	860	$37,32	1,02%	$32.095,20	0,899%	86,41%	B
ES.I.FR267	807	$41,05	1,02%	$33.127,35	0,927%	87,34%	B
CS.H.CA775	678	$47,02	1,02%	$31.879,56	0,893%	88,23%	B
CS.H.CA858	644	$52,98	1,02%	$34.119,12	0,955%	89,18%	B
MI.H.0EQ236	597	$40,32	1,02%	$24.071,04	0,674%	89,86%	B
UR.M.0FRT56	578	$42,80	1,02%	$24.738,40	0,693%	90,55%	B
CS.J.CU700	555	$41,72	1,02%	$23.154,60	0,648%	91,20%	B
CS.M.DR622	408	$41,79	1,02%	$17.050,32	0,477%	91,68%	B
TR.H.BAT	402	$41,19	1,02%	$16.558,38	0,464%	92,14%	B
CS.M.CD1008	378	$42,31	1,02%	$15.993,18	0,448%	92,59%	B

Tabla 2. (Continuación 1)

FT.H.TY185	**373**	**$34,72**	**1,02%**	**$12.950,56**	**0,363%**	**92,95%**	**B**
DE.J.RD793	360	$41,34	1,02%	$14.882,40	0,417%	93,37%	B
TR.H.HV409	358	$42,18	1,02%	$15.100,44	0,423%	93,79%	B
TR.H.NBS58	337	$41,66	1,02%	$14.039,42	0,393%	94,18%	B
CS.H.BES784	333	$41,99	1,02%	$13.982,67	0,391%	94,57%	B
UR.M.0JJK564	313	$46,63	1,02%	$14.595,19	0,409%	94,98%	B
UR.H.RHDET	292	$38,74	1,02%	$11.312,08	0,317%	95,30%	C
MI.H.0EQ428	270	$44,78	1,02%	$12.090,60	0,338%	95,64%	C
CS.J.CA552	232	$42,17	1,02%	$9.783,44	0,274%	95,91%	C
CS.H.CA660	229	$47,94	1,02%	$10.978,26	0,307%	96,22%	C
FT.H.JKM563	211	$36,78	1,02%	$7.760,58	0,217%	96,44%	C
MI.H.0HZ851	190	$43,66	1,02%	$8.295,40	0,232%	96,67%	C
MI.H.0FL261	174	$43,86	1,02%	$7.631,64	0,214%	96,88%	C
UR.M.0DS891	157	$44,82	1,02%	$7.036,74	0,197%	97,08%	C
DE.M.BR793	148	$40,69	1,02%	$6.022,12	0,169%	97,25%	C
UR.M.UIO154	148	$43,00	1,02%	$6.364,00	0,178%	97,43%	C
MI.H.0EQ231	148	$45,57	1,02%	$6.744,36	0,189%	97,61%	C
DE.J.GYR2	140	$43,71	1,02%	$6.119,40	0,171%	97,79%	C
FT.H.TY233	121	$35,26	1,02%	$4.266,46	0,119%	97,91%	C
MF.M.HT487	112	$35,85	1,02%	$4.015,20	0,112%	98,02%	C
CS.H.BES777	108	$44,76	1,02%	$4.834,08	0,135%	98,15%	C
ES.J.VR488	101	$42,11	1,02%	$4.253,11	0,119%	98,27%	C
TR.H.BTV834	90	$40,96	1,02%	$3.686,40	0,103%	98,38%	C
CS.H.CMC	86	$41,63	1,02%	$3.580,18	0,100%	98,48%	C
MI.H.0DP516	86	$44,75	1,02%	$3.848,50	0,108%	98,58%	C
UR.H.DE2056	74	$43,26	1,02%	$3.201,24	0,090%	98,67%	C
FT.H.MK698	69	$33,13	1,02%	$2.285,97	0,064%	98,74%	C
MF.M.HT854	67	$37,74	1,02%	$2.528,58	0,071%	98,81%	C
TR.M.HV778	58	$41,42	1,02%	$2.402,36	0,067%	98,87%	C
DE.H.FT180	57	$39,86	1,02%	$2.272,02	0,064%	98,94%	C
DE.J.DD490	55	$44,04	1,02%	$2.422,20	0,068%	99,01%	C
MI.H.0FS289	54	$47,18	1,02%	$2.547,72	0,071%	99,08%	C
ES.J.GR243	50	$44,24	1,02%	$2.212,00	0,062%	99,14%	C
TR.H.BP088	47	$42,32	1,02%	$1.989,04	0,056%	99,20%	C
DE.H.DD799	46	$44,83	1,02%	$2.062,18	0,058%	99,25%	C
UR.H.KYL156	42	$40,64	1,02%	$1.706,88	0,048%	99,30%	C
CS.J.CA763	38	$42,60	1,02%	$1.618,80	0,045%	99,35%	C
MF.M.HT548	36	$41,61	1,02%	$1.497,96	0,042%	99,39%	C
MF.M.TY431	36	$43,88	1,02%	$1.579,68	0,044%	99,43%	C
ES.J.LP273	35	$38,58	1,02%	$1.350,30	0,038%	99,47%	C
MI.H.0EQ179	34	$41,00	1,02%	$1.394,00	0,039%	99,51%	C
TR.H.BV111	32	$40,08	1,02%	$1.282,56	0,036%	99,54%	C

Tabla 2. (Continuación 2)

UR.M.0TTG74	**31**	**$47,11**	**1,02%**	**$1.460,41**	**0,041%**	**99,59%**	**C**
TR.M.BTV4015	26	$37,00	1,02%	$962,00	0,027%	99,61%	C
UR.H.LOP1562	26	$36,16	1,02%	$940,16	0,026%	99,64%	C
MF.M.HR247	26	$23,48	1,02%	$610,48	0,017%	99,66%	C
TR.J.00ZLHTA	24	$35,64	1,02%	$855,36	0,024%	99,68%	C
ES.I.RE471	23	$40,52	1,02%	$931,96	0,026%	99,71%	C
DE.J.DPH1016	22	$41,30	1,02%	$908,60	0,025%	99,73%	C
TR.H.MEG879	22	$54,58	1,02%	$1.200,76	0,034%	99,77%	C
MF.M.TY584	22	$22,84	1,02%	$502,48	0,014%	99,78%	C
TR.H.HV850	18	$26,79	1,02%	$482,22	0,014%	99,79%	C
ES.I.CA156	18	$47,14	1,02%	$848,52	0,024%	99,82%	C
MI.H.0FS549	16	$37,87	1,02%	$605,92	0,017%	99,83%	C
FT.H.TY257	16	$44,54	1,02%	$712,64	0,020%	99,85%	C
MF.M.HT523	16	$34,24	1,02%	$547,84	0,015%	99,87%	C
FT.H.TY152	13	$24,87	1,02%	$323,31	0,009%	99,88%	C
TR.M.TRV4007	12	$36,79	1,02%	$441,48	0,012%	99,89%	C
CS.IN.KC569	11	$49,11	1,02%	$540,21	0,015%	99,91%	C
DE.I.DPN1000	11	$46,41	1,02%	$510,51	0,014%	99,92%	C
UR.H.HJUI52	11	$69,64	1,02%	$766,04	0,021%	99,94%	C
DE.J.N027	9	$41,07	1,02%	$369,63	0,010%	99,95%	C
TR.H.FR569	9	$41,32	1,02%	$371,88	0,010%	99,96%	C
DE.H.CAD875	8	$42,41	1,02%	$339,28	0,009%	99,97%	C
TR.H.HTS3	8	$44,00	1,02%	$352,00	0,010%	99,98%	C
TR.M.00TV969	5	$31,90	1,02%	$159,50	0,004%	99,99%	C
DE.J.MJ180	4	$41,00	1,02%	$164,00	0,005%	99,99%	C
UR.M.0DS562	4	$36,00	1,02%	$144,00	0,004%	99,99%	C
CS.H.CA3022	3	$26,78	1,02%	$80,34	0,002%	100,00%	C
MF.M.TY254	3	$41,00	1,02%	$123,00	0,003%	100,00%	C
TOTAL				**$3.571.881,4**			

Elaborado por: Investigador

Se determina un total de 13 modelos para la Clase A, 21 modelo de calzado para a Clase B y 64 modelos en la clase C.

Paso 6: Construir la Gráfica ABC.

Por último, se construye la Gráfica ABC con los datos obtenidos de la Tabla 2 en base a la valoración calculada para cada producto y al porcentaje acumulado. En la Fig.11 se indica los productos que representa el 80% de las ventas frente al resto de productos que representan el 20% de ventas.

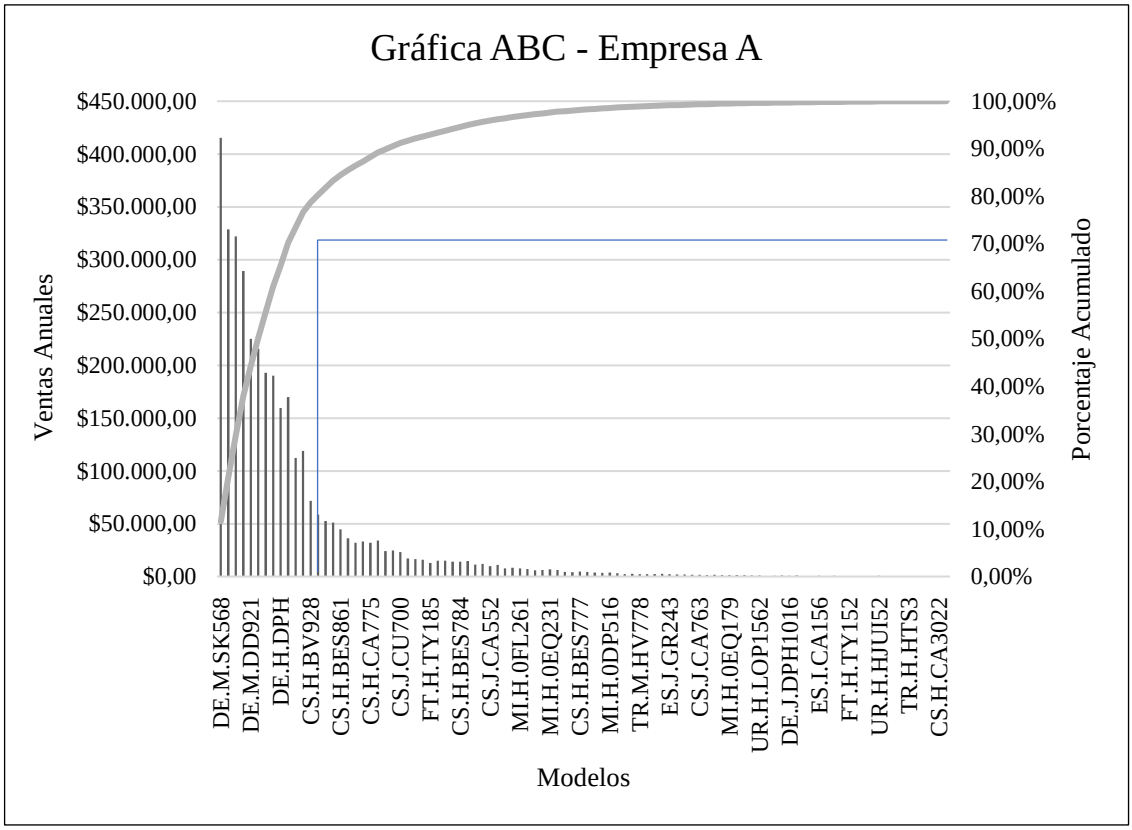


Fig. 11. Grafica ABC. Empresa A

Elaborado por: Investigador

Del estudio ABC hecho para la Empresa A determina que los modelos más vendidos son el calzado deportivo de mujer DE.M.SK568 y el calzado casual de hombre CS.H.CA873.

Modelo Deportivo de Mujer (DE.M.SK568)

En la Fig. 12 se muestra este modelo el cual es uno de los dos más comercializado por la Empresa A. El despiece de la banda de cuero se realiza por medio de una cortadora automática. Los foros, esponjas y plantillas de celfil son cortados en troquel de puente.



Fig. 12 Calzado Deportivo de Mujer

Fuente: Empresa A

Modelo Casual de Hombre (CS.H.CA873)

Para este modelo de calzado Fig. 13, el método de corte de cuero es manual, es decir la banda de cuero es cortada mediante moldes y estiletes, estos son manejados por el operador. Los complementos como forros, telas, esponjas y plantillas de Celfil son cortadas mediante un troquel de puente.



Fig. 13 Calzado Casual de Hombre

Fuente: Empresa A

Clasificación ABC - Empresa B

La Empresa B produce y comercializa calzado de seguridad industrial. La empresa manufactura 45 productos, en la Tabla 3 constan todos los modelos producidos, entre ellos están botines de seguridad, botas estilo militar, rebajados industriales y semibotines industriales.

Tabla 3. Modelos Vendidos - Empresa B

No.	Modelo	Tipo de Calzado	Ventas Anuales	Costo Unitario
1	B-01	Seguridad	1177	$30,00
2	B-02	Seguridad	5382	$50,00
3	B-03	Seguridad	3420	$50,00
4	B-04	Seguridad	716	$35,00
5	B-05	Seguridad	63	$38,00
6	B-06	Seguridad	7	$43,50
7	B-07	Seguridad	28	$95,00
8	B-08	Seguridad	6	$35,00
9	B-09	Seguridad	33	$35,00
10	B-10	Seguridad	291	$50,00
11	D-01	Seguridad	157	$32,50
12	D-02	Seguridad	6039	$26,00
13	D-03	Seguridad	12	$52,00

Tabla 3. (Continuación 1)

14	**D-04**	**Seguridad**	**5**	**$35,00**
15	D-05	Seguridad	2431	$45,00
16	D-06	Seguridad	20	$35,00
17	M-01	Seguridad	768	$32,50
18	R-01	Seguridad	1717	$31,50
19	R-02	Seguridad	471	$30,50
20	R-03	Seguridad	742	$24,70
21	R-04	Seguridad	347	$42,00
22	R-05	Seguridad	15	$32,50
23	R-06	Seguridad	330	$29,50
24	R-07	Seguridad	289	$27,80
25	S-01	Seguridad	6813	$26,00
26	S-02	Seguridad	3	$37,50
27	S-03	Seguridad	19	$36,00
28	S-04	Seguridad	4301	$37,00
29	S-05	Seguridad	4991	$25,00
30	S-06	Seguridad	45	$42,80
31	S-07	Seguridad	117	$41,00
32	S-08	Seguridad	192	$41,00
33	S-09	Seguridad	10883	$25,50
34	S-10	Seguridad	11886	$33,00
35	S-11	Seguridad	119	$36,30
36	S-12	Seguridad	267	$26,00
37	S-13	Seguridad	6262	$32,00
38	S-14	Seguridad	4637	$34,50
39	S-15	Seguridad	6682	$28,00
40	S-16	Seguridad	9	$36,00
41	S-17	Seguridad	198	$43,50
42	S-18	Seguridad	4525	$44,00
43	S-19	Seguridad	396	$29,00
44	S-20	Seguridad	28	$23,00
45	S-21	Seguridad	65	$22,60

Fuente: Empresa B

Siguiendo el método de calculado aplicado para la empresa A, se realiza el análisis ABC para la Empresa B. Mediante el software Excel se determina los parámetros necesarios para segmentar en 3 clases los productos de la Empresa B, en la Tabla 4 se indican estos parámetros. En la clasificación A están los productos que generan el 80% de las ventas, en la clase B están los productos que representan 15% de ventas, mientras que en la clase C se tiene al resto de productos comercializados por la Empresa B.

Tabla 4. Clasificación ABC – Empresa B

Modelo	Unidades Vendidas	Costo Unitario	% Participación	Valorización	% Consumo	% Consumo Acumulado	Clasificación
S-10	11886	$33,00	2,22%	$392.238,00	13,69%	13,69%	A
S-09	10883	$25,50	2,22%	$277.516,50	9,68%	23,37%	A
S-01	6813	$26,00	2,22%	$177.138,00	6,18%	29,55%	A
S-15	6682	$28,00	2,22%	$187.096,00	6,53%	36,08%	A
S-13	6262	$32,00	2,22%	$200.384,00	6,99%	43,07%	A
D-02	6039	$26,00	2,22%	$157.014,00	5,48%	48,55%	A
B-02	5382	$50,00	2,22%	$269.100,00	9,39%	57,94%	A
S-05	4991	$25,00	2,22%	$124.775,00	4,35%	62,29%	A
S-14	4637	$34,50	2,22%	$159.976,50	5,58%	67,88%	A
S-18	4525	$44,00	2,22%	$199.100,00	6,95%	74,82%	A
S-04	4301	$37,00	2,22%	$159.137,00	5,55%	80,38%	B
B-03	3420	$50,00	2,22%	$171.000,00	5,97%	86,34%	B
D-05	2431	$45,00	2,22%	$109.395,00	3,82%	90,16%	B
R-01	1717	$31,50	2,22%	$54.085,50	1,89%	92,05%	B
B-01	1177	$30,00	2,22%	$35.310,00	1,23%	93,28%	B
M-01	768	$32,50	2,22%	$24.960,00	0,87%	94,15%	B
R-03	742	$24,70	2,22%	$18.327,40	0,64%	94,79%	B
B-04	716	$35,00	2,22%	$25.060,00	0,87%	95,66%	C
R-02	471	$30,50	2,22%	$14.365,50	0,50%	96,17%	C
S-19	396	$29,00	2,22%	$11.484,00	0,40%	96,57%	C
R-04	347	$42,00	2,22%	$14.574,00	0,51%	97,07%	C
R-06	330	$29,50	2,22%	$9.735,00	0,34%	97,41%	C
B-10	291	$50,00	2,22%	$14.550,00	0,51%	97,92%	C
R-07	289	$27,80	2,22%	$8.034,20	0,28%	98,20%	C
S-12	267	$26,00	2,22%	$6.942,00	0,24%	98,44%	C
S-17	198	$43,50	2,22%	$8.613,00	0,30%	98,75%	C
S-08	192	$41,00	2,22%	$7.872,00	0,27%	99,02%	C
D-01	157	$32,50	2,22%	$5.102,50	0,18%	99,20%	C
S-11	119	$36,30	2,22%	$4.319,70	0,15%	99,35%	C
S-07	117	$41,00	2,22%	$4.797,00	0,17%	99,52%	C
S-21	65	$22,60	2,22%	$1.469,00	0,05%	99,57%	C
B-05	63	$38,00	2,22%	$2.394,00	0,08%	99,65%	C
S-06	45	$42,80	2,22%	$1.926,00	0,07%	99,72%	C
B-09	33	$35,00	2,22%	$1.155,00	0,04%	99,76%	C
B-07	28	$95,00	2,22%	$2.660,00	0,09%	99,85%	C
S-20	28	$23,00	2,22%	$644,00	0,02%	99,87%	C
D-06	20	$35,00	2,22%	$700,00	0,02%	99,90%	C
S-03	19	$36,00	2,22%	$684,00	0,02%	99,92%	C
R-05	15	$32,50	2,22%	$487,50	0,02%	99,94%	C
D-03	12	$52,00	2,22%	$624,00	0,02%	99,96%	C

Tabla 4. (Continuación 1)

S-16	**9**	**$36,00**	**2,22%**	**$324,00**	**0,01%**	**99,97%**	**C**
B-06	7	$43,50	2,22%	$304,50	0,01%	99,98%	C
B-08	6	$35,00	2,22%	$210,00	0,01%	99,99%	C
D-04	5	$35,00	2,22%	$175,00	0,01%	100,00%	C
S-02	3	$37,50	2,22%	$112,50	0,00%	100,00%	C
TOTAL				$2.865.871,30	100,00%		

Elaborado por: Investigador

Se construye la Gráfica ABC con los parámetros obtenidos de la Tabla 4 en base a la valoración calculada para cada producto y al porcentaje acumulado. En la Fig. 14 se indica los productos que representa el 80% de las ventas frente al resto de productos que representan el 20% de ventas

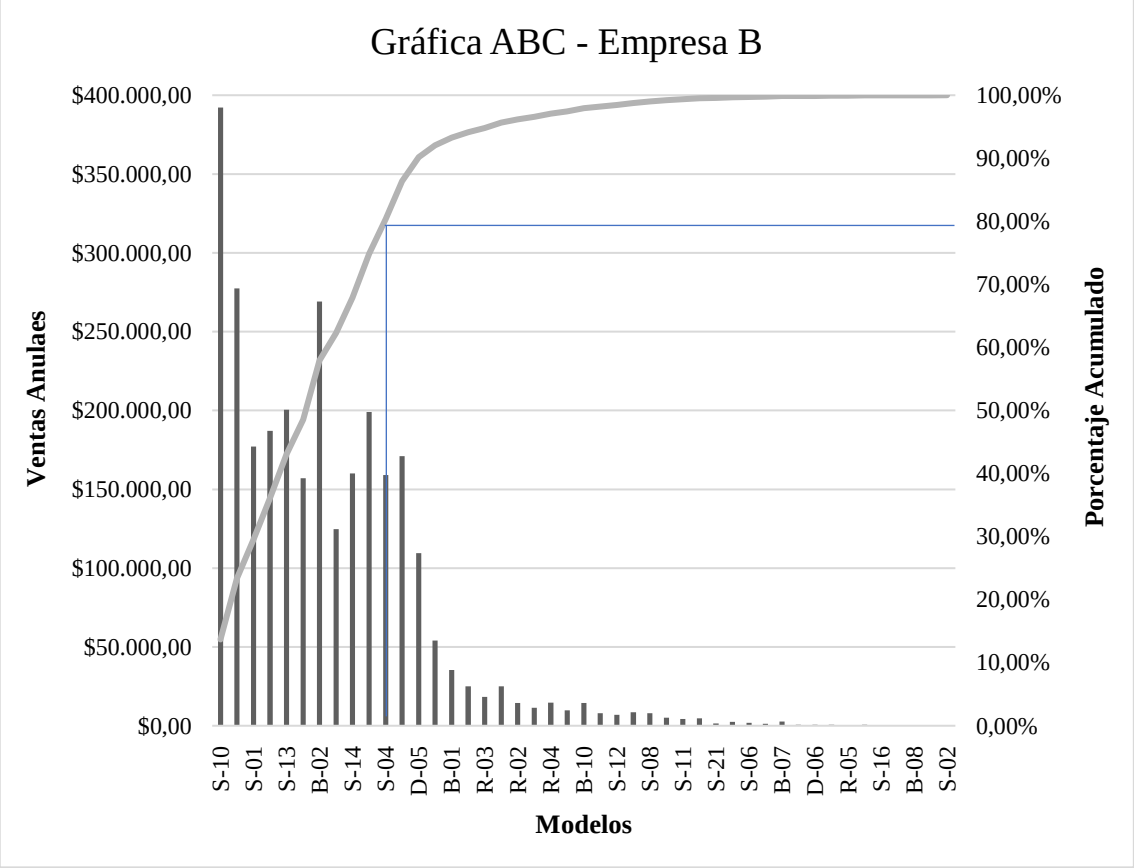


Fig. 14. Grafica ABC – Empresa B

Elaborado por: Investigador

Se determina que los modelos más vendidos por la Empresa B son el botín de seguridad industrial S10 y el botín de seguridad industrial a inyección S09.

Modelo de Seguridad Industrial (S10)

Se considera como modelo de estudio al calzado S-09 Fig. 15 por ser el modelo de seguridad industrial más cotizado en una de las Empresa B. El método de corte de cuero para este tipo de calzado se da mediante troqueles de Brazo.



Fig. 15 Calzado de Seguridad Industrial

Fuente: Empresa B

Modelo de Seguridad Industrial a Inyección (S09)

Es el segundo modelo más comercializado de la empresa B, el botín S09 Fig. 16 tiene la particularidad de que la planta del calzado es inyectada directamente al corte. El método de corte de cuero se da por troqueles.



Fig. 16 Calzado de Seguridad Industria S-09

Fuente: Empresa B

4.1.4 Descripción de las Actividades del Proceso de Troquelado

Para cada modelo de calzado se realiza el levantamiento de las actividades, con el fin conocer aspectos relevantes del proceso de corte como métodos de corte, entradas y salidas del proceso, así como las herramientas, materiales y maquinaria empleadas para

la ejecución de las actividades, para ello se emplea el formato de levantamiento de procesos, este formato se muestra en el Anexo 2.

Levantamiento de Procesos de los Modelos de la Empresa A

En las Tablas 5,6,7 y 8 se describen de las actividades de corte de cuero y complementos (telas, plantillas de celfil, esponjas) de los modelos de calzado casual y deportivo.

Tabla 5. Proceso de Corte de Cuero. Modelo Casual.

<table>
<tr><th colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="6">Procedimiento de Corte de Cuero para Calzado Casual Masculino</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>Casual</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td>01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>00CA873</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="2">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="2">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="2" rowspan="4">Destallado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Masculino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquinas</td><td>Ninguna</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="2">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Moldes
Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Bandas de Cuero</td><td colspan="2" rowspan="2">Piezas de cuero</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Manual</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del Proceso</td><td colspan="2">Área de Trabajo</td></tr>
<tr><td colspan="4">Desde la bodega de materias primas se selecciona las bandas de cuero necesarias para cubrir la demanda, después se transportan las bandas al área de corte, posteriormente se seleccionan los moldes y se procede a cortas las piezas de cuero, por último, se señalan los cortes de acuerdo a las tallas y se clasifican en la gaveta y son llevados al área de destallado.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>N°</td><td colspan="3">Actividades Realizadas</td><td colspan="2">Observaciones</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">Llenar la hoja de consumos.</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">Selección de las bandas necesarias cubrir la demanda.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">Transportar las bandas de cueros al área de corte.</td><td colspan="2">Caminando</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">Preparación de moldes para realizar cortes.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">Acomodar la banda de cuero mesa de trabajo.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">Revisar la calidad del cuero para realizar los cortes.</td><td colspan="2">Visual</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="3">Cortar piezas de cuero.</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">Clasificar los cortes realizados.</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="3">Pintar cortes de acuerdo a la talla.</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="3">Colocar cortes en gaveta para transporte.</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

Tabla 6. Proceso de Corte de Complementos. Modelo Casual

<table>
<tr><th colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="6">Procedimiento de Corte de Complementos para Calzado Casual Masculino</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>Casual</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td>01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>00CA873</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="2">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="2">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="2" rowspan="4">Aparado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Masculino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquina</td><td>Troquel de puente</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="2">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Moldes
Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Rollos de Forro
Rollos de Tela
Esponjas
Plancha de Celfil</td><td colspan="2" rowspan="2">Cortes de Forros
Telas cortadas
Piezas de Esponjas
Plantillas de Celfil</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Troquel</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del Proceso</td><td colspan="2">Área de Trabajo</td></tr>
<tr><td colspan="4">Se preparan los complementos necesarios para la manufactura del zapato y se los transporta desde la bodega de materias primas hasta el área de troqueles, ya ahí se preparan los moldes necesarios, a continuación, se cortan los complementos mediante el troquel, para luego ser contados y clasificados en lotes, para finalizar se colocan en gavetas para ser transportados hacia el área de aparado.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>N°</td><td colspan="3">Actividades Realizadas</td><td colspan="2">Observaciones</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">Selección de complementos requeridos.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">Transporte de materiales al área de corte.</td><td colspan="2">Caminando</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">Preparación de moldes para corte de complementos.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">Corte de Forros</td><td colspan="2">Con máquina</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">Corte de Esponjas.</td><td colspan="2">Con máquina</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">Corte de Celfil.</td><td colspan="2">Con máquina</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="3">Corte de Telas</td><td colspan="2">Con máquina</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">Contar cortes Requeridos</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="3">Hacer lotes de los complementos</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="3">Colocar complementos en gaveta para transporte</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

Tabla 7. Proceso de Corte de Cuero. Modelo Deportivo

<table>
<tr><th colspan="7">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="7">Procedimiento de Corte de Cuero para Calzado Deportivo de Mujer</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>Deportivo</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td colspan="2">01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>00SK568</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="3">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="3">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="3" rowspan="4">Destallado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Masculino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquina</td><td>Cortadora CM44CN</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="3">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Banda de Cuero</td><td colspan="3" rowspan="2">Piezas de Cuero</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Automática</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del Proceso</td><td colspan="3">Proceso de Corte</td></tr>
<tr><td colspan="4">Las bandas de cuero son seleccionadas y transportadas desde bodega hacia el área de corte automático, en la máquina se acomoda la banda de cuero sobre el tapete transportador, el operador calibra la máquina y mediante un simulador ordena los cortes sobre el cuero optimizando el consumo del mismo para iniciar el corte automático mediante islas de cuchillas oscilantes, después los cortes son clasificados, pintados y puestos en gavetas listos para el transporte.</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><th>N°</th><th colspan="3">Actividades Realizadas</th><th colspan="3">Observaciones</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">Llenar hojas de consumo</td><td colspan="3">A mano</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">Preparación de cantidad de bandas para lote requerido</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">Transporte al área de corte automático</td><td colspan="3">Caminando</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">Colocar banda de cuero sobre el tapete transportador</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">Verificar la calidad de la banda de cuero</td><td colspan="3">Visual</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="3">Preparar la máquina automática</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="3">Acomodar los cortes sobre el cuero</td><td colspan="3">Simulador</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="3">Realizar cortes en la máquina autómata</td><td colspan="3">Automático</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="3">Clasificar cortes hechos por la máquina</td><td colspan="3">A mano</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="3">Pintar los cortes según las tallas</td><td colspan="3">A mano</td></tr>
<tr><td>11</td><td colspan="3">Colocar cortes en gaveta para transporte</td><td colspan="3">A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

Tabla 8. Proceso de Corte de Complementos. Modelo Deportivo

<table>
<tr><th colspan="7">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="7">Procedimiento de Corte de Complementos para Calzado Deportivo de Mujer</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>Deportivo</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td>01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>00SK568</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="2">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="2">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="2" rowspan="4">Aparado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Masculino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquina</td><td>Troquel de Puente</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="2">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Moldes
Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Rollos de Forro
Rollos de Tela
Esponjas
Plancha de Celfil</td><td colspan="2" rowspan="2">Cortes de Forros
Telas cortadas
Piezas de Esponjas
Plantillas de Celfil</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Troquel</td></tr>
<tr><td colspan="5">Descripción del Proceso</td><td>Área de Corte</td></tr>
<tr><td colspan="5">Desde la bodega de materiales se seleccionan los completos que conformaran el calzado deportivo para ser transportados al área de troquelado, se seleccionan los moldes necesarios y procede a realizar las piezas requeridas de forros, esponjas y plantillas de celfil. Para finalizar se cuentan y se clasifican en lotes para ser llevados al área de aparado.</td><td></td></tr>
<tr><td>N°</td><td colspan="4">Actividades Realizadas</td><td>Observaciones</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="4">Selección de complementos requeridos.</td><td>A mano</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="4">Transporte de complementos al área de troqueles</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">Preparación de moldes para corte de complementos.</td><td>Caminando</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="4">Corte de Forros</td><td>Con máquina</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="4">Corte de Esponjas.</td><td>Con máquina</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="4">Corte de Celfil.</td><td>Con máquina</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="4">Corte de Telas</td><td>Con máquina</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="4">Contar cortes Requeridos</td><td>A mano</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="4">Clasificar en lotes los complementos</td><td>A mano</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="4">Colocar complementos en gaveta para transporte</td><td>A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

Levantamiento de Procesos de los Modelos de la Empresa B

Los modelos de seguridad S10 y S09 son modelos con características iguales ya que para ambos modelos se corta el mismo número de piezas de cuero y complementos, es por eso que la ejecución de las actividades de corte guardan similitud, por esta razón se considera

actividades de corte iguales para ambos modelos. En las Tablas 9 y 10 se presenta estas actividades.

Tabla 9. Proceso de Corte de Cueros. Modelos de Seguridad Industrial

<table>
<tr><th colspan="7">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="7">Procedimiento de Corte de Cuero para Calzado de Seguridad Industrial</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td colspan="2">Seguridad</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td>01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td colspan="2">S09 - S10</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="2">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td colspan="2">Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="2">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="2" rowspan="4">Destallado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Femenino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquinas</td><td>Troquel de Brazo</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="2">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Moldes Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Bandas de Cuero</td><td colspan="2" rowspan="2">Piezas de cuero</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Troquel</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del Proceso</td><td colspan="2">Área de Trabajo</td></tr>
<tr><td colspan="4">Se inicia con la selección de las bandas necesaria de cuero para cubrir con el requerimiento de producción; ya seleccionadas se las transporta al área de troquelado. Una vez ahí se alistan los moldes correspondientes al modelo del calzado y se realizan los cortes, después los cortes son pintados de acuerdo a las tallas, para ser colocados en gavetas listos para el transporte hacia el área de aparado.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>N°</td><td colspan="4">Actividades Realizadas</td><td colspan="2">Observaciones</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="4">Preparar cantidad de bandas necesarias para lote requerido</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="4">Transporte de bodega de cueros al área de corte</td><td colspan="2">Caminando</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">Selección de moldes para realizar cortes</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="4">Colocar banda de cuero en troquel o mesa de trabajo</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="4">Cortar las diferentes piezas de cuero</td><td colspan="2">Con máquina</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="4">Contar los cortes realizados</td><td colspan="2">Visual</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="4">Pintar cortes de acuerdo a la talla</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="4">Colocar cortes en gaveta para transporte al destallado de cuero</td><td colspan="2">A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

Tabla 10. Proceso de Corte de Complementos. Modelos de Seguridad Industrial

<table>
<tr><th colspan="7">DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</th></tr>
<tr><th colspan="7">Procedimiento de Corte de Complementos para calzado de Seguridad Industrial</th></tr>
<tr><td>Modelo</td><td>Seguridad</td><td>Fecha</td><td>11-08-2016</td><td>Revisión</td><td colspan="2">01</td></tr>
<tr><td>Código</td><td>S09 – S10</td><td colspan="2">Responsable</td><td colspan="3">Operario de Corte</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>Troquelado</td><td colspan="2">Proceso Anterior</td><td colspan="3">Proceso Siguiente</td></tr>
<tr><td colspan="2">Operador</td><td colspan="2" rowspan="4">Planificación</td><td colspan="3" rowspan="4">Aparado</td></tr>
<tr><td>Género</td><td>Masculino</td></tr>
<tr><td>Posición</td><td>Bípeda</td></tr>
<tr><td>Discapacidad</td><td>Ninguna</td></tr>
<tr><td>Máquinas</td><td>Troquel de Puente</td><td colspan="2">Entras</td><td colspan="3">Salidas</td></tr>
<tr><td>Herramientas</td><td>Moldes
Cuchilla</td><td colspan="2" rowspan="2">Rollos de Forro
Rollos de Tela
Esponjas
Plancha de Celfil</td><td colspan="3" rowspan="2">Cortes de Forros
Telas cortadas
Piezas de Esponjas
Plantillas de Celfil</td></tr>
<tr><td>Método de Corte</td><td>Troquel</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del Proceso</td><td colspan="3">Área de Trabajo</td></tr>
<tr><td colspan="4">En la bodega de materias primas se selecciona los complementos necesarios para la manufactura de este tipo de calzado, después son transportados al área de corte, luego se preparan los moldes correspondientes y se realizan los cortes. Para finalizar se cuentan y se clasifican los complementos en lotes y puestos de gavetas.</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><th>N°</th><th colspan="5">Actividades Realizadas</th><th>Observaciones</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="5">Preparación de complementos</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="5">Transporte de materiales al área de corte</td><td>Caminando</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="5">Preparación de moldes para realizar cortes</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="5">Corte de Forros</td><td>Con máquina</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="5">Corte de Esponjas</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="5">Corte de Celfil</td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="5">Corte de Telas</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="5">Clasificar complementos en lotes</td><td>A mano</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="5">Colocar cortes en Gaveta</td><td>A mano</td></tr>
</table>

Elaborado por: Investigador

4.1.5 Descripción de la Maquinaria y Equipo

Para la elaboración de calzado es necesario el empleo de maquinaria y equipos que ejecuten funciones específicas en la elaboración de calzado; a continuación, se indica el

tipo de maquinaria que emplea cada empresa en el área de corte, para ello se emplea el formato descripto en el Anexo 3.

Maquinaria utilizada por la Empresa A

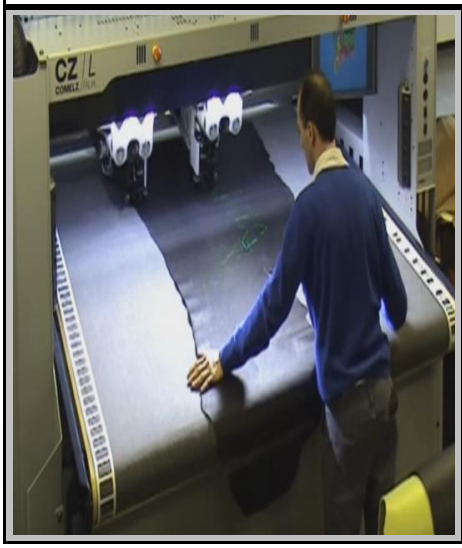
En las Tablas 11 y 12 se indican las características de la maquinaria empleada para manufacturar los modelos deportivo y casual.

Tabla 11. Características Técnicas de la Troqueladora de Brazo Traco

TROQUELADORA DE BRAZO TRACO				
	**Marca**	TRACO	**Modelo**	6145 P2
	Año	2002	**Matricula**	77724
	N°	198228	**Procedencia**	R. Checa
	Largo (cm)	104	**Voltaje**	220 V
	Ancho (cm)	95	**Amperaje**	3 A
	Altura (cm)	142	**Fase**	3~
	Peso (kg)	950	**Frecuencia**	60 Hz
	Funcionamiento			
	Eléctrico	X	**Fuerza de Corte**	
	Hidráulico	X	200 KN	
	Neumático		**Fuerza Eléctrica**	
	Transmisión	Banda	1.68 KW	

Elaborado por: Investigador

Tabla 12. Características Técnicas de la Máquina Automática Comelz

CORTADORA AUTOMÁTICA COMELZ CZ/L				
	**Marca**	COMELZ	**Modelo**	CZ/L
	Año	2012	**Matricula**	-
	N°	072	**Procedencia**	Italia
	Largo (mm)	3230	**Voltaje**	220 V
	Ancho (mm)	2710	**Amperaje**	3 A
	Altura (mm)	1790	**Fase**	3~
	Peso (kg)	2560	**Frecuencia**	60 Hz
	Funcionamiento			
	Eléctrico	X	**Fuerza de Corte**	
	Hidráulico		-	
	Neumático	X	**Fuerza Eléctrica**	
	Transmisión	Banda	15 KW	

Elaborado por: Investigador

Maquinaria utilizada por la Empresa B

De la misma manera en las Tablas 13 y 14 se especifica las características técnicas de la maquinaria que se utiliza en el proceso de corte de la Empresa B.

Tabla 13. Características Técnicas de la Troqueladora de Puente Fipi

TROQUELADORA DE PUENTE FIPI				
	**Marca**	FIPI	**Modelo**	F511
	Año	2001	**Matricula**	77722
	N°	198221	**Procedencia**	USA
	Largo (cm)	2500	**Voltaje**	220 V
	Ancho (cm)	150	**Amperaje**	3 A
	Altura (cm)	200	**Fase**	3~
	Peso (kg)	2500	**Frecuencia**	60 Hz
	Funcionamiento			
	Eléctrico	X	**Fuerza de Corte**	
	Hidráulico	X	500 KN	
	Neumático		**Fuerza Eléctrica**	
	Transmisión	Banda	4 KW	

Elaborado por: Investigador

Tabla 14. Características Técnicas de la Troqueladora de Brazo Huasen

TROQUELADORA DE BRAZO HUASEN				
	**Marca**	HUASEN	**Modelo**	HSA/B200
	Año	2002	**Matricula**	77725
	N°	198226	**Procedencia**	China
	Largo (cm)	120	**Voltaje**	220 V
	Ancho (cm)	100	**Amperaje**	3 A
	Altura (cm)	150	**Fase**	3~
	Peso (kg)	1000	**Frecuencia**	60 Hz
	Funcionamiento			
	Eléctrico	X	**Fuerza de Corte**	
	Hidráulico	X	200 KN	
	Neumático		**Fuerza Eléctrica**	
	Transmisión	Banda	11KW	

Elaborado por: Investigador

4.2 Estudio de Tiempos del Área de Troquelado

La determinación del tiempo estándar es la base para realizar el modelo de y programación de la producción de calzado de cuero, permitirá realizar el cálculo de la capacidad de producción del proceso de corte para cada modelo de estudio. Además, con

los resultados del estudio de tiempo se controla las actividades del proceso de corte, reduciendo los tiempos de espera entre procesos y haciendo continuo el flujo de materiales entre procesos. En el modelo de programación propuesto determina el tiempo estimado para cumplir con las actividades de corte; de esta manera se controla el proceso productivo en base al tiempo estándar permitiendo optimizar los recursos de la empresa.

Para la presente investigación no se realiza el estudio de tiempos de los modelos analizados, este estudio se toma del proyecto de investigación a cargo de un investigador vinculado al Departamento de Investigación de la Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial [34], los resultados del estudio de tiempos se muestran en el Anexo 4.

4.2.1 Estudio de Tiempos Resumido - Empresa A

En la Tabla 15, se muestran el tiempo estándar de cada actividad de corte para los modelos de casual y deportivo de la Empresa A, además se indica el método de corte y el número de piezas de cuero que tiene cada modelo de calzado.

Tabla 15. Resumen del Estudio de Tiempos – Empresa A [34]

Modelo	Actividad	Número de Cortes*par	Tiempo estándar (min)
Casual de Hombre	Corte de cuero	12	5,39
	Corte de complementos	10	2,70
Deportivo Mujer	Corte de cuero	18	2,48
	Corte de complementos	16	1,99

Fuente: Integración de la metodología de cambio rápido de herramienta (SMED) para evaluación del proceso de troquelado en industrias de manufactura de calzado de cuero

Diagrama Hombre-Máquina de los modelos de la Empresa A

El desarrollo del diagrama Hombre – Máquina, determina el grado de utilización del operador y la maquinaria, para ello se relacionando el tiempo manual y el tiempo de máquina, el primero corresponde al tiempo que tarda el operador en realizar actividades sin utilizar maquinaria; el tiempo de máquina es el tiempo de operación de la maquinaria, es decir, es el tiempo en el cual la maquina realiza la operación de corte. En los Anexos 5 y 6 se indican los diagramas de los modelos casual y deportivo.

En base al estudio de tiempos se determina el porcentaje de tiempo manual y el de tiempo de máquina en la Tabla 16 de los modelos casual y deportivo.

Tabla 16. Porcentaje de Utilización de los Recursos - Empresa A

Modelo	Actividad de Corte	Tiempo Estándar (min)	Tiempo Manual (min)	Porcentaje Manual	Tiempo de Máquina (min)	Porcentaje de Máquina
Casual	Cuero	5,39	5,31	98,52%	0,08	1,48%
	Complementos	2,70	2,30	85,19%	0,40	14,81%
Deportivo	Cuero	2,48	1,08	43,55%	1,40	56,45%
	Complementos	1,99	1,86	93,47%	0,13	6,53%

Elaborado por: Investigador

En la Fig. 17 se presenta los porcentajes de utilización de los recursos para la Empresa A.

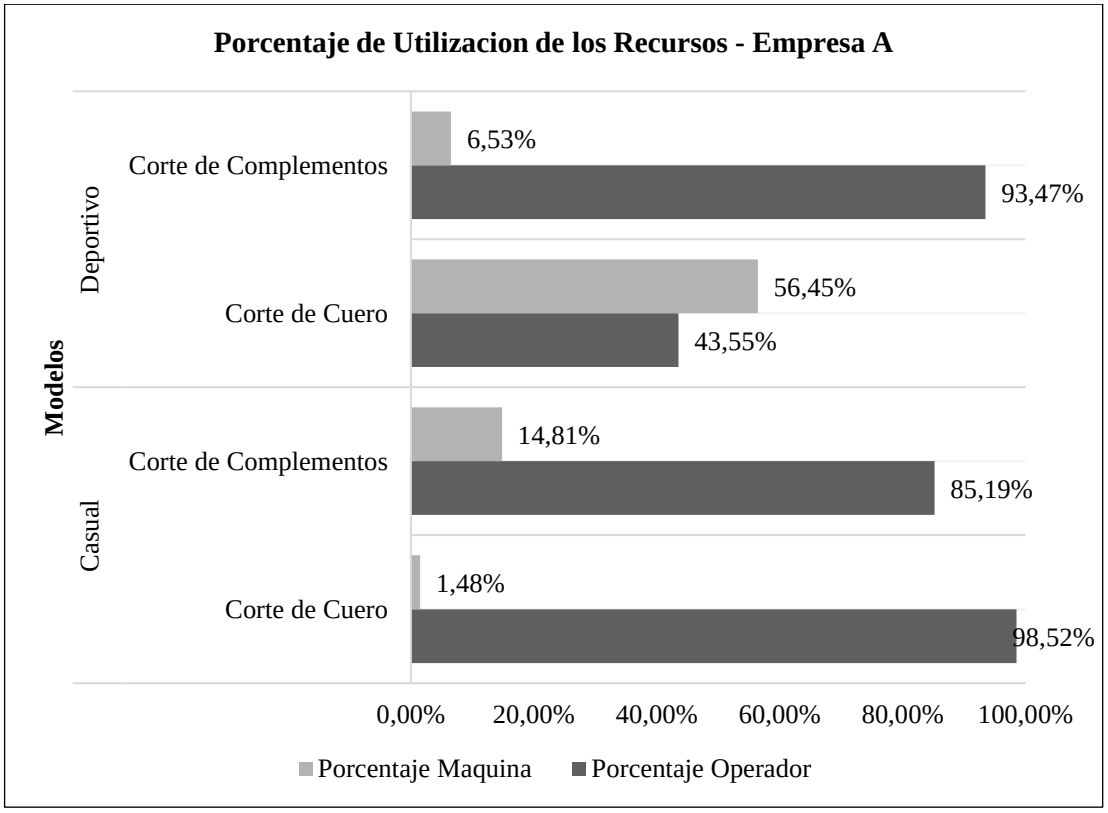


Fig. 17. Porcentajes de Utilización de Maquinaria y Operador Empresa A.

Elaborado por: Investigador

En la Tabla 17 se indica el tiempo equivalente al tiempo manual y tiempo de maquina respecto a las 8 horas de una jornada de trabajo.

Tabla 17. Tiempo Equivalente a la jornada de trabajo – Empresa A.

Modelo	Actividad	Tiempo Manual (horas)	Tiempo de Máquina (horas)
Casual	Corte de Cuero	7,9	0,1
	Corte de Complementos	6,8	1,2
Deportivo	Corte de Cuero	3,4	4,6
	Corte de Complementos	7,5	0,5

Elaborado por: Investigador

4.2.2 Estudio de Tiempos resumido - Empresa B

Al igual que para la Empresa A, el estudio de tiempos para la Empresa B se toma de la investigación vinculada al Departamento de Investigación de Facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial [34]. En la Tabla 18, se muestran el tiempo estándar de cada actividad de corte para los modelos de seguridad industrial S10 y seguridad industrial a inyección S09, se puede decir que hay similitud en los tiempos de corte de estos modelos debido a que para estos modelos de calzado se corta el mismo número de piezas de cuero y complementos.

Tabla 18. Resumen de Tiempos – Empresa B [34]

Modelo	Actividad	Método	Número de Cortes*par	Tiempo estándar (min)
Seguridad Industrial S10	Corte de cuero	Troquel	8	2,84
	Corte de complementos	Troquel	16	1,57
Seguridad Industrial Inyección S09	Corte de Cuero	Troquel	8	2,83
	Corte de Complementos	Troquel	16	1,55

Fuente: Integración de la metodología de cambio rápido de herramienta (SMED) para evaluación del proceso de troquelado en industrias de manufactura de calzado de cuero

Diagrama Hombre-Máquina de los modelos de la Empresa B

Permite conocer el tiempo empleado por los operarios y la maquinaria, es decir, conocer el tiempo usado por los operarios y el utilizado por las máquinas para realizar las actividades de corte para modelo de la Empresa B. En el Anexo 7 se indican el diagrama realizado para los modelos de seguridad industrial S10 y S09.

En base al estudio de tiempos se determina el porcentaje de tiempo manual y el de tiempo de máquina que tienen los modelos de calzado casual y deportivo en la Tabla 19 se indica estos porcentajes.

Tabla 19. Porcentaje de Utilización de los Recursos - Empresa B

Modelo	Actividad de Corte	Tiempo Estándar (min)	Tiempo Manual (min)	Porcentaje Manual	Tiempo de Máquina (min)	Porcentaje de Máquina
Seguridad Industrial (S10)	Cuero	2,84	0,61	21,13%	2,24	78,87%
	Complementos	1,57	0,46	29,29%	1,15	70,71%
Seguridad Industrial Inyección (S09)	Cuero	2,83	0,61	20,85%	2,24	79,15%
	Complementos	1,55	0,45	25,81%	1,15	74,19%

Elaborado por: Investigador

En la Fig. 18 se presenta los porcentajes de utilización de los recursos para la Empresa B.

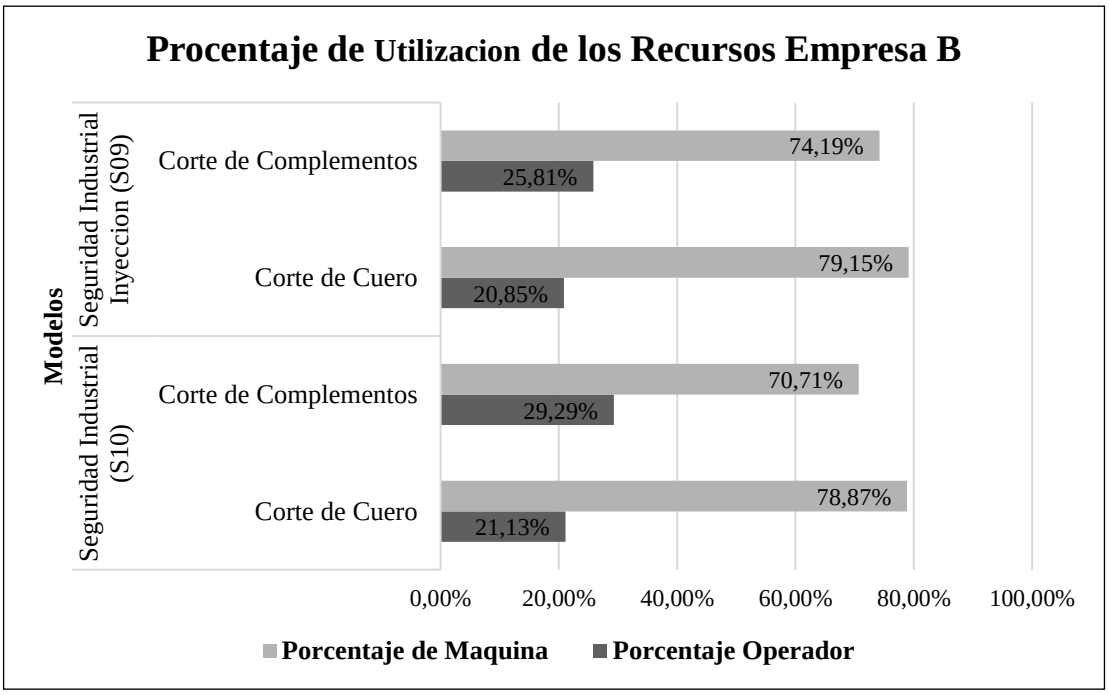


Fig. 18. Porcentajes de Utilización de Maquinaria y Operador Empresa B.

Elaborado por: Investigador

En la Tabla 20 se indica el tiempo equivalente al tiempo manual y tiempo de maquina respecto a las 8 horas de una jornada de trabajo para la Empresa B.

Tabla 20 Tiempo Equivalente a la jornada de trabajo – Empresa B.

Modelo	Actividad	Tiempo Manual (horas)	Tiempo de Máquina (horas)
S10	Corte de Cuero	1,69	6,31
	Corte de Complementos	2,34	5,66
S09	Corte de Cuero	1,67	6,33
	Corte de Complementos	2,06	5,94

Elaborado por: Investigador

4.2.3 Análisis de la Capacidad de Producción de las Empresa A y B

Las empresas analizadas no planificación la producción en base a estándares de producción, determinar la capacidad de producción permite precisar el número de cortes de cuero y complementos que se pueden producir en una unidad de tiempo determinado. El tiempo estándar es elemental para realizar el cálculo de la capacidad de cada modelo. En la Tabla 21 se muestra la capacidad de producción actual de las empresas, estos valores son dados por la Empresa A y Empresa B.

Tabla 21. Capacidad de Producción Actual en el proceso de Troquelado

Empresa	Modelo	Capacidad de Producción Diaria (pares)
A	Casual (CS.H.CA873)	70
	Deportivo (DE.M.SK568)	176
B	Seguridad Industrial (S10)	145
	Seguridad Industrial Inyección (S09)	145

Fuente: Empresas A y B

Calculo de la Capacidad de Producción – Empresa A

La capacidad de producción para los modelos casual y deportivo de la Empresa A se determina mediante el tiempo estándar de producción de cada modelo, para el cálculo primero se debe pasar de minutos a horas el tiempo estándar empleando la ecuación 14, estos tiempos son tomados de Tabla 15.

$$\textbf{Tiempo Estandar}\left(\frac{\textbf{hora}}{\textbf{par}}\right) = \text{Tiempo estandar}\left(\frac{\text{minutos}}{\text{par}}\right) \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \quad (14)$$

A modo de ejemplo se determina la capacidad de producción para el modelo de calzado casual, el tiempo estándar de corte de cuero de este calzado es de 5,39 minutos por par.

$$\boldsymbol{Tiempo\ Estandar} = \frac{5.39\ \cancel{\text{minutos}}}{\text{par}} \times \frac{1\ \text{hora}}{60\ \cancel{\text{minutos}}}$$

$$\boldsymbol{Tiempo\ Estandar}\ = 0.090 \frac{\text{horas}}{\text{par}}$$

Con el tiempo estándar expresado en horas/par se realiza el cálculo de la capacidad de producción empleando la ecuación 1.

$$\boldsymbol{Capacidad\ de\ Produccion} = \frac{1}{Ts}$$

$$\boldsymbol{CP} = \frac{1}{0.090 \frac{\text{horas}}{\text{par}}}$$

$$\boldsymbol{CP} = 11.13\ \frac{par}{hora}$$

Para el modelo casual se tiene una producción de 11.13 pares por hora. Considerando que la jornada de trabajo tiene 8 horas laborales, se determina la capacidad de producción por día de trabajo es:

$$\boldsymbol{CP} = 11.13\ \frac{par}{\cancel{hora}} \times \frac{8\ \cancel{horas}}{jornada}$$

$$\boldsymbol{CP} = 89.05\ \frac{pares}{jornada}$$

La capacidad de producción para el modelo casual es de 89.05 pares por jornada, siguiendo este método de cálculo se determina la capacidad de producción para el resto de modelos.

En la Tabla 22 y 23 se indica la capacidad de producción para el corte de piezas de cuero y el corte de los complementos (forros, esponjas, plantillas de celfil y telas), también se determina la capacidad mínima de producción de cada modelo de calzado, para ello se comparan los valores de producción de cada actividad de corte y se toma el menor valor

de capacidad, de esta manera se identifica la actividad de corte que marca el ritmo de producción del proceso de troquelado en la manufactura de cada modelo de calzado de la Empresa A

Tabla 22. Capacidad de Producción del Modelo Casual – Empresa A

MODELO DE CALZADO CASUAL (CS.H.CA873)			
CORTE DE CUERO		**CORTE DE COMPLEMENTOS**	
Tiempo Estándar (min/par)	5,39	Tiempo Estándar (min/par)	2,70
Número de Cortes	12	Número de Cortes	10
Capacidad de Producción Hora (pares)	11,13	Capacidad de Producción Hora (pares)	22,22
Capacidad de Producción Diaria (pares)	**89,05**	Capacidad de Producción Diaria (pares)	**177,78**
Número de Trabajadores	1	Número de Trabajadores	1
Número de Máquinas	-	Número de Máquinas	1
Capacidad Mínima de Producción (pares/día)		**89,05**	

Elaborado por: Investigador

Tabla 23. Capacidad de Producción del Modelo Deportivo – Empresa A

MODELO DE CALZADO DEPORTIVO (DE.M.SK568)			
CORTE DE CUERO		**CORTE DE COMPLEMENTOS**	
Tiempo Estándar (min/par)	2,48	Tiempo Estándar (min/par)	1,99
Número de Cortes	18	Número de Cortes	16
Capacidad Producción Hora (pares)	24,19	Capacidad Producción Hora (pares)	30,15
Capacidad de Producción Diaria (pares)	**193,54**	Capacidad de Producción Diaria (pares)	**241,21**
Número de Trabajadores	1	Número de Trabajadores	1
Número de Máquinas	1	Número de Máquinas	1
Capacidad Mínima de Producción (pares/día)		**193,55**	

Elaborado por: Investigador

Calculo de la Capacidad de Producción – Empresa B

Para los modelos de seguridad industrial S10 y seguridad industrial a inyección S09 de la Empresa B se determina la capacidad de producción siguiendo el mismo método de cálculo que se realiza para la Empresa A. En la Tabla 24 y 25 se muestra la capacidad de

producción de cada actividad de corte, además se define el proceso que restringe el proceso.

Tabla 24. Capacidad de Producción Modelo Seguridad Industrial S10 – Empresa B

MODELO DE CALZADO SEGURIDAD INDUSTRIAL (S10)			
CORTE DE CUERO		**CORTE DE COMPLEMENTOS**	
Tiempo Estándar (min/par)	2,84	Tiempo Estándar (min/par)	1,60
Número de Cortes	8	Número de Cortes	16
Capacidad Producción Hora (pares)	21,12	Capacidad Producción Hora (pares)	37,50
Capacidad Producción Diaria (pares)	**169,0**	Capacidad de Producción Diaria (pares)	**300,00**
Número de Trabajadores	1	Número de Trabajadores	1
Número de Máquinas	1	Número de Máquinas	1
Capacidad Mínima de Producción (pares/día)	**169,01**		

Elaborado por: Investigador

Tabla 25. Capacidad de Producción Modelo Seguridad Industrial Inyección S09 – Empresa B

MODELO DE CALZADO SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN (S09)			
CORTE DE CUERO		**CORTE DE COMPLEMENTOS**	
Tiempo Estándar (min/par)	2,83	Tiempo Estándar (min/par)	1,60
Número de Cortes	8	Número de Cortes	16
Capacidad Producción Hora (pares)	21,12	Capacidad de Producción Hora (pares)	37,50
Capacidad de Producción Diaria (pares)	**169,01**	Capacidad de Producción Diaria (pares)	**300,00**
Número de Trabajadores	1	Número de Trabajadores	1
Número de Máquinas	1	Número de Máquinas	1
Capacidad Mínima de Producción (pares/día)	**169,01**		

Elaborado por: Investigador

En la Tabla 26 se resume la capacidad de producción para cada modelo de calzado.

Tabla 26. Capacidad de Producción Diaria

Empresa	Modelo	Cp diario por Célula (pares)
A	Casual (CS.H.CA873)	89
	Deportivo (DE.M.SK568)	194
B	Seguridad Industrial S10	169
	Seguridad Industrial Inyección S09	169

Elaborado por: Investigador

4.2.4 Cuello de Botella del Proceso de Troquelado

El comportamiento del modelo de programación propuesto está marcado por el ritmo de trabajo del proceso de menor capacidad de producción, la actividad de corte que tenga la menor capacidad de producción es la que limita el flujo del proceso convirtiéndose en el tambor del sistema, es decir es el proceso que marca el ritmo de producción, condiciona la capacidad total de operación y origina un cuello de botella. El proceso de corte tiene dos actividades, estas actividades son independientes y se ejecutan paralelamente, es por ello que se necesita determinar la capacidad máxima de producción en cada modelo, en la Tabla 27 se analiza la capacidad de producción de cada modelo de calzado.

Tabla 27. Capacidad Máxima de Producción

Empresa	Modelo	CP Corte de Cuero (pares/día)	CP Corte de Complementos (pares/día)	Capacidad Máxima (pares/día)
A	Casual (CS.H.CA873)	89	178	**89**
	Deportivo (DE.M.SK568)	194	241	**194**
B	Seguridad Industrial S10	169	300	**169**
	Seguridad Industrial Inyección S09	169	300	**169**

Elaborado por: Investigador

4.2.5 Restricciones del Proceso de Troquelado en las Empresas A y B

Cuando un proceso no fluye continuamente y genera tiempos de espera prolongados es porque dentro de él existen restricciones que limitan la producción, determinar las restricciones del proceso es fundamental, para ello se implementan 3 de 5 pasos de la metodología de la Teoría de las Restricciones.

Identificar las Restricciones

En el proceso de corte existen varias restricciones que limitan el flujo del proceso, para identificar las limitaciones del proceso se analizan en ambas empresas parámetros como:

Materias Primas. La mala calidad o fallas en los materiales e insumos como bandas de cuero y complementos generan desperdicios y perdidas económicas.

Herramientas. En las empresas los moldes de corte no son suficientes para cumplir con la producción de cortes, esto limita la ejecución de las actividades.

Maquinaria. La maquinaria de las empresas presenta desgaste, algunas están en malas condiciones lo que dificulta en realizar las operaciones de corte.

Recurso Humano. El recurso humano en las empresas no es distribuido correctamente ocasionando sobrecargas de trabajo al personal.

Programación de la Producción. Planificar sin considerar capacidades máximas de producción en cada empresa hace que el proceso de troquelado no cumpla con las ordenes de producción, generando demoras.

En la Fig. 19 se muestra las restricciones identificadas de acuerdo al grado de importancia.

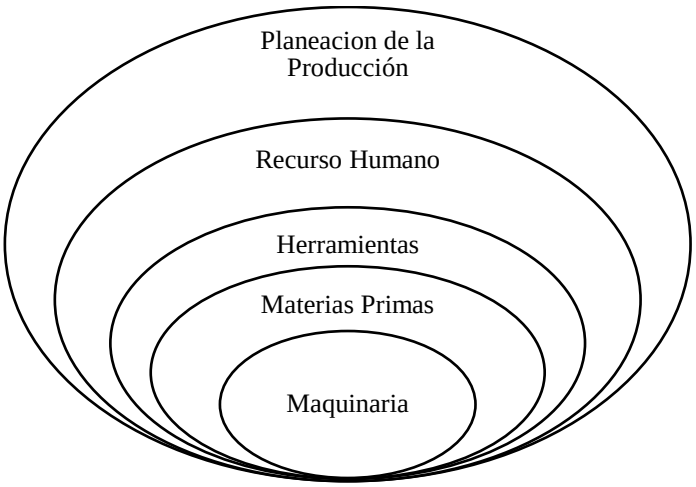


Fig. 19 Restricciones del Proceso de Troquelado de las Empresas A y B

Elaborado por: Investigador

La restricción de la programación de la producción se considera como la que genera mayor conflicto en el proceso de troquelado en las empresas A y B, ya que al no considerar las capacidades máximas de producción en cada modelo de calzado origina retrasos en la producción.

Otra limitación a considerar en ambas empresas es la restricción del recurso humano, determinar la cantidad necesaria de este recurso haría que el proceso de corte se ejecute con mayor rapidez cumpliendo en menor tiempo las ordenes de producción.

Explotar las Restricciones

Desarrollar un modelo de programación para el proceso de troquelado en las empresas A y B considerando la capacidad máxima de producción, hará que el proceso de manufactura sea eficiente ya que se determina los tiempos de producción para los modelos

analizados en cada empresa. El tiempo restante de la jornada de trabajo será asignado para producir los otros modelos de calzado de la empresa. Maximizar el desempeño del recurso humano empleando células de manufactura para cada modelo de calzado, permite disminuir los tiempos de manufactura, así se controla el cuello de botella limitado por la capacidad de producción de cada modelo de calzado.

Subordinar Restricciones

El modelo propuesto está subordinado al cuello de botella. Utilizando el fundamento TAC (Tambor, Amortiguador, Cuerda) de la Teoría de Restricciones, se subordina el cuello de botella. El tambor es el elemento que marca el ritmo de producción en este caso es el cuello de botella generado por la limitación de la capacidad de producción de cada empresa. Con la cuerda se controla el cuello de botella atando el tambor del proceso al modelo de programación de la producción considerando la variación de la demanda semanal. El amortiguador del modelo propuesto corresponde al recurso humano, ya que la distribución de este recurso en células de manufactura ayuda al modelo a no descompensarse por las variaciones de la demanda de los productos de ambas empresas. En la Fig. 20 se muestra la interacción del tambor, amortiguador y la cuerda.

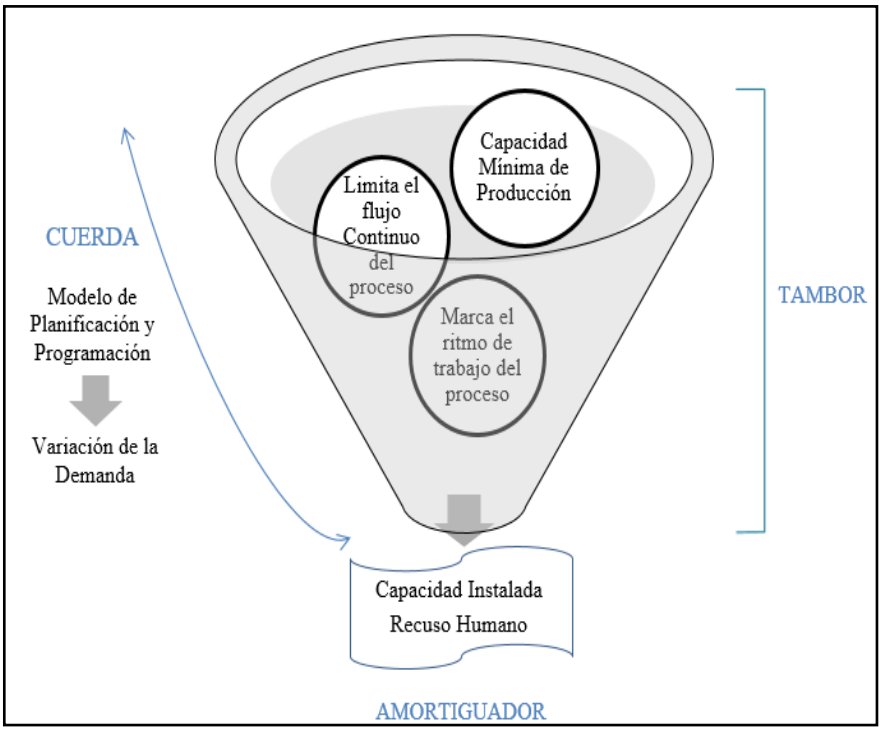


Fig. 20 Restricción subordinada con la Metodología TAC
Elaborado por: Investigador

4.3 Estimación de la Demanda para el Proceso de Troquelado

Estimar la demanda de producción permite usar con eficiencia el sistema productivo. Para determinar la demanda futura de los modelos de estudio se trabaja con históricos de ventas de dos años anteriores.

4.3.1 Histórico de ventas anuales de los modelos estudiados – Empresa A

Las ventas registradas de los modelos de calzado casual y deportivo en los periodos de junio 2014 a mayo 2015 y junio 2015 a mayo 2016 se muestran en la Tabla 28 además de las ventas de los modelos estudiados se toma en cuenta al resto de modelos producidos por la empresa ya que es necesario considerarlos para el posterior desarrollo de la planeación agregada de la Empresa A.

Tabla 28. Histórico de Ventas - Empresa A

Periodo	Mes	Casual (pares)	Deportivo (pares)	Otros Modelos (pares)
2014-2015	Junio	817	983	5252
	Julio	699	793	5380
	Agosto	712	875	7527
	Septiembre	653	853	4984
	Octubre	675	732	5542
	Noviembre	648	734	4894
	Diciembre	647	659	8656
	Enero	655	668	1995
	Febrero	731	806	6676
	Marzo	669	1025	5402
	Abril	645	847	5341
	Mayo	745	1095	6636
2015-2016	Junio	769	885	5322
	Julio	670	739	5149
	Agosto	680	950	7208
	Septiembre	641	816	4632
	Octubre	690	716	5932
	Noviembre	652	740	4750
	Diciembre	643	695	8789
	Enero	635	648	2877
	Febrero	688	852	5629
	Marzo	636	881	4813
	Abril	653	855	5215
	Mayo	704	889	6108

Elaborado por: Investigador

Con los valores presentados en la Tabla 28 se realiza la construcción de la Fig. 21, en el eje izquierdo se muestran las ventas correspondientes a los modelos estudiados y en el eje derecho están las ventas correspondientes al resto de modelos que produce la Empresa A. El modelo de deportivo es el de mayor comercialización mientras que el modelo casual es el segundo más vendido en la empresa. El pronóstico que se desarrolla corresponde a un modelo cuantitativo de series estacionales, esto debido a las fluctuaciones en las ventas de los modelos estudiados ya que en algunos meses las ventas tienen a subir y bajar.

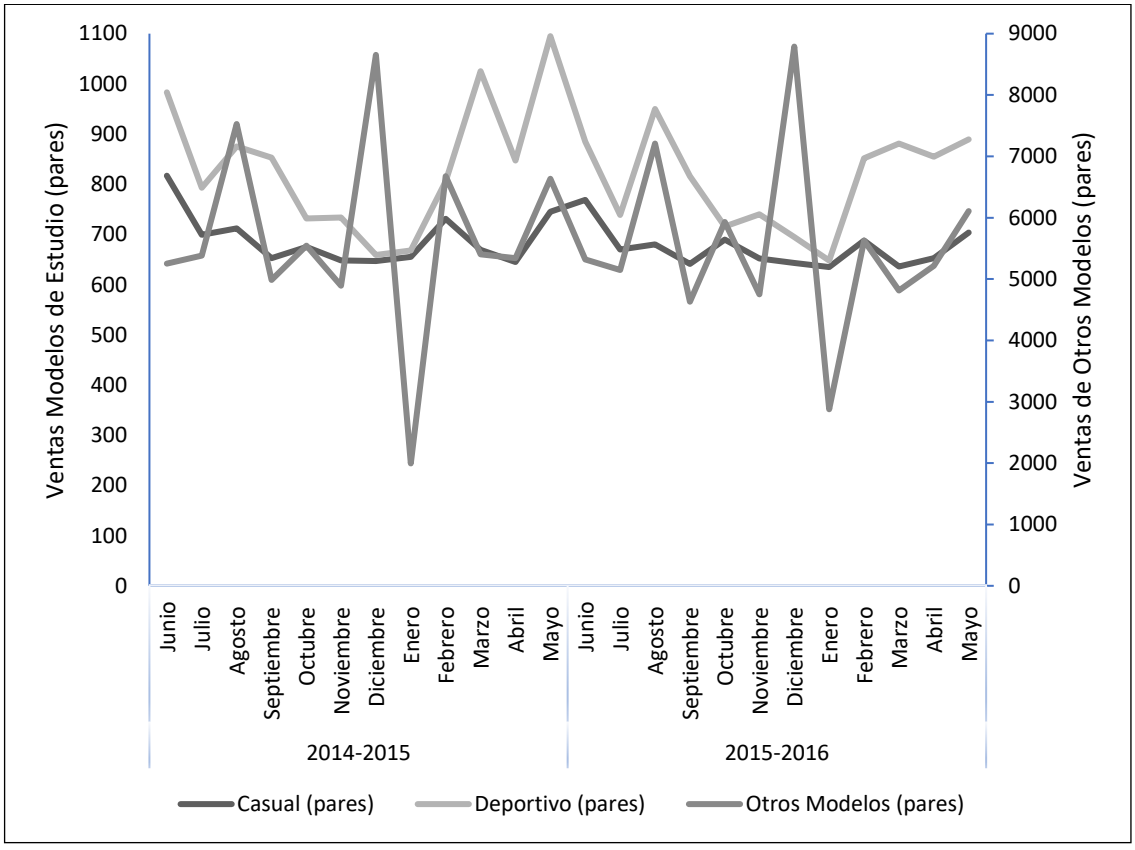


Fig. 21. Fluctuaciones de la Demanda de los modelos – Empresa A

Elaborado por: Investigador

4.3.2 Histórico de ventas anuales de los modelos estudiados – Empresa B

Las ventas registradas de los modelos de seguridad industrial S10 y seguridad industrial inyección S09 en los periodos de junio 2014 a mayo 2015 y junio 2015 a mayo 2016 se muestran en la Tabla 29, también se indican el resto de modelos producidos por la empresa B además de las ventas de los modelos estudiados se toma en cuenta al resto de

modelos, la demanda de los otros modelos es necesario la realizar la planeación agregada de la Empresa B.

Tabla 29. Histórico de Ventas – Empresa B

Periodo	Mes	Seguridad Industrial S10 (pares)	Seguridad Industrial Inyección S09 (pares)	Otros Modelos (pares)
2014-2015	Junio	966	1044	4464
	Julio	1717	1545	9146
	Agosto	764	844	3205
	Septiembre	767	913	3223
	Octubre	738	889	3042
	Noviembre	894	1044	4015
	Diciembre	1162	1228	5686
	Enero	733	795	3011
	Febrero	1712	1899	9115
	Marzo	1261	1391	6303
	Abril	979	1072	4545
	Mayo	832	906	3628
2015-2016	Junio	932	1018	4763
	Julio	1352	1493	6907
	Agosto	747	810	5855
	Septiembre	801	871	5130
	Octubre	763	826	4853
	Noviembre	915	1000	4842
	Diciembre	1089	1197	5739
	Enero	643	693	5445
	Febrero	1232	1357	6822
	Marzo	967	1059	4509
	Abril	821	894	4158
	Mayo	621	668	5113

Elaborado por: Investigador

A continuación, se construye la Fig. 22 a partir de los valores mostrados en la Tabla 29, los valores de las ventas correspondientes a los modelos estudiados se colocan en el eje izquierdo mientras que en el eje derecho están las ventas correspondientes al resto de modelos que produce la Empresa B. El modelo de seguridad industrial a inyección es el modelo de mayor comercialización. El modelo de pronóstico para la Empresa B corresponde a un modelo cuantitativo de series estacionales al igual que para la Empresa A, debido a las variaciones de la demanda en meses donde se presenta picos altos y bajos.

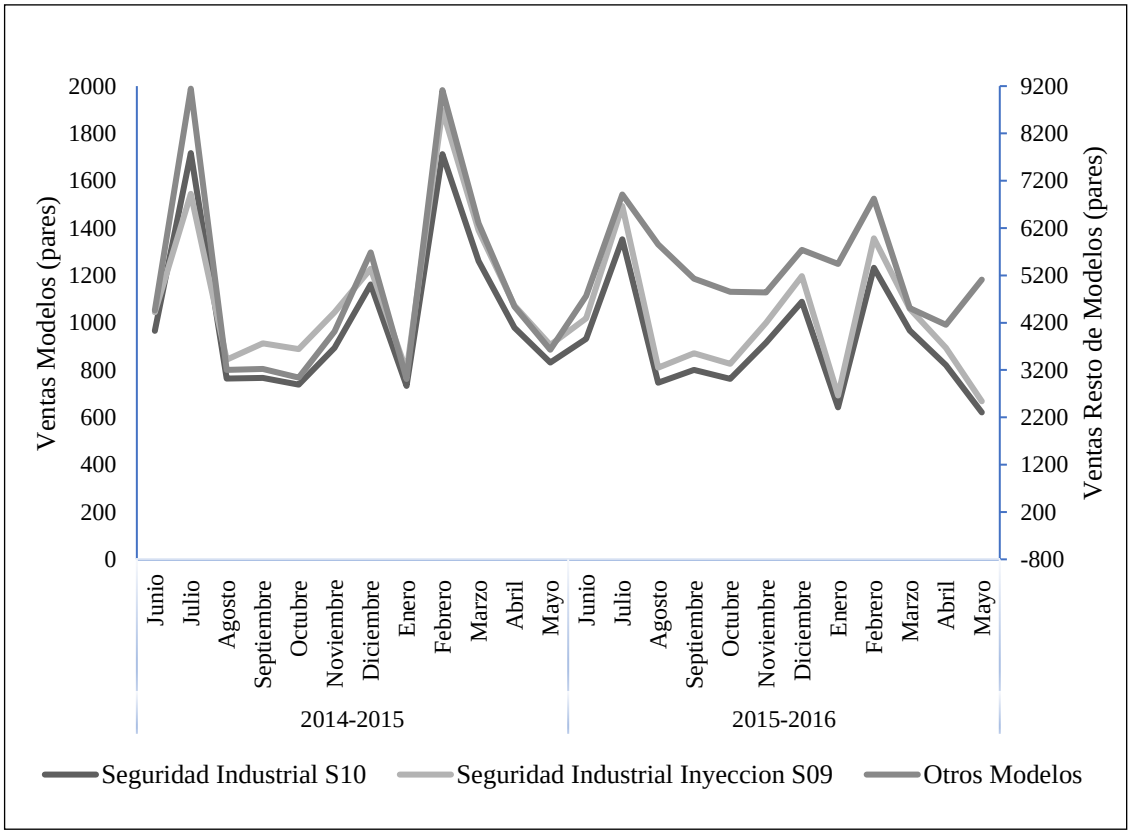


Fig. 22. Fluctuación de la Demanda de los Modelos – Empresa B

Elaborado por: Investigador

4.3.3 Modelo de Pronóstico de Ventas para las Empresas A y B

De acuerdo a la variación de la demanda de los modelos de estudio de las empresas A y B presentadas en la Fig. 21 y Fig. 22 respectivamente, se selecciona el modelo de pronóstico correspondiente a un modelo cuantitativo de series de estacionales, debido a las fluctuaciones que se dan de mes a mes, el método de pronóstico corresponde a regresión lineal con factor estacional.

Pronóstico Empresa A

A modo de ejemplo se realiza el pronóstico para el modelo de calzado Deportivo de la Empresa A. El proceso de cálculo de este modelo de pronóstico comprende 3 pasos:

Paso 1: Cálculo del Índice Estacional

El índice estacional se obtiene relacionando el promedio mensual de los dos periodos analizados y el promedio general de las ventas de todos los meses de los periodos, para

ello se emplea la ecuación 15, como modelo de ejemplo se analiza el calzado deportivo con los valores correspondientes al mes de junio del periodo 2014-2015.

$$Indice\ Estacional_{junio\ 14-15} = \frac{Promedio_{Junio\ 14-15}}{Promedio\ General\ de\ Ventas} \quad (15)$$

$$Indice\ Estacional_{Junio\ 14-15} = \frac{934\ \cancel{pares}}{822\ \cancel{pares}}$$

$$Indice\ Estacional_{Junio\ 14-15} = 1{,}14$$

El índice estacional para el mes de junio es 1,14. Para realizar el cálculo del resto de meses se utiliza el software Excel, de esta manera se determina en la Tabla 30 el valor del índice de estacionalidad para el modelo de calzado deportivo.

Tabla 30. Índice Estacional del modelo Deportivo- Empresa A

Mes	Periodo 2014-2015	Periodo 2015-2016	Promedio Mensual	Índice de Estacional (IE)
Junio	983	885	934	1,14
Julio	793	739	766	0,93
Agosto	875	950	913	1,11
Septiembre	853	816	835	1,01
Octubre	732	716	724	0,88
Noviembre	734	740	737	0,90
Diciembre	659	695	677	0,82
Enero	668	648	658	0,80
Febrero	806	852	829	1,01
Marzo	1025	881	953	1,16
Abril	847	855	851	1,03
Mayo	1095	889	992	1,21
Promedio General de Ventas		822		

Elaborado por: Investigador

Paso 2: Desestacionalización de los datos

En el paso 2 se desestacionaliza las ventas de cada mes para eliminar el efecto estacional de los datos generando un pronóstico más preciso, para ello se divide cada valor del histórico de ventas para el índice estacional calculado para cada mes, en la Tabla 31 se muestran los datos desestacionalizados para cada periodo.

Tabla 31. Datos Desestacionalizados Modelo Deportivo – Empresa A

Periodo 2014-2015		Periodo 2015-2016	
Mes	**Ventas**	**Mes**	**Ventas**
Junio	865	**Junio**	779
Julio	851	**Julio**	793
Agosto	789	**Agosto**	856
Septiembre	841	**Septiembre**	804
Octubre	831	**Octubre**	813
Noviembre	819	**Noviembre**	826
Diciembre	800	**Diciembre**	844
Enero	835	**Enero**	810
Febrero	800	**Febrero**	845
Marzo	884	**Marzo**	760
Abril	818	**Abril**	826
Mayo	908	**Mayo**	737

Elaborado por: Investigador

Paso 3: Análisis de Regresión

Con los datos desestacionalizados se emplea el método de mínimos cuadrados para obtener los valores de cada variable para plantear la ecuación de la recta que permita realizar el pronóstico de ventas a futuro que se adapte a los datos registrados del modelo deportivo. En la Tabla 32 se indican los valores de cada variable.

Tabla 32. Análisis de Regresión. Modelo Deportivo Empresa A

Periodo	X	Y	X^2	Y^2	X*Y
2014-2015	1	865	1	749047	865
	2	851	4	724744	1703
	3	789	9	621793	2366
	4	841	16	706547	3362
	5	831	25	691259	4157
	6	819	36	670738	4914
	7	800	49	640751	5603
	8	835	64	696942	6679
	9	800	81	639230	7196
	10	884	100	782272	8845
	11	818	121	669890	9003
	12	908	144	823950	10893
2015-2016	13	779	169	607140	10129
	14	793	196	629401	11107
	15	856	225	732955	12842

Tabla 32. (Continuación 1)

	16	804	256	646582	12866
	17	813	289	661370	13825
	18	826	324	681749	14862
	19	844	361	712669	16040
	20	810	400	655834	16197
	21	845	441	714276	17748
	22	760	484	577912	16725
	23	826	529	682604	19003
	24	737	576	543095	17687
Suma	**300**	**19736**	**4900**	**16262750**	**244615**
Promedio	**13**	**822**	**204**	**677615**	**10192**

Elaborado por: Investigador

Con los datos de la Tabla 32 se encuentra la ecuación de la recta, para ello es necesario encontrar los valores de *a* y *b* mediante las ecuaciones 16 y 17 respectivamente.

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \tag{16}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x} * \bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \tag{17}$$

donde:

a = Secante *Y*

b = Pendiente de la recta

$\bar{y}$ = Promedio de todas las *y*

$\bar{x}$= Promedio de todas las *x*

x = Valor *x* de cada punto de datos

y = Valor *y* de cada punto de datos

n = Número de datos

El valor de *b* se determina empleando la ecuación 17 así:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x} * \bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$b = \frac{244615 - 24(13) * 822}{4900 - 24(13)^2}$$

$$b = -1{,}81$$

El valor de *b* corresponde a -1,81, conociendo el valor de *b*, se determina el valor de constante *a* mediante la ecuación 15 así:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$a = 822 - (-1{,}81 * 13)$$

$$a = 844{,}99$$

Determinados los valores de *a* y *b*, se procede a reemplazar estos valores en la ecuación 5 que corresponde a la regresión lineal obteniendo la ecuación 18 que permitirá realizar el pronóstico de ventas.

$$Y = 844{,}99 - 1{,}81x \tag{18}$$

Para realizar el pronóstico del periodo 2015-2016 se emplea la ecuación 18, de esta manera se obtiene los valores de *Y* en función de *x*, a este valor de *Y* se multiplica el valor del índice estacional de cada mes para obtener el valor de la demanda pronosticada para ese mes. En la Tabla 33 se muestra el pronóstico para el periodo 2015-2016.

Tabla 33. Pronóstico Estacional. Modelos Deportivo – Empresa A

Periodo	Mes	*x*	*Y*	IE	Demanda (pares)
2016-2017	**Junio**	25	799,67	1,14	**908**
	Julio	26	797,85	0,93	**743**
	Agosto	27	796,04	1,11	**883**
	Septiembre	28	794,23	1,01	**806**
	Octubre	29	792,42	0,88	**698**
	Noviembre	30	790,60	0,90	**709**
	Diciembre	31	788,79	0,82	**649**
	Enero	32	786,98	0,80	**630**
	Febrero	33	785,16	1,01	**792**
	Marzo	34	783,35	1,16	**908**
	Abril	35	781,54	1,03	**809**
	Mayo	36	779,72	1,2	**941**

Elaborado por: Investigador

En la Fig. 23 se muestra el comportamiento de las ventas de los periodos 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017.

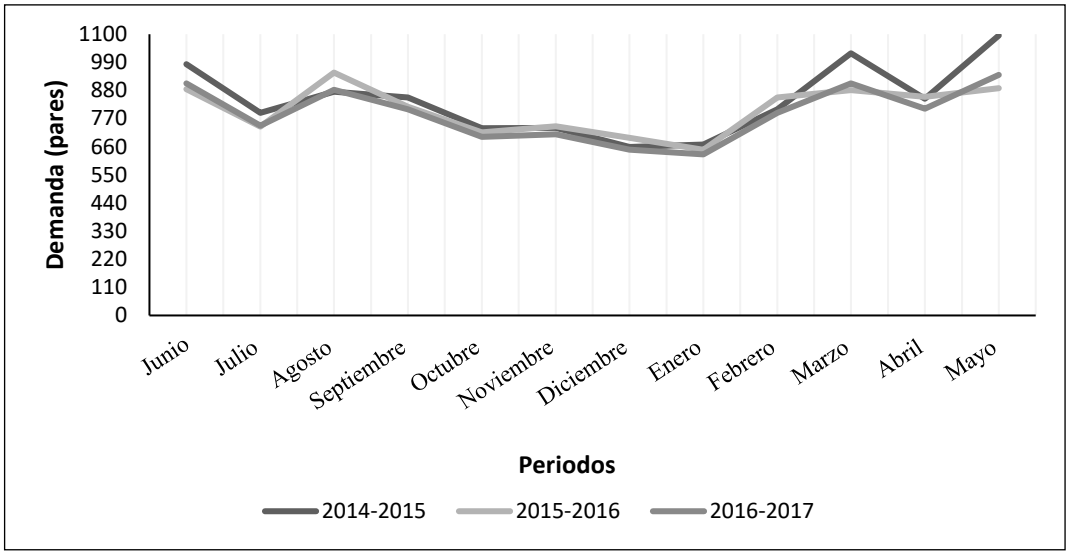


Fig. 23. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Deportivo – Empresa A

Elaborado por: Investigador

Para el resto de modelos de la Empresa A se realiza el pronóstico para el periodo de estudio, para ello se sigue el mismo método de análisis empleado en el pronóstico que se desarrolla para el modelo deportivo. En la Tabla 34 se presenta la demanda del modelo casual y el resto de modelos de la empresa A.

Tabla 34. Pronóstico Estacional Modelo Casual y Resto de Modelos - Empresa A

		Modelo Casual				**Otros Modelos**			
Periodo	**Mes**	***x***	***Y***	**IE**	**Demanda (pares)**	***x***	***Y***	**IE**	**Demanda (pares)**
2016-2017	**Junio**	25	667	1,16	776	25	5568	0,94	5244
	Julio	26	666	1,00	668	26	5564	0,94	5219
	Agosto	27	664	1,02	679	27	5560	1,31	7298
	Septiembre	28	663	0,95	630	28	5557	0,86	4760
	Octubre	29	662	1,00	663	29	5553	1,02	5676
	Noviembre	30	661	0,95	630	30	5549	0,86	4767
	Diciembre	31	660	0,95	624	31	5546	1,55	8618
	Enero	32	659	0,95	623	32	5542	0,43	2405
	Febrero	33	657	1,04	684	33	5538	1,10	6071
	Marzo	34	656	0,96	628	34	5535	0,91	5036
	Abril	35	655	0,95	624	35	5531	0,94	5201
	Mayo	36	654	1,06	695	36	5528	1,14	6275

Elaborado por: Investigador

En la Fig. 24 y 25 se muestra las variaciones del pronóstico en periodo 2016-2017 y la demanda de los años anteriores del modelo casual y del resto de modelo producidos en la Empresa A.

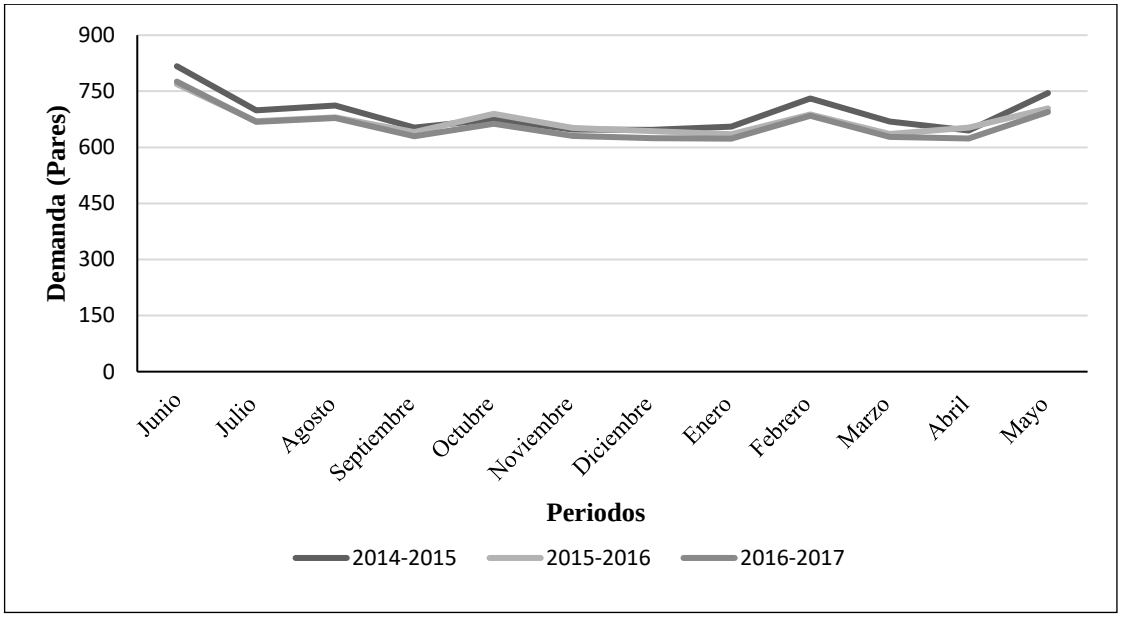


Fig. 24 Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Casual – Empresa A

Elaborado por: Investigador

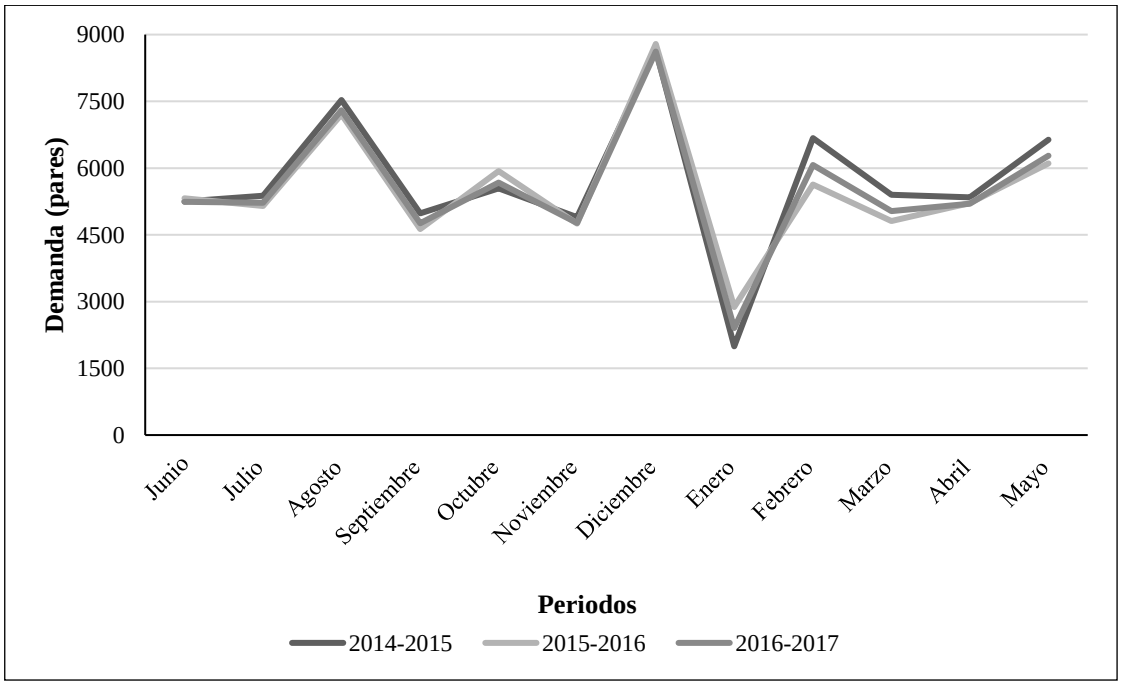


Fig. 25 Fluctuaciones de Tres Periodos. Resto de Modelos – Empresa A

Elaborado por: Investigador

Pronóstico Empresa B

Empleando el mismo análisis anterior para la empresa A se realiza el pronóstico de ventas para los modelos analizados en la empresa B, para ello los datos de las ventas se toman del histórico presentado en la Tabla 29. En la Tabla 35 se resume el pronóstico de ventas para el periodo junio 2015 -mayo 2017 de los modelos analizados y el resto de modelos de la Empresa B. En la Fig. 26, 27 y 28 se muestra las variaciones de la demanda de años anteriores y la pronosticada para cada modelo de calzado.

Tabla 35. Pronostico Estacional - Empresa B

Periodo 2016-2017		**Seguridad Industrial S10**			**Seguridad Industrial Inyección S09**			**Otros Modelos**		
Mes	***x***	***Y***	**IE**	**Demanda (pares)**	***Y***	**IE**	**Demanda (pares)**	***Y***	**IE**	**Demanda (pares)**
Junio	25	883	0,97	**859**	879	1,06	**929**	1083	4,73	**5122**
Julio	26	876	1,57	**1378**	871	1,56	**1357**	1091	8,23	**8981**
Agosto	27	868	0,77	**673**	864	0,85	**732**	1100	4,64	**5109**
Septiembre	28	861	0,80	**692**	856	0,91	**783**	1109	4,28	**4747**
Octubre	29	854	0,77	**657**	848	0,88	**746**	1117	4,05	**4522**
Noviembre	30	846	0,93	**785**	840	1,05	**881**	1126	4,54	**5111**
Diciembre	31	839	1,15	**968**	833	1,24	**1035**	1134	5,86	**6644**
Enero	32	832	0,71	**587**	825	0,76	**629**	1143	4,33	**4955**
Febrero	33	824	1,51	**1244**	817	1,67	**1364**	1152	8,17	**9408**
Marzo	34	817	1,14	**933**	810	1,26	**1017**	1160	5,54	**6430**
Abril	35	810	0,92	**747**	802	1,01	**808**	1169	4,46	**5214**
Mayo	36	802	0,74	**598**	794	0,81	**641**	1177	4,48	**5276**

Elaborado por: Investigador

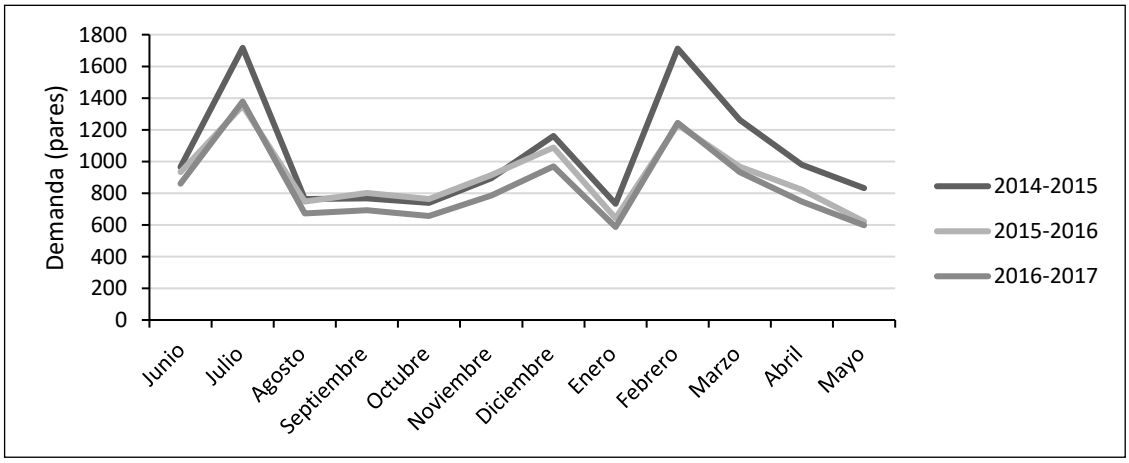


Fig. 26. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Seguridad Industrial S10 – Empresa B

Elaborado por: Investigador

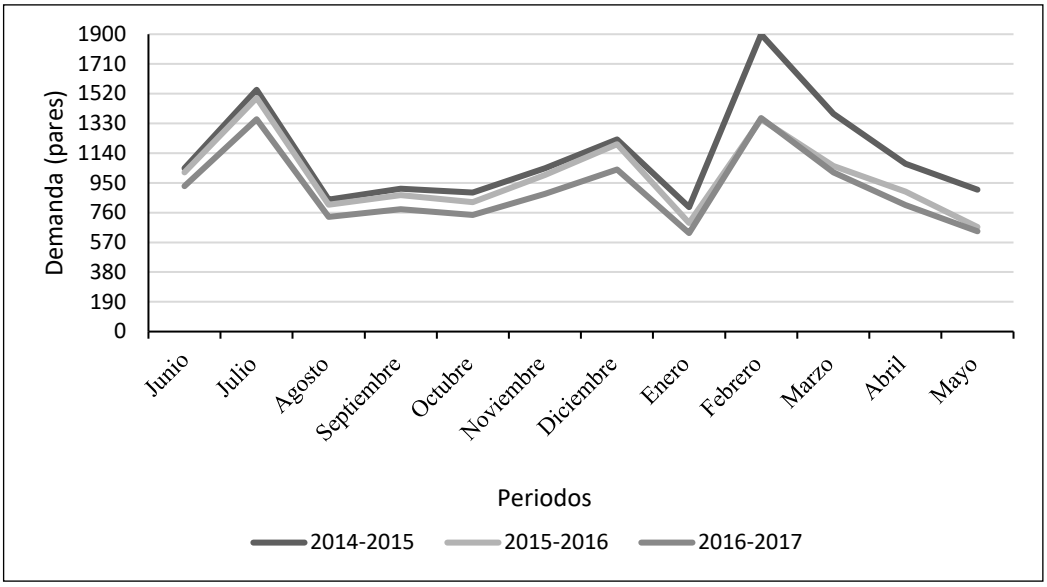


Fig. 27. Fluctuaciones de Tres Periodos. Modelo Seguridad Industrial Inyección S09 – Empresa B

Elaborado por: Investigador

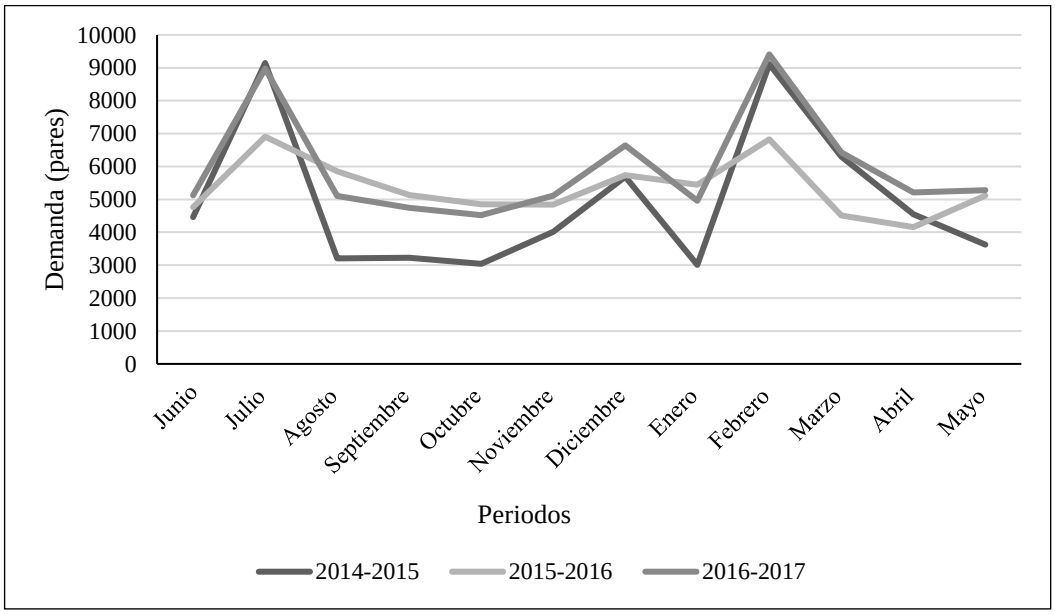


Fig. 28. Fluctuaciones de Tres Periodos. Otros Modelos – Empresa B

Elaborado por: Investigador

4.4 Planeación Agregada de Producción

La Planeación Agregada es una herramienta que permite optimizar los recursos de la empresa, administrando correctamente el recurso humano, la capacidad instalada de producción y para ello se debe lograr el equilibrio entre el uso de los recursos y la demanda cambiante del mercado, ya que el mercado del calzado está marcado por meses

en donde la demanda crece significativamente y meses en donde la demanda baja y se mantiene estable. Existen varios modelos de planeación, estos modelos buscan satisfacer la demanda pronosticada optimizando los recursos del proceso productivo; entre los modelos de planeación tenemos el de producción exacta con fuerza de trabajo variable, fuerza de trabajo constante con la utilización de inventarios, producción exacta con horas extras y el de fuerza de trabajo constante con subcontratación.

4.4.1 Parámetros de Cálculo de la Planeación Agregada

Salario Básico Unificado

El Salario Básico Unificado (SBU), es la remuneración que tiene derecho cada trabajador al desempeñar una labor en beneficio de la institución. Según el Ministerio de Trabajo el salario básico para el año 2016 fue de 366 dólares americanos; de acuerdo a la ley vigente del presente año se tiene un incrementó en salario básico, este es de 375 dólares al mes.

A estos valores se debe el aumentar los valores correspondientes a los décimos y el aporte patronal al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), en la Tabla 36 se indica el análisis.

Tabla 36. Calculo del Costos del Salario Mensual

Detalle	Año 2017	Año 2016
Salario Mensual	$375,00	$366,00
Décimo Tercer Sueldo	$31,25	$30,50
Décimo Cuarto Sueldo	$30,25	$30,50
Aportación Patronal (11,15%)	$41,81	$40,81
Salario Básico Total	**$478,31**	**$467,81**

Elaborado por: Investigador

Hora Normal de Trabajo (HN)

El presente tema de investigación se desarrolló desde el mes de junio del 2016 hasta mayo del 2017, por esta razón se determina el costo de la hora normal de trabajo mediante la ecuación 19, para ello se considera la duración de la jornada de trabajo como se estipula en el Art.47 del Codigo del Trabajo.

$$HN = \frac{Salario\ Basico\ \$}{240\ horas} \tag{19}$$

Para el 2016:

$$HN_{2016} = \frac{366{,}0 \frac{\$}{\cancel{mes}}}{240 \frac{horas}{\cancel{mes}}}$$

$$HN_{2016} = \$\,1{,}53$$

Para el 2017:

$$HN_{2017} = \frac{375{,}0 \frac{\$}{\cancel{mes}}}{240 \frac{horas}{\cancel{mes}}}$$

$$HN_{2017} = \$\,1{,}56$$

Hora Extra de Trabajo (HE)

Se entiende como las horas suplementarias que el obrero labora justificadamente al término de su jornada normal laboral, estas horas no podrán ser mayores a 4 horas en un día y 12 horas en la semana. De acuerdo al Art. 55 del Codigo de Trabajo el valor de la hora extra es igual al valor de la hora normal con respecto al SBU más el recargo correspondiente al 50% del valor de la hora normal de trabajo como se indica en la ecuación 20.

$$HE = HN + 50\%\, HN \tag{20}$$

Para el 2016:

$$HE_{2016} = \$1{,}53 + 50\%\ \$1{,}53$$

$$HE_{2016} = \$2{,}30$$

Para el 2017:

$$HE_{2017} = 1{,}56 + 50\%\ 1{,}56$$

$$HE_{2017} = \$2{,}34$$

4.4.2 Costos relacionados a los Modelos de Planeación

Para el desarrollo de cada plan se debe considerar parámetros de cálculo como la hora normal de trabajo, costos de subcontratación y hora extra.

Costo de Subcontratar

Este costo de subcontratación se considera cuando la capacidad de producción instalada no cubre la demanda pronostica para un mes determinado, en este caso se opta por contratar los servicios externos para cubrir dicha demanda, el costo promedio dado por las empresas es de 1,50 dólares.

4.4.3 Modelos de Planeación Agregada de Producción

Se consideran dos modelos de planeación agregada de acuerdo a la realidad del sector industrial en el país, el Plan 1 con mano de obra baja y constante, subcontratación y el Plan 2 con mano de obra constante, tiempo extra.

Plan 1. Mano de Obra Baja y Constante, Subcontratación

Con este plan se produce el valor mínimo de la demanda pronostica manteniendo el recurso humano constante, para este plan se toma la demanda del mes de enero por ser la más baja del año, no se considera inventarios porque con el sistema de producción Pull se trabaja bajo pedido satisfaciendo la orden de producción dada desde el proceso de montaje, por esta razón se subcontrata el servicio de corte para satisfacer la demanda, con la ecuación 4, calculamos el número de trabajadores necesarios considerando los parámetros del mes de enero por ser el de menor demanda, a modo de ejemplo se toma los valores del modelo deportivo.

Plan 2. Mano de Obra Constante, Tiempo Extra

Para este plan se considera producir la demanda dada mes a mes considerando el uso de horas extras en los meses de mayor cantidad de producción, este plan cuenta con el beneficio de mantener la fuerza laboral constante, el número de trabajadores corresponde a la cantidad base de operarios con el que cuenta cada empresa. Para realizar el cálculo de este mes se considera los costos de la hora normal de trabajo y el costo de la hora extra. acuerdo al código de trabajo se considera que las horas extras no podrán exceder de cuatro en un día, ni de doce en la semana. En la Tabla 37, 38, 39 y 40 se muestra el desarrollo de los modelos de planeación para cada empresa.

Tabla 37. Plan 1. Mano de Obra Baja y Constante, Subcontratación - Empresa A

Costos	2016	2017	Parámetros	
Hora Normal de Trabajo	1,53	1,56	Número de trabajadores	2
Subcontratación	1,5	1,5	Número de horas por jornada	8
			Tiempo Estándar (horas/par)	0,09

Año	2016							2017				
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Requerimiento de Producción (pares)	6928	6630	8860	6195	7037	6107	9891	3658	7547	6573	6634	7911
Días Hábiles por mes	22	21	22	22	21	19	22	22	18	23	19	21
Horas de Producción Disponible (días hábiles x 8 horas x número de trabajadores)	352	336	352	352	336	304	352	352	288	368	304	336
Producción Real (horas de producción/tiempo estándar)	3911	3733	3911	3911	3733	3378	3911	3911	3200	4089	3378	3733
Pares Subcontratados (Requerimiento de producción - producción real)	3017	2897	4949	2284	3303	2729	5980	0	4347	2484	3256	4178
Costo de Subcontratación	$ 4.525,4	$ 4.345,1	$ 7.423,2	$ 3.426,5	$ 4.955,2	$ 4.093,4	$ 8.970,6	$ -	$ 6.520,9	$ 3.725,7	$ 4.884,2	$ 6.266,8
Costo de Tiempo Normal (horas de producción disponible x costo de la hora normal)	$ 538,5	$ 514,1	$ 538,6	$ 538,6	$ 514,1	$ 465,1	$ 538,6	$ 549,1	$ 449,3	$ 574,1	$ 474,2	$ 524,2

Elaborado por: Investigador

Tabla 38. Plan 2. Mano de Obra Constante, Tiempo Extra – Empresa A

Costos	**2016**	**2017**	Tiempo Estándar (horas)	0,09
Hora Normal de Trabajo	1,53	1,56	Número de trabajadores	5
Hora Extra de Trabajo	2,30	2,34	Número de horas por jornada	8

	2016							**2017**				
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días Hábiles por mes	22	21	22	22	21	19	22	22	18	23	19	21
Horas de producción disponibles (días hábiles × 8 h/día × número de trabajadores)	704	672	704	704	672	608	704	704	576	736	608	672
Producción de turno normal (horas de producción disponibles /tiempo estándar)	7822	7467	7822	7822	7467	6756	7822	7822	6400	8178	6756	7467
Pronostico de la Demanda	6928	6630	8860	6195	7037	6107	9891	3658	7547	6573	6634	7911
Pares disponibles antes del tiempo extra (producción de turno normal-pronóstico de la demanda)	894	837	-1038	1627	430	649	-2069	4164	-1147	1605	122	-445
Pares a producir en tiempo Extra	0	0	1038	0	0	0	2069	0	1147	0	0	445
Costo de tiempo Extra (pares a producir en tiempo extra x tiempo estándar x costo hora extra)	$ -	$ -	$ 214,8	$ -	$ -	$ -	$ 428,3	$ -	$ 241,6	$ -	$ -	$ 93,7
Costo de tiempo Normal (horas de producción disponible x costo de la hora normal)	$ 1.077,1	$ 1.028,1	$ 1.077,1	$ 1.077,1	$ 1.028,1	$ 930,2	$ 1.077,1	$ 1.647,3	$ 1.347,8	$ 1.722,2	$ 1.422,7	$ 1.572,4

Elaborado por: Investigador

Tabla 39. Plan 1. Mano de Obra Baja y Constante, Subcontratación - Empresa B

Costos	**2016**	**2017**	Tiempo Estándar (horas/par)	0,05
Hora Normal de Trabajo	1,53	1,56	Número de Trabajadores	2
Subcontratación	1,5	1,5	Número de horas por jornada	8

	2016							**2017**				
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Requerimiento de Producción (pares)	6910	11716	6514	6222	5924	6777	8647	6171	12017	8380	6770	6514
Días Hábiles por mes	22	21	22	22	21	19	22	22	18	23	19	21
Horas de Producción Disponible (días hábiles x 8 horas x número de trabajadores)	352	336	352	352	336	304	352	352	288	368	304	336
Producción Real (horas de producción/Tiempo estándar)	7040	6720	7040	7040	6720	6080	7040	7040	5760	7360	6080	6720
Pares Subcontratados (requerimiento de producción - producción real)	0	4996	0	0	0	697	1607	0	6257	1020	690	0
Costo de Subcontratación	$ -	$ 7.494,7	$ -	$ -	$ -	$ 1.045,7	$ 2.411,0	$ -	$ 9.384,8	$ 1.530,5	$ 1.034,5	$ -
Costo de Tiempo Normal (horas de producción disponible x costo de la hora normal)	$ 538,6	$ 514,1	$ 538,6	$ 538,6	$ 514,1	$ 465,1	$ 538,6	$ 549,1	$ 449,3	$ 574,1	$ 474,2	$ 524,2

Elaborado por: Investigador

Tabla 40. Plan 2. Mano de Obra Constante, Tiempo Extra – Empresa B

Costos	**2016**	**2017**	Tiempo Estándar (horas)	0,05
Hora Normal de Trabajo	1,53	1,56	Número de trabajadores	4
Hora Extra de Trabajo	2,30	2,34	Número de horas por jornada	8

	2016							**2017**				
Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem.	Diciem	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días Hábiles por mes	22	21	22	22	21	19	22	22	18	23	19	21
Horas de producción disponibles (días hábiles × 8 h/día × número de trabajadores	704	672	704	704	672	608	704	704	576	736	608	672
Producción de turno normal (horas de producción disponibles /tiempo estándar)	14080	13440	14080	14080	13440	12160	14080	14080	11520	14720	12160	13440
Pronostico de la Demanda (pares)	6910	11716	6514	6222	5924	6777	8647	6171	12017	8380	6770	6514
Pares disponibles antes del tiempo extra (inventario inicial + producción de turno normal-pronóstico de la demanda)	7170	1724	7566	7858	7516	5383	5433	7909	-497	6340	5390	6926
Pares a producir en tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	497	0	0	0
Costo de tiempo Extra (pares a producir en tiempo Extra x tiempo estándar x costo hora Extra)	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 58,0910	$ -	$ -	$ -
Costo de tiempo Normal (horas de Producción Disponible x Costo de la hora Normal)	$ 1.077,1	$ 1.028,2	$ 1.077,1	$ 1.077,1	$ 1.028,2	$ 930,2	$ 1.077,1	$ 1.647,4	$ 1.347,8	$ 1.722,2	$ 1.422,7	$ 1.572,5

Elaborado por: Investigador

4.4.4 Análisis de Costos de los Modelos de Planeación

El análisis de costos permite seleccionar el plan de menor costo para las empresas analizadas, en la Tabla 41 y 42 se comparan los planes propuestos.

Tabla 41. Análisis de Costos - Empresa A

Costo	**Plan 1**	**Plan 2**
Costo Hora Normal	$ 6.218,40	$ 15.007,68
Costo Hora Extra	-	$ 978,48
Costo Subcontratación	$ 59.136,98	-
Total	$ 65.355,38	$ 15.986,16

Elaborado por: Investigador

Tabla 42. Análisis de Costos - Empresa B

Costo	**Plan 1**	**Plan 2**
Costo Hora Normal	$ 6.218,40	$ 15.007,68
Costo Hora Extra	-	$ 58,09
Costo Subcontratación	$ 22.901,07	-
Total	$ 29.119,1	$ 15.065,77

Elaborado por: Investigador

El plan 2 que hace referencia al uso de horas extras de producción es el más económico para las Empresas A y B, este modelo de planeación agregada presenta la ventaja de mantener el recurso humano constante produciendo cantidades exactas de productos, además permite administrar el recurso humano eficientemente. Se considera a este plan como el de mejor utilidad para el modelo de planeación y programación propuesto.

4.5 Sincronización del Proceso Productivo.

Para realizar el modelo de programación de la producción es necesario la interacción de los procesos productivos en la manufactura de calzado de cuero. El sistema de producción Pull utilizado en el modelo de planeación y programación propuesto, permite la sincronización de los tres procesos, este tipo de sistema de producción se desarrolla bajo pedido, es decir, se manufactura de acuerdo a la orden de producción, la demanda requerida se entrega al proceso de aparado para que este proceso de empiece. La programación de la producción del modelo propuesto está basada en el análisis del corte de cuero ya que esta actividad es la marca el ritmo de producción al tener tiempos más largos de proceso a diferencia del corte de complementos.

4.5.1 Sistema de Producción Pull

Es una herramienta Lean Manufacturing, que permite optimizar el proceso productivo. El sistema de producción Pull emplea la estrategia de fabricación por pedido, ya que esta estrategia satisface las prioridades de los procesos anteriores, además este tipo de servicio permite sincronizar los procesos para que estos fluyan a lo largo del mismo. Este tipo de sistema de manufactura, hace que el proceso de montaje jale del proceso de aparado los cortes unidos mediante costura, consecuentemente el proceso de aparado jala los cortes de cuero y complementos realizados en el proceso de troquelado, generando así la dependencia entre procesos, haciendo que la finalización de uno proceso sea el inicio del otro produciendo las cantidades requeridas en cada área. Para ello es necesario generar ordenes de producción donde se indique la demanda pronosticada para cada mes.

4.5.2 Modelo de Planificación y Programación de la Producción.

Se propone un modelo de planificación y programación de la producción en la industria de calzado, que permita integrar los resultados obtenidos del análisis los procesos de troquelado, aparado y montaje, para ello se considera emplear herramientas Lean Manufacturing, como el sistema de producción Pull que permita sincronizar estos procesos productivos. De esta manera se podrán integrar los resultados del modelo propuesto al proyecto integrador coordinado por el Ingeniero John Reyes Vásquez [8]. Este modelo propuesto considera el desarrollo de los siguientes pasos:

i. Implementar la Teoría de Restricciones (TOC)

Se considera implementar 3 de los 5 pasos planteados en el TOC. Primero se identifican las restricciones que limitan la productividad del proceso, también se identifica el cuello de botella de cada proceso en base a la capacidad mínima de cada modelo, consecuentemente a esto se explota las restricciones identificadas y se las subordina como paso final.

ii. Emplear la Curva de Demanda por Modelo

Tomando los históricos de ventas de años anteriores se crea la curva de la demanda para cada modelo de calzado considerando las tallas de cada modelo. A partir del análisis de la curva se obtiene para cada proceso productivo el requerimiento de producción semanal de cada modelo de calzado, este análisis

es propio del proceso de montaje, yaqué dicho proceso es el que jala la producción de los demás procesos productivos, esto de acuerdo al sistema de producción Pull implementado que permite sincronizar los tres procesos productivos.

iii. Desarrollar el Cálculo de la Capacidad Ponderada considerando el mix de Modelos

Al analizar 4 modelos de calzado se debe determinar la cantidad de producción promedio para repartir esta demanda uniformemente en cada turno de trabajo optimizando el tiempo de producción, para ello se debe considerar las restricciones identificadas y la capacidad mínima de producción.

iv. Secuenciación de Órdenes de Producción

De acuerdo a la demanda dada desde el proceso de montaje, la secuenciación de los procesos se realiza empleando órdenes de producción para determinar la cantidad de horas de manufactura de cada proceso y así sincronizar la producción manteniendo continuo el flujo de materiales entre procesos, para ello se requiere la emplear la metodología Pull.

Para el análisis del proceso de troquelado no se consideran todos los pasos expuestos anteriormente, debido a las características y naturaleza del proceso. La utilización de las curvas de demanda no se considera, este análisis es exclusivo del proceso de montaje, de aquí se generan las ordenes de producción para los demás procesos productivos; además no se realiza el cálculo de la capacidad pondera como se realiza en los procesos de aparada y montaje, porque en el proceso de troquelado ya que cada empresa produce los modelos de calzado de forma independiente, en este proceso las operaciones de corte se ejecutan paralelamente.

Considerando el modelo propuesto para el proceso productivo de calzado, se plantea un modelo propio para el proceso de troquelado en el cual se realizan 2 paso del modelo general productivo.

i. Implementar la Teoría de Restricciones (TOC)

De igual manera que en el modelo propuesto para todo el sistema de producción, para el proceso de troquelado se desarrollarán 3 de los 5 pasos expuestos en la

metodología TOC**,** el cuello de botella se determinará en base al cálculo de la capacidad mínima de cada modelo de calzado. Se empleará además la herramienta lógica TAC (tambor, cuerda y amortiguador) de la teoría de restricciones para determinar cada uno de estos componentes.

ii. Secuenciación de Órdenes de Producción

Implementado el sistema de producción Pull, se logra la correcta secuenciación de los procesos por medio de órdenes de producción, estas vienen dadas desde el proceso de montaje y son extendidas para los procesos de troquelado y aparado.

4.5.3 Orden de Producción

El sistema de producción Pull hace que los procesos productivos estén sincronizados entre sí para ello se emplea ordenes de producción. La orden de producción es una plantilla en la cual se determina el número de pares a cortar especificando las tallas de cada modelo, esta viene dada desde el proceso de montaje y a partir de ella se planifica la ejecución de las actividades que corresponden al proceso, tomando en cuenta los recursos necesarios para llevar a cabo las operaciones de corte. La orden de producción se ajusta en todo momento a la demanda, nada se producirá hasta que realmente se requiera. Para el modelo propuesto, se establece que la orden de producción llegue cada inicio de semana. En la Tabla 43 se muestra la orden de producción del mes de junio 2016 semana 1.

Tabla 43. Orden de Producción del Mes de junio 2016 Semana 1

MES	**JUNIO**												
SEMANA	**1**												
CODIGO	**MODELO**	**TALLAS**											**TOTAL**
		34	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	
Empresa A													
00CA873	Casual	0	0	0	9	14	21	32	19	10	1	0	**106**
00SK568	Deportivo Mujer	8	25	48	32	29	13	12	9	0	0	0	**176**
Empresa B													
S10	Seguridad Industrial	0	0	12	17	22	28	44	37	12	4	0	**176**
S09	Seguridad Inyección	0	0	9	15	17	24	36	21	15	4	0	**141**

Elaborado por: Investigador

En la Fig. 29, 30 y 31 se muestra las ordenes de producción del mes de junio, julio y agosto del 2016.

MES	JUNIO											
SEMANA	1											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	0	2	7	8	7	5	2	1	0	106
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	11	25	23	14	3	2	0	0	0	0	124
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	0	1	20	24	24	11	5	4	0	117
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	0	1	37	40	23	11	5	4	0	127

MES	JUNIO											
SEMANA	2											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	0	4	11	14	12	8	4	2	0	176
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	19	42	38	23	5	3	0	0	0	0	206
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	1	1	34	40	41	19	8	7	0	195
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	2	62	66	37	18	8	6	0	211

MES	JUNIO											
SEMANA	3											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	0	4	11	14	12	8	4	2	0	176
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	19	42	38	23	5	3	0	0	0	0	206
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	1	1	34	40	41	19	8	7	0	195
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	2	62	66	37	18	8	6	0	211

MES	JUNIO											
SEMANA	4											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	0	4	11	14	12	8	4	2	0	176
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	19	42	38	23	5	3	0	0	0	0	206
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	1	1	34	40	41	19	8	7	0	195
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	2	62	66	37	18	8	6	0	211

MES	JUNIO											
SEMANA	5											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	0	3	9	11	9	6	3	2	0	141
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	15	34	31	18	4	2	0	0	0	0	165
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	1	1	27	32	33	15	7	5	0	156
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	0	1	49	53	30	14	6	5	0	159

Fig. 29. Ordenes de Producción para el Mes de Junio

Elaborado por: Investigador

MES	JULIO											
SEMANA	1											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	32
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	3	6	6	3	1	0	0	0	0	35
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	0	0	3	8	13	16	10	7	1	0	66
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	0	3	8	17	18	11	7	2	0	65

MES	JULIO											
SEMANA	2											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	3	3	5	7	7	4	2	1	0	159
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	14	29	29	17	5	2	0	0	0	0	177
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	1	1	15	39	64	78	49	36	6	0	328
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	15	42	83	90	57	36	10	0	323

MES	JULIO											
SEMANA	3											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	3	3	5	7	7	4	2	1	0	159
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	14	29	29	17	5	2	0	0	0	0	177
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	1	1	15	39	64	78	49	36	6	0	328
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	15	42	83	90	57	36	10	0	323

MES	JULIO											
SEMANA	4											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	3	3	5	7	7	4	2	1	0	159
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	14	29	29	17	5	2	0	0	0	0	177
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	1	1	15	39	64	78	49	36	6	0	328
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	15	42	83	90	57	36	10	0	324

MES	JULIO											
SEMANA	5											
CODIGO	MODELO	TALLAS										TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
EMPRESA A												
00CA873	CASUAL	0	0	3	3	5	7	7	4	2	1	0	159
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	14	29	29	17	5	2	0	0	0	0	177
EMPRESA B												
S10	SEGURIDAD	0	1	1	15	39	64	78	49	36	6	0	328
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	1	15	42	83	90	57	36	10	0	323

Fig. 30. Ordenes de Producción para el Mes de Julio

Elaborado por: Investigador

MES	AGOSTO												
SEMANA	1												
CODIGO	MODELO	TALLAS											TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
EMPRESA A													
00CA873	CASUAL	0	0	4	2	4	5	4	3	2	0	0	154
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	17	24	29	17	8	3	0	0	0	0	201
EMPRESA B													
S10	SEGURIDAD	0	1	3	5	17	18	24	6	6	5	0	153
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	5	7	26	29	44	10	10	10	0	166

MES	AGOSTO												
SEMANA	2												
CODIGO	MODELO	TALLAS											TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
EMPRESA A													
00CA873	CASUAL	0	0	3	2	3	4	4	2	2	0	0	123
00SK568	DEPORTIVO MUJER	0	13	20	23	14	6	3	0	0	0	0	161
EMPRESA B													
S10	SEGURIDAD	0	1	3	4	14	14	19	5	5	4	0	122
S09	SEGURIDAD INYECCION	0	0	4	6	20	23	35	8	8	8	0	133

MES	AGOSTO												
SEMANA	3												
CODIGO	MODELO	TALLAS											TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
EMPRESA A													
00CA873	CASUAL			4	2	4	5	4	3	2	0		154
00SK568	DEPORTIVO MUJER		17	24	29	17	8	3					201
EMPRESA B													
S10	SEGURIDAD		1	3	5	17	18	24	6	6	5		153
S09	SEGURIDAD INYECCION			5	7	26	29	44	10	10	10		166

MES	AGOSTO												
SEMANA	4												
CODIGO	MODELO	TALLAS											TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
EMPRESA A													
00CA873	CASUAL			4	2	4	5	4	3	2	0		154
00SK568	DEPORTIVO MUJER		17	24	29	17	8	3					201
EMPRESA B													
S10	SEGURIDAD		1	3	5	17	18	24	6	6	5		153
S09	SEGURIDAD INYECCION			5	7	26	29	44	10	10	10		166

MES	AGOSTO												
SEMANA	5												
CODIGO	MODELO	TALLAS											TOTAL A PRODUCIR
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
EMPRESA A													
00CA873	CASUAL			2	1	2	3	3	2	1	0		93
00SK568	DEPORTIVO MUJER		10	15	18	11	5	2					120
EMPRESA B													
S10	SEGURIDAD		1	2	3	10	11	14	3	4	3		92
S09	SEGURIDAD INYECCION			3	4	15	17	26	6	6	6		100

Fig. 31. Ordenes de Producción para el Mes de Agosto

Elaborado por: Investigador

4.5.4 Análisis del Recurso Humano

La distribución del recurso humano es un limitante del modelo propuesto, las empresas analizadas cuentan con el personal necesario para la manufactura de calzado, pero no hacen ningún tipo de análisis para distribuirlo correctamente. Para la correcta asignación del recurso humano se debe considerar dos aspectos fundamentales:

a) Estimar el número de personas que serán desinadas a cada célula de manufactura.
b) Determinar la cantidad necesaria de células de manufactura para satisfacer la demanda dada desde el proceso de montaje.

Cálculo del Número de Personas para las Células de Manufactura

Para determinar el número de personas por cada célula de manufactura se debe analizar las actividades de corte de cuero y corte de complementos. Para calcular el número de personas que conformaran la célula de manufactura, se relaciona la capacidad diaria de producción de cada actividad de corte en cada modelo de calzado, con la capacidad mínima de producción de cada modelo de calzado. El número de personas se obtendrá

sumando el resultado obtenido en cada modelo de calzado. De la relación planteada anteriormente se obtiene la ecuación 21, mediante la cual se determina el cálculo de la siguiente forma:

$$N° \ de \ Personas = \frac{Capacidad \ Mínima \ de \ Producción}{Capacidad \ de \ Producción \ \ del \ Proceso} \quad (21)$$

Empresa A

Tomando de ejemplo al modelo Casual se determina el número de personas necesarias por célula de manufactura, considerando que la capacidad mínima de producción para el modelo de casual corresponde al proceso de corte de cuero con una cantidad de 89 pares por día de trabajo.

Proceso de Corte de Complementos:

$$N° \ de \ Personas = \frac{89{,}05 \ (\frac{pares}{dia})}{177{,}78 \ (\frac{pares}{dia})} = \ 0{,}5$$

Proceso de Corte de Cuero:

$$N° \ de \ Personas = \frac{89{,}05 \ (\frac{pares}{dia})}{89{,}05 \ (\frac{pares}{dia})} = \ 1$$

Para tener el número de personas por célula de manufactura se suma los valores de cada proceso de corte, el número de personas necesarias por célula de manufactura para el calzado casual es 1,5 personas. En la Tabla 44, y 45, se indica el cálculo para el número de personas necesarias por célula.

Tabla 44. Personas por célula de manufactura. Modelo Casual – Empresa A

MODELO CASUAL (CS.H.CA873)			
Procesos	**CP Diario (pares)**	**Capacidad Utilizada**	**N° de Personas por Célula**
Corte de Cuero	89,05	100%	1,00
Corte de Suplementos	177,78	50%	0,50
Capacidad Mínima 89,05 (pares)			1,50
Número de Personas por Célula			**2,00**

Elaborado por: Investigador

Tabla 45. Personas por célula de manufactura. Modelo Deportivo – Empresa A

MODELO DEPORTIVO (DE.M.SK568)			
Procesos	**CP Diario (pares)**	**Capacidad Utilizada**	**N° de Personas por Célula**
Corte de Cuero	193,55	100%	1,00
Corte de Suplementos	241,21	80%	0,80
Capacidad Mínima 193,55 (pares)			1,80
Número recomendado de personas por célula			**2,00**

Elaborado por: Investigador

Para los modelos de calzado casual y deportivo se tiene un aproximado de 2 personas necesarias por célula de manufactura, de esta manera se puede distribuir el trabajo de corte y complementos para cada uno de las personas por separado, es decir que el proceso de corte de cuero y el proceso de corte de complementos serán ejecutados paralelamente, una persona cortara piezas de cuero mientras que la otra cortara los complementos del mismo modelo de calzado

Empresa B

En la Tabla 46 y 47 se indica el análisis empleado para determinar el número de personas necesarios por célula de manufactura en los modelos de calzado seguridad industrial S10 y seguridad industrial inyección S09 de la Empresa B

Tabla 46. Personas por célula de manufactura. Modelo Seguridad Industrial – Empresa B

MODELO SEGURIDAD INDUSTRIAL (S10)			
Procesos	**Cp Diario (pares)**	**Capacidad Utilizada**	**N° de Personas por Célula**
Corte de Cuero	169,01	100%	1,00
Corte de Suplementos	300,00	56%	0,56
Capacidad Mínima 169,01 (pares)			1,56
Número recomendado de personas por célula			**2,00**

Elaborado por: Investigador

Tabla 47. Personas por célula de manufactura. Modelo de Seguridad Inyección – Empresa B

MODELO SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN (S09)			
Procesos	**CP Diario (Pares)**	**Capacidad Utilizada**	**N° de Personas por Célula**
Corte de Cuero	169,01	100%	1,00
Corte de Suplementos	300,00	56%	0,56
Capacidad Mínima 169,01 (pares)			1,56
Número recomendado de personas por célula			**2,00**

Elaborado por: Investigador

El requerimiento de personas en cada célula de trabajo para ambos modelos de calzado de la Empresa B es de 2 personas.

Calculo del Número de Células de Manufactura

El análisis de las células de manufactura se enfoca en determinar el número de células necesario del total de células disponible por cada empresa, con el fin de priorizar la producción de la demanda dada de cada mes de los modelos más comercializados en cada empresa, el resto de células será utilizado para cumplir con la demanda del resto de modelos de las empresas. Cada Empresa analizada cuenta con un número determinado de células de manufactura en la Tabla 48 se indica las células disponibles en el área de troquelado de cada empresa.

Tabla 48. Células de Manufactura de las Empresas A y B

Empresa	Modelo	Células de Manufactura Fijas
A	Casual (CS.H.CA873)	6
	Deportivo (DE.M.SK568)	
B	Seguridad Industrial (S10)	7
	Seguridad Industrial Inyección (S09)	

Elaborado por: Investigador

Empresa A

Para determinar el número necesario de células se plantea una relación entre la demanda mensual de los modelos de estudio con la demanda mensual de todos los modelos

fabricados por la empresa considerando el número de células fijas disponible por la empresa. En la Tabla 49 se muestra la demanda mensual de los modelos de la empresa A.

Tabla 49. Demanda Mensual de los Modelos de la Empresa A

Año	**Mes**	**Modelo Deportivo CS.H.CA873** (pares)	**Modelo Casual DE.M.SK568** (pares)	**Otros Modelos** (pares)	**Demanda Modelos de Estudio** (pares)	**Demanda Total** (pares)
2016	Junio	908	776	5244	**1684**	**6928**
	Julio	743	668	5219	**1411**	**6630**
	Agosto	883	679	7298	**1562**	**8860**
	Septiembre	806	630	4760	**1436**	**6195**
	Octubre	698	663	5676	**1361**	**7037**
	Noviembre	709	630	4767	**1339**	**6107**
	Diciembre	649	624	8618	**1273**	**9891**
2017	Enero	630	623	2405	**1253**	**3658**
	Febrero	792	684	6071	**1476**	**7547**
	Marzo	908	628	5036	**1536**	**6573**
	Abril	809	624	5201	**1433**	**6634**
	Mayo	941	695	6275	**1636**	**7911**

Elaborado por: Investigador

Con los valores del mes de junio se plantea la relación para determinar el número de células considerando 6 células de manufactura disponibles en la Empresa A

Relación:

$$Si\ \ 6928\ \frac{Pares}{Mes}\ \ \rightarrow\ \ 6\ celulas\ de\ manufactura$$

$$1684\ \frac{Pares}{Mes}\ \rightarrow\ x\ celulas\ de\ manufactura$$

De la relación planteada se obtiene la ecuación 22.

$$N°\ Celulas = \frac{Demanda\ mensual\ modelos\ de\ Estudio * N°\ Celulas\ Fijas}{Demanda\ Total\ Mensual} \quad (22)$$

El cálculo para determinar el número de células de manufactura es el siguiente:

$$N° \, Celulas = \frac{1684 \text{ ~~pares~~} * 6 \text{ celulas}}{6928 \text{ ~~pares~~}}$$

$$N° \, Celulas = \ 1{,}46 \sim 2 \text{ Células de Manufactura}$$

En las Tabla 50 se determina el número de células para cada mes.

Tabla 50. Número de Células de Manufactura Calculadas – Empresa A

Año	Mes	Demanda Modelos de Estudio (pares)	Demanda Total (pares)	Número de Células Fijas	Número de Células Recomendado	
2016	Junio	1684	6928	6	1,46	2,00
	Julio	1411	6630	6	1,28	2,00
	Agosto	1562	8860	6	1,06	2,00
	Septiembre	1436	6195	6	1,39	2,00
	Octubre	1361	7037	6	1,16	2,00
	Noviembre	1339	6107	6	1,32	2,00
	Diciembre	1273	9891	6	0,77	1,00
2017	Enero	1253	3658	6	2,06	3,00
	Febrero	1476	7547	6	1,17	2,00
	Marzo	1536	6573	6	1,40	2,00
	Abril	1433	6634	6	1,30	2,00
	Mayo	1636	7911	6	1,24	2,00

Elaborado por: Investigador

Empresa B

Para determinar el número de células de la empresa B se sigue el mismo análisis realizado para la Empresa A, en la Tabla 51 se muestra los valores correspondientes a la demanda de los modelos producidos por la empresa B

Tabla 51. Demanda Mensual de los Modelos de la Empresa B

Año	Mes	Seguridad Industrial S10 (pares)	Seguridad Industrial Inyección S09 (pares)	Otros Modelos (pares)	Demanda Modelos de Estudio (pares)	Demanda Total (pares)
2016	Junio	859	929	5122	1789	6910
	Julio	1378	1357	8981	2735	11716
	Agosto	673	732	5109	1405	6514
	Septiembre	692	783	4747	1475	6222
	Octubre	657	746	4522	1403	5924
	Noviembre	785	881	5111	1666	6777
	Diciembre	968	1035	6644	2003	8647

Tabla 51. (Continuación 1)

2017	**Enero**	**587**	**629**	**4955**	**1216**	**6171**
	Febrero	1244	1364	9408	2608	12017
	Marzo	933	1017	6430	1950	8380
	Abril	747	808	5214	1555	6770
	Mayo	598	641	5276	1238	6514

Elaborado por: Investigador

En las Tabla 52 se determina el número de células para cada mes.

Tabla 52 Número de Células de Manufactura Calculadas – Empresa B

Año	**Mes**	**Demanda Modelos de Estudio** (pares)	**Demanda Total** (pares)	**Número de Células Fijas**	**Número de Células Recomendado**	
2016	Junio	1789	6910	7	1,81	2,00
	Julio	2735	11716	7	1,63	2,00
	Agosto	1405	6514	7	1,51	2,00
	Septiembre	1475	6222	7	1,66	2,00
	Octubre	1403	5924	7	1,66	2,00
	Noviembre	1666	6777	7	1,72	2,00
	Diciembre	2003	8647	7	1,62	2,00
2017	Enero	1216	6171	7	1,38	2,00
	Febrero	2608	12017	7	1,52	2,00
	Marzo	1950	8380	7	1,63	2,00
	Abril	1555	6770	7	1,61	2,00
	Mayo	1238	6514	7	1,33	2,00

Elaborado por: Investigador

4.6 Experimentación del Modelo de Programación de la Producción Propuesto

El programa de producción para el proceso de troquelado que se construye mediante el software Excel permite calcular de manera automática parámetros de producción como la capacidad de producción semanal, número de turnos y horas de producción en base a la variación de la demanda pronostica anteriormente. Con el fin de explicar el programa se analizan los meses de junio, julio y agosto del 2016.

4.6.1 Capacidad Diaria

Se toma los valores correspondientes a las capacidades de cada modelo de calzado y se la multiplica por el número de células de manufactura determinado en el análisis del

recurso humano que se realiza para cada empresa, de esta manera se distribuye la cantidad de pares de calzado requeridos entre las células de manufactura haciendo más rápido el flujo del proceso. El número de las células de manufactura varían de acuerdo al mes debido a la variación de la demanda.

En la Tabla 53 se indica la capacidad diaria de producción del mes de junio de 2016.

Tabla 53. Capacidad Diaria de Producción de la semana 1 del mes de junio 2016

Empresa	**Modelo**	**CP** (pares)	**Número de Células**	**Capacidad Diaria** (pares/día)
A	Casual (CS.H.CA873)	89,1	2	178,1
	Deportivo (DE.M.SK568)	193,6		387,1
B	Seguridad Industrial (S10)	169,1	2	338,2
	Seguridad Industrial Inyección (S09)	169,1		338,2

Elaborado por: Investigador

4.6.2 Capacidad Semanal

Se obtiene multiplicando la capacidad diaria de producción por el número de días laborables en la semana, de esta manera se conoce la capacidad máxima de producción por semana. En la Tabla 54 se realiza el análisis del mes de junio2016, considerando la semana 1 con 3 días laborables. En el Anexo 8 se muestra el calendario en donde se considera los días que no se trabajan al ser días feriados o puentes vacacionales.

Tabla 54. Capacidad Semanal de Producción. Semana 1 del mes de junio 2016

Empresa	**Modelo**	**Capacidad Diaria** (pares/día)	**Capacidad Semanal** (pares/semana)
A	Casual (CS.H.CA873)	178,1	534,3
	Deportivo (DE.M.SK568)	387,1	1161,3
B	Seguridad Industrial (S10)	338,2	1014,6
	Seguridad Industrial Inyección (S09)	338,2	1014,6

Elaborado por: Investigador

4.6.3 Tiempo de Producción

Corresponden al número de turnos necesarios para cumplir con el requerimiento de producción, de acuerdo a la realidad de las pequeñas y medianas empresas se considera un turno diario de trabajo de ocho horas al día. Para calcular el número de turnos se emplea una relación matemática entre la capacidad semanal con la demanda establecida por el número de días de donde se obtiene la ecuación 23 que permite determinar los turnos necesarios para cumplir con la demanda.

$$Tiempo\ de\ Producción = \frac{Demanda\ Semanal}{Capacidad\ Semanal} \times Dias\ de\ la\ Semana \qquad (23)$$

Como ejemplo para determinar los turnos se toma los parámetros de producción de la primera semana del mes de junio del modelo de casual

$$Tiempo\ de\ Produccion = \frac{\text{Demanda Semanal}_{Junio\ Semana\ 1}}{\text{Capacidad Semanal}_{Junio\ Semana\ 1}} \times 3\ dias$$

$$Tiempo\ de\ Producción_{Junio\ Semana\ 1} = \frac{106\ \frac{\cancel{pares}}{\cancel{semana}}}{534\ \frac{\cancel{pares}}{\cancel{semana}}} \times 3\ dias$$

$$Tiempo\ de\ Producción_{Junio\ Semana\ 1} = 0{,}60 \text{ días}$$

En la Tabla 55 se calcula el tiempo de producción para los modelos de estudio.

Tabla 55. Calculo del Tiempo de Producción para la Semana 1 del mes de junio 2016

JUNIO SEMANA 1				
Días laborables	**3**			
Empresa	**A**		**B**	
Modelo	**Casual**	**Deportivo**	**Seguridad Industrial**	**Seguridad Industrial Inyección**
Código	CS.H.CA873	DE.M.SK568	S10	S09
Número de células	2		2	
Capacidad diaria (pares)	178	387	338	338
Capacidad semanal (pares)	534	1161	1014	1014
Demanda (pares)	106	124	117	127
Tiempo de Producción (días/semana)	0,60	0,32	0,35	0,38

Elaborado por: Investigador

4.6.4 Horas de Producción

Para calcular las horas de producción requeridas para cumplir con la demandad dada se emplea la ecuación 24, la misma que relaciona la cantidad producida de pares y la capacidad de producción de cada modelo de calzado, a esto se lo multiplica por el número de días de trabajo a la semana y el número de horas por jornada de trabajo.

$$Horas\ Producción = \frac{Demanda\ Producida}{Capacidad\ Producción\ Semanal} \times días\ por\ semana \times 8\ horas \quad (24)$$

Empelando la ecuación 24 y analizando la primera semana del mes de junio 2016 se tiene:

$$Horas\ de\ Producción = \frac{106\ \cancel{pares}}{534\ \frac{\cancel{pares}}{\cancel{semana}}} \times \frac{3\ \cancel{días}}{\cancel{semana}} \times \frac{8\ horas}{\cancel{día}}$$

$$Horas\ de\ Producción = 4.76 \text{ horas}$$

En la Fig. 32, 33 y 34 se muestra la programación de la producción del proceso de troquelado de los meses de junio, julio y agosto en el software Excel para los modelos de calzado de las empresas A y B.

La prioridad del modelo de programación de la producción propuesto es atender a los requerimientos de producción de los productos de mayor comercialización en las empresas de estudio, el modelo prioriza la manufactura de los modelos casual y deportivo de la empresa A y los de modelos de seguridad industrial de la empresa B centrando el recurso humano en estos modelos, esto hace la manufactura se realice en los primeros días de la semana dejando el resto de modelos para los días restantes de la semana. En la Tabla 56 y 57 se muestra los tiempos de producción de los procesos de troquelado, aparado [38] y montaje [37] de la Empresa A y B. En la Fig. 35 y 36 se observan los diagramas de Gantt realizados en Microsoft Project, los cuales indican la secuencia de los procesos de manufactura de calzado.

4.6.5 Calendario de Producción

La secuenciación de los procesos tiene como resultado fijar fechas de entrega de las ordenes de producción de cada proceso de manufactura de los modelos analizados. Al igual que en la sincronización de procesos. En la Fig. 37, 38 se determina la fecha de inicio y fin de cada proceso productivo en cada empresa.

JUNIO						
SEMANA	1					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	3					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	534					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1161					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1014					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1014					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,60					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,32					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,35					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,38					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,60					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	106					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,76					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,32					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	124					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,56					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,35					
PRODUCCIÓN S09	117					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,77					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,38					
PRODUCCIÓN S10	127					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,01					

JUNIO						
SEMANA	2					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,99					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,53					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,58					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,62					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,99					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	176					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,91					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,53					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	206					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,26					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,58					
PRODUCCIÓN S09	195					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,62					
PRODUCCIÓN S10	211					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,99					

JUNIO						
SEMANA	3					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,99					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,53					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,58					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,62					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,99					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	176					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,91					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,53					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	206					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,26					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,58					
PRODUCCIÓN S09	195					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,62					
PRODUCCIÓN S10	211					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,99					

JUNIO						
SEMANA	4					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,99					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,53					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,58					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,62					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,99					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	176					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,91					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,53					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	206					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,26					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,58					
PRODUCCIÓN S09	195					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,62					
PRODUCCIÓN S10	211					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,99					

JUNIO						
SEMANA	5					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	4					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	712					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1548					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1352					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1352					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	1					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,43					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,46					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,50					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,79					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	141					
HORAS DE PRODUCCIÓN	6,33					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,43					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	165					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,41					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,46					
PRODUCCIÓN S09	156					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,69					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,50					
PRODUCCIÓN S10	169					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,00					

Fig. 32. Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Junio

Elaborado por: Investigador

JULIO						
SEMANA	1					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	1					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	178					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	387					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	338					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	338					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,18					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,09					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,20					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,19					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,18					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	32					
HORAS DE PRODUCCIÓN	1,44					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,09					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	35					
HORAS DE PRODUCCIÓN	0,72					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,20					
PRODUCCIÓN S09	66					
HORAS DE PRODUCCIÓN	1,56					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,19					
PRODUCCIÓN S10	65					
HORAS DE PRODUCCIÓN	1,54					

JULIO						
SEMANA	2					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	178					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	387					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	338					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,89					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,46					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,97					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,96					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,89					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	32					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,14					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,46					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	35					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,66					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,97					
PRODUCCIÓN S09	66					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,76					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,96					
PRODUCCIÓN S10	323					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,64					

JULIO						
SEMANA	3					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,89					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,46					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,97					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,96					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,89					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	159					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,14					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,46					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	177					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,66					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,97					
PRODUCCIÓN S09	328					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,76					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,96					
PRODUCCIÓN S10	323					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,64					

JULIO						
SEMANA	4					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,89					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,46					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,97					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,96					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,89					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	159					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,14					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,46					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	177					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,66					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,97					
PRODUCCIÓN S09	328					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,76					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,96					
PRODUCCIÓN S10	323					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,64					

JULIO						
SEMANA	5					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,89					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,46					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,97					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,96					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,89					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	159					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,14					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,46					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	177					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,66					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,97					
PRODUCCIÓN S09	328					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,76					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,96					
PRODUCCIÓN S09	323					
HORAS DE PRODUCCIÓN	7,64					

Fig. 33. Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Julio

Elaborado por: Investigador

AGOSTO						
SEMANA	1					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,86					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,52					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,45					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,49					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,86					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	154					
HORAS DE PRODUCCIÓN	6,92					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,52					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	201					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,15					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,45					
PRODUCCIÓN S09	153					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,49					
PRODUCCIÓN S10	166					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,93					

AGOSTO						
SEMANA	2					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	4					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	712					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1548					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1352					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1352					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,69					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,42					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,36					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,39					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,69					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	123					
HORAS DE PRODUCCIÓN	5,52					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,42					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	161					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,33					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,36					
PRODUCCIÓN S09	122					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,89					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,39					
PRODUCCIÓN S10	133					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,15					

AGOSTO						
SEMANA	3					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,86					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,52					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,45					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,49					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,86					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	154					
HORAS DE PRODUCCIÓN	6,92					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,52					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	201					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,15					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,45					
PRODUCCIÓN S09	153					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,49					
PRODUCCIÓN S10	166					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,93					

AGOSTO						
SEMANA	4					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	5					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	891					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1935					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1690					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1690					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,86					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,52					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,45					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,49					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,86					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	154					
HORAS DE PRODUCCIÓN	6,92					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,52					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	201					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,15					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,45					
PRODUCCIÓN S09	153					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,62					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,49					
PRODUCCIÓN S10	166					
HORAS DE PRODUCCIÓN	3,93					

AGOSTO						
SEMANA	5					
DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	3					
CP CASUAL CS.H.CA873 (pares)	534					
CP DEPORTIVO DE.M.SK568 (pares)	1161					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL S10 (pares)	1014					
CP SEGURIDAD INDUSTRIAL INYECCIÓN S09 (pares)	1014					
TURNOS PRODUCCIÓN CS.H.CA873	0,52					
TURNOS PRODUCCIÓN DE.M.SK568	0,31					
TURNOS PRODUCCIÓN S10	0,27					
TURNOS PRODUCCIÓN S09	0,30					
DIAS	1	2	3	4	5	
EMPRESA A						
DIAS DE PRODUCCIÓN CS.H.CA873 (dias/semana)	0,52					
PRODUCCIÓN CS.H.CA873	93					
HORAS DE PRODUCCIÓN	4,18					
DIAS DE PRODUCCIÓN DE.M.SK568 (dias/semana)	0,31					
PRODUCCIÓN DE.M.SK568	120					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,48					
EMPRESA B						
DIAS DE PRODUCCIÓN S09 (dias/semana)	0,27					
PRODUCCIÓN S09	92					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,18					
DIAS DE PRODUCCIÓN S10 (dias/semana)	0,30					
PRODUCCIÓN S10	100					
HORAS DE PRODUCCIÓN	2,37					

Fig. 34 Programación de la Producción del Proceso de Troquelado Mes de Agosto

Elaborado por: Investigador

Tabla 56. Tiempos de Producción del proceso productivo de calzado – Empresa A

Mes		**JUNIO**					**JULIO**					**AGOSTO**				
Semana		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
CASUAL CS.H.CA873	**TROQUELADO**															
	Células Requeridas en el Mes	2					2					2				
	Orden de Producción (pares)	106	176	176	176	141	32	159	159	159	159	154	123	154	154	93
	Horas Producción	4,8	7,9	7,9	7,9	6,3	1,4	7,1	7,1	7,1	7,1	6,9	5,5	6,9	6,9	4,2
	APARADO															
	Células Requeridas en el Mes	4					3					3				
	Horas Producción	3,7	6,2	6,2	6,2	4,9	1,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,2	5,8	7,2	7,2	4,4
	MONTAJE															
	Células Requeridas en el Mes	1					1					1				
	Horas Producción	2,7	4,5	4,5	4,5	3,6	0,8	4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	3,1	3,9	3,9	2,4
DEPORTIVO DE.M.SK568	**TROQUELADO**															
	Células Requeridas en el Mes	2					2					2				
	Orden de Producción (pares)	124	206	206	206	165	35	177	177	177	177	201	161	201	201	120
	Horas Producción	2,6	4,3	4,2	4,2	3,4	0,7	4,3	4,3	4,3	3,4	4,2	3,3	4,2	4,2	2,5
	APARADO															
	Células Requeridas en el Mes	4					3					3				
	Horas Producción	4,0	6,6	6,6	6,6	5,3	1,5	7,6	7,6	7,6	7,6	8,6	8,7	8,6	8,6	5,2
	MONTAJE															
	Células Requeridas en el Mes	1					1					1				
	Horas Producción	3,6	5,9	5,9	5,9	4,7	1,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,8	4,6	5,8	5,8	3,4

Elaborado por: Investigador

Tabla 57. Tiempos de Producción del proceso productivo de calzado – Empresa B

Mes		JUNIO					JULIO					AGOSTO				
Semana		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
SEGURIDAD INDUSTRIAL S10	**TROQUELADO**															
	Células Requeridas en el Mes	2					2					2				
	Orden de Producción (pares)	117	195	195	195	156	66	328	328	328	328	153	122	153	153	92
	Horas Producción	2,8	4,6	4,6	4,6	3,7	1,4	7,8	7,8	7,8	7,8	3,6	2,9	3,6	3,6	2,2
	APARADO															
	Células Requeridas en el Mes	2					3					2				
	Horas Producción	4,5	7,5	7,5	7,5	6,0	1,7	8,4	8,4	8,4	8,4	5,9	4,7	5,9	5,9	3,5
	MONTAJE															
	Células Requeridas en el Mes	1,0					1,0					1,0				
	Horas Producción	6,7	11,2	11,2	11,2	9,0	3,8	18,9	18,9	18,9	18,9	8,8	7,0	8,8	8,8	5,3
SEGURIDAD INDUSTRIAL S09	**TROQUELADO**															
	Células Requeridas en el Mes	2					2					2				
	Orden de Producción (pares)	127	211	211	211	169	65	323	323	323	323	166	133	166	166	100
	Horas Producción	3,0	5,0	5,0	5,0	4,0	1,5	7,6	7,6	7,6	7,6	3,9	3,1	3,9	3,9	2,4
	APARADO															
	Células Requeridas en el Mes	2					3					2				
	Horas Producción	5,1	8,5	8,5	8,5	6,8	1,8	8,7	8,7	8,7	8,7	6,7	5,4	6,7	6,7	4,0
	MONTAJE															
	Células Requeridas en el Mes	1,0					1,0					1,0				
	Horas Producción	7,6	12,7	12,7	12,7	10,2	3,9	19,4	19,4	19,4	19,4	10,0	8,0	10,0	10,0	6,0

Elaborado por: Investigador

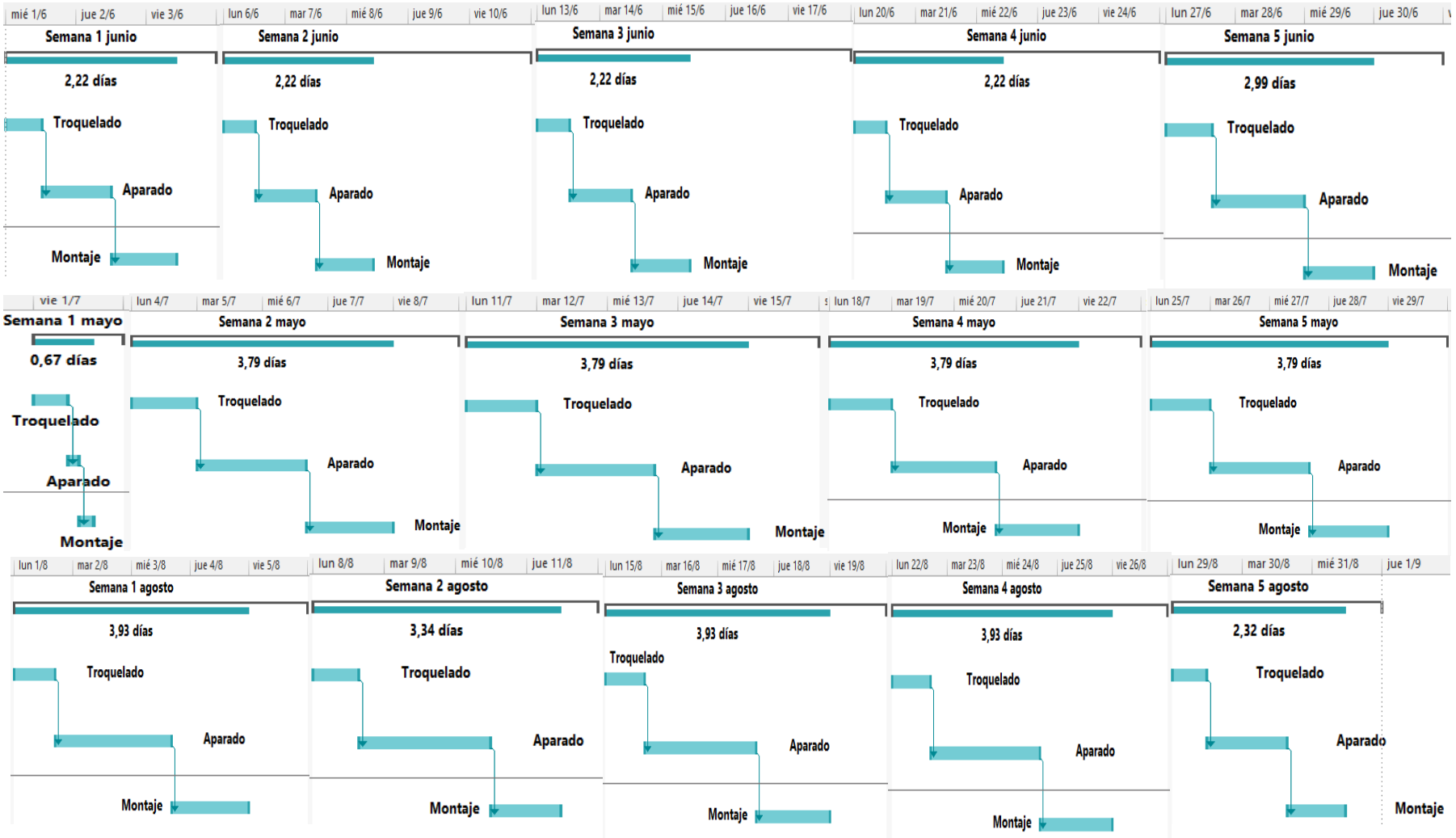


Fig. 35. Secuencia de procesos de los meses de junio, julio y agosto – Empresa A

Elaborado por: Investigador



Fig. 36. Secuencia de procesos de los meses de junio, julio y agosto – Empresa B

Elaborado por: Investigador

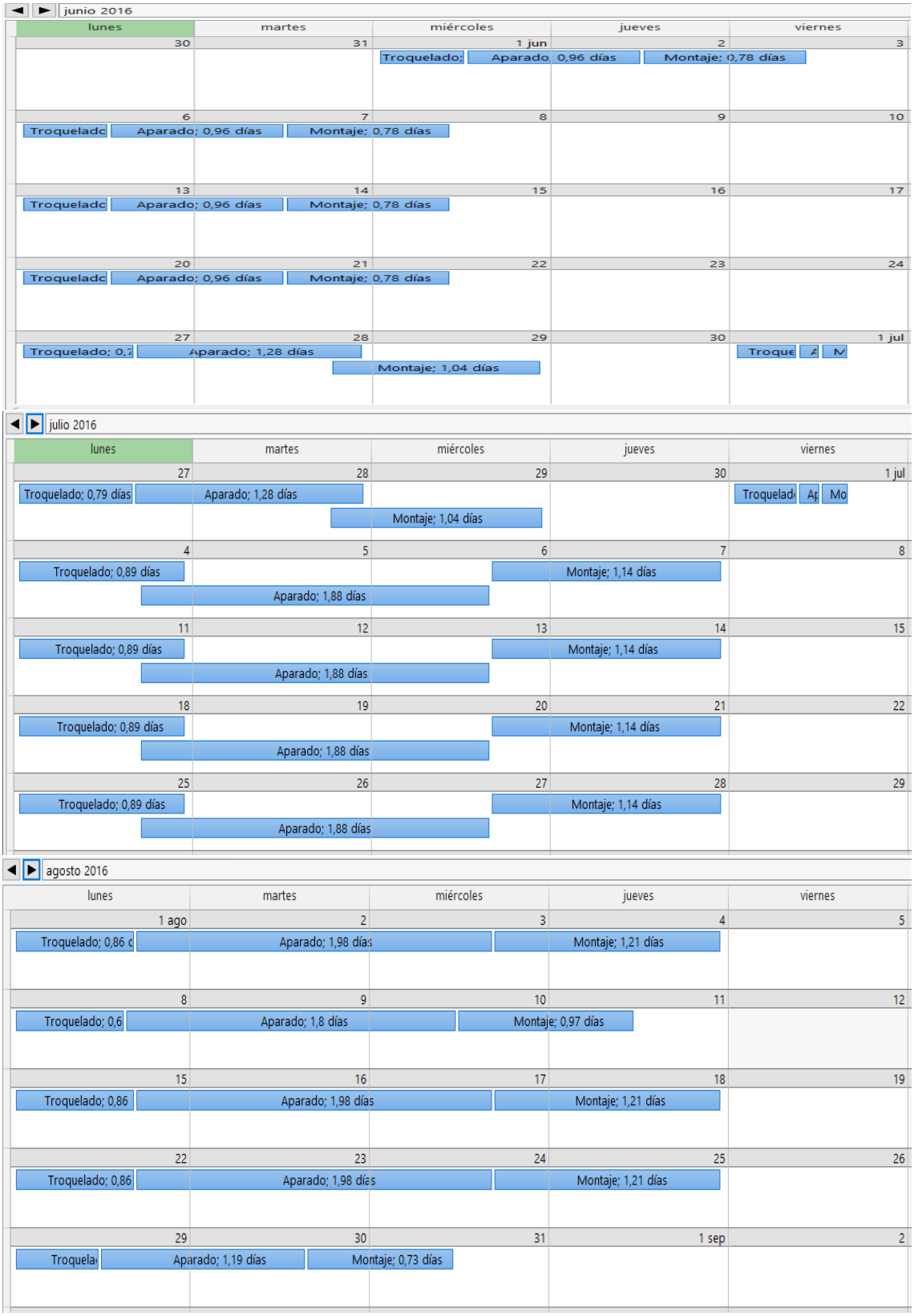


Fig. 37. Calendario de Producción de los meses de junio, julio y agosto 2016-Empresa A

Elaborado por: Investigador

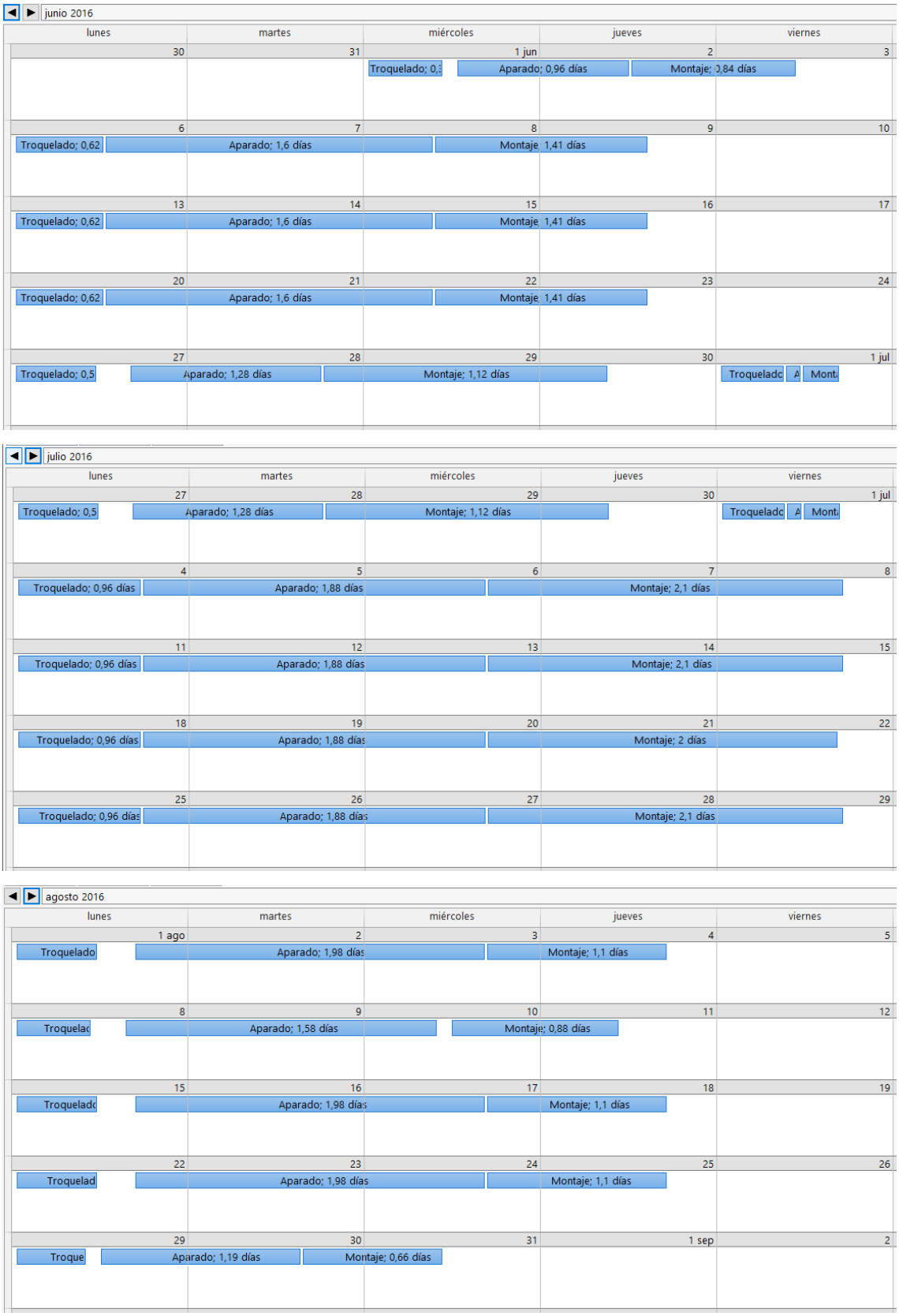


Fig. 38. Calendario de Producción de los meses de junio, julio y agosto 2016-Empresa B

Elaborado por: Investigador

4.7 Análisis de Resultados

4.7.1 Medición del Error en el Pronóstico de Demanda

La medición del error permite evaluar el pronóstico en cuanto al ajuste respecto a las ventas reales de las empresas analizadas. Para ello se introduce el concepto error que básicamente mide la diferencia entre el valor real y el valor pronosticado para un período específico, este periodo comprende desde los meses de junio a diciembre del 2016. La medición del error se determina usando varias medidas, entre ellas están el Error Porcentual Absoluto Medio (EPAM), la Desviación Absoluto Media (DAM) y la Señal de Seguimiento (SS).

4.7.2 Medición del Error Empresa A

Para el análisis se considera los valores de ventas reales dados por la Empresa A para los meses de junio a diciembre 2016, estos valores se muestran en la Tabla 58.

Tabla 58. Ventas Reales 2016 de la Empresa A

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronosticadas Modelos de Estudio (pares)
1	Junio	1518	1684
2	Julio	1482	1411
3	Agosto	1603	1562
4	Septiembre	1417	1436
5	Octubre	1449	1361
6	Noviembre	1380	1339
7	Diciembre	1325	1273

Fuente: Empresa A

Error Porcentual Absoluto Medio (EPAM)

Mediante este indicador del desempeño del Pronóstico de Demanda se mide el tamaño del error en términos porcentuales, para ello se estima el valor del error absoluto y el error porcentual mediante las ecuaciones 25 y 26 respectivamente.

$$Errro\ Absoluto = |ventas\ reales - ventas\ pronosticadas| \tag{25}$$

$$Error\ Porcentual = \frac{Error\ Absoluto}{Ventas\ Reales} \times 100\% \tag{26}$$

Tomando los valores del mes de junio 2016 se desarrolla las ecuaciones 24 y 25 para determinar el error absoluto y el error porcentual.

$$Errro\ Absoluto_{Junio} = |ventas\ reales - ventas\ pronosticadas|$$

$$Errro\ Absoluto_{Junio} = |1518(pares) - 1684(pares)|$$

$$Errro\ Absoluto_{Junio} = 166\ pares$$

$$Error\ Porcentual_{Junio} = \frac{Error\ Absoluto}{Ventas\ Reales} \times 100\%$$

$$Error\ Porcentual_{Junio} = \frac{166\ \cancel{pares}}{1518\ \cancel{pares}} \times 100\%$$

$$Error\ Porcentual_{Junio} = 10{,}9\%$$

De esta manera se realiza el cálculo del error absoluto y porcentual de cada mes. El valor del EPAM corresponde a la sumatoria de los valores de error porcentual de cada mes divido para el numero de periodos en este caso 7, en la Tabla 59 se desarrolla el cálculo del Error Porcentual Absoluto Medio.

Tabla 59. Error Porcentual Absoluto Medio del Periodo Junio – Diciembre 2016 - Empresa A

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronosticadas (pares)	Error Absoluto	Error Absoluto Porcentual
1	Junio	1518	1684	166	10,9%
2	Julio	1482	1411	71	4,8%
3	Agosto	1603	1562	41	2,6%
4	Septiembre	1417	1436	19	1,3%
5	Octubre	1449	1361	88	6,1%
6	Noviembre	1380	1339	41	3,0%
7	Diciembre	1325	1273	52	3,9%
				TOTAL	32,6%
				EPAM	4,7%

Elaborado por: Investigador

Para la Empresa A se tiene el porcentaje de error absoluto medio de 4,7% siendo un valor relativamente bajo y aceptable para el pronóstico de la Empresa A.

Desviación Absoluto Media (DAM)

Mide la dispersión del error de pronóstico es decir la medición del tamaño del error del pronóstico de ventas en unidades. Mediante la ecuación 6 se determina la desviación media absoluta en la que relaciona la suma de la desviación absoluta con el número del periodo que se analiza, a continuación, se muestra el desarrollo del cálculo de la desviación media absoluta del mes de junio 2016.

$$DAM_{junio} = \frac{\Sigma\ Desviacion\ Absoluta}{n}$$

$$DAM_{junio} = \frac{166}{1} = 166$$

Siguiendo el análisis que se realiza para el mes de junio se calcula el DAM para el resto de mes, Tabla 60 se indica los valores.

Tabla 60. Desviación Media Absoluta periodo Junio – Diciembre 2016 – Empresa A

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronostico (pares)	Desviación Absoluta	Suma Desviación Absoluta	Desviación Media Absoluta (DAM)
1	Junio	1518	1684	166	166	166,0
2	Julio	1482	1411	71	237	118,5
3	Agosto	1603	1562	41	278	92,7
4	Septiembre	1417	1436	19	297	74,3
5	Octubre	1449	1361	88	385	77,0
6	Noviembre	1380	1339	41	426	71,0
7	Diciembre	1325	1273	52	478	68,3

Elaborado por: Investigador

Señal de Seguimiento (SS)

La Señal de Seguimiento (SS) permite medir la desviación del pronóstico respecto a variaciones en la demanda real, para que un pronóstico esté bajo control, para lo cual se espera que el 89% de los errores caiga dentro de ±2 DAM, el 98% dentro de ±3 DAM, o el 99.9% dentro de ±4 DAM. Con los valores mensuales de DAM mostrados en la Tabla 59 se determina las Señal de Seguimiento de cada mes mediante la ecuación 8.

$$SS_{Junio} = \frac{\Sigma Erros\ Pronosticados}{MAD}$$

$$SS_{Junio} = \frac{20,4}{20,4} = 1$$

En la Tabla 61 se muestra el desarrollo del análisis de la señal de seguimiento para los meses de junio a diciembre 2016.

Tabla 61. Señal de Seguimiento periodo Junio - Diciembre 2016 - Empresa A

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronostico (pares)	Desviación	Suma de Errores Pronostico	Desviación Media Absoluta (DAM)	Señal de Seguimiento (SS)
1	Junio	1518	1684	-166	-166	166,0	-1,0
2	Julio	1482	1411	71	-95	118,5	-0,8
3	Agosto	1603	1562	41	-54	92,7	-0,6
4	Septiembre	1417	1436	-19	-73	74,3	-1,0
5	Octubre	1449	1361	88	15	77,0	0,2
6	Noviembre	1380	1339	41	56	71,0	0,8
7	Diciembre	1325	1273	52	108	68,3	1,6

Elaborado por: Investigador

El comportamiento de la señal de seguimiento se muestra en la Fig. 39, en ella se aprecia las señales de seguimiento positivas y negativas, en los meses de junio a septiembre el valor de la señal de seguimiento es negativa esto indica que las ventas reales de esto meses es menor a las ventas pronosticadas, para los meses octubre, noviembre y diciembre el valor de la señal de seguimiento es positiva lo que quiere decir que las ventas reales de esos meses supera a la demanda pronosticada. Para la Empresa A, la señal de seguimiento oscila entre los valores de -1DAM y 1,6 DAM los cuales están dentro de lo aceptable.

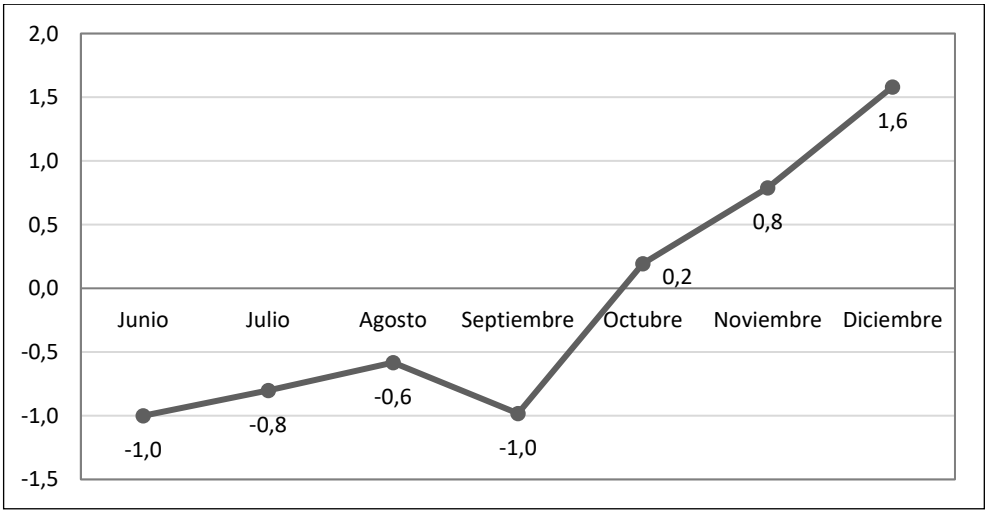


Fig. 39 Señal de Seguimiento Empresa A

Elaborado por: Investigador

Medición del Error Empresa B

Para la Empresa B se considera los valores reales de ventas de los meses de junio a diciembre 2016, estos valores se muestran en la Tabla 62.

Tabla 62. Ventas Reales 2016 de la Empresa B

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronosticadas (pares)
1	Junio	1809	1789
2	Julio	2520	2735
3	Agosto	1529	1405
4	Septiembre	1420	1475
5	Octubre	1557	1403
6	Noviembre	1752	1666
7	Diciembre	1972	2003

Fuente: Empresa B

Error Porcentual Absoluto Medio (EPAM)

Se estima el valor del error absoluto y el error porcentual mediante las ecuaciones 24 y 25 respectivamente, en la Tabla 63 se desarrolla el cálculo del Error Porcentual Absoluto Medio.

Tabla 63. Error Porcentual Absoluto Medio Periodo Junio – Diciembre 2016 - Empresa B

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronosticadas (pares)	Error Absoluto	Error Absoluto Porcentual
1	Junio	1809	1789	20,4	1,1%
2	Julio	2520	2735	215,0	8,5%
3	Agosto	1529	1405	124,0	8,1%
4	Septiembre	1420	1475	55,0	3,9%
5	Octubre	1557	1403	154,3	9,9%
6	Noviembre	1752	1666	86,4	4,9%
7	Diciembre	1972	2003	31,5	1,6%
				TOTAL	38,1%
				EPAM	**5,4%**

Elaborado por: Investigador

Para la Empresa B se tiene el porcentaje de error absoluto medio de 5,4% siendo un valor relativamente bajo y aceptable para el pronóstico de la Empresa B.

Desviación Absoluto Media (DAM)

Mediante la ecuación 6 se determina la desviación media absoluta, en la Tabla 64 se muestra el cálculo.

Tabla 64. Desviación Media Absoluta periodo junio – diciembre 2016 – Empresa B

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronosticadas (pares)	Desviaciones Absolutas	Suma Desviaciones Absolutas	Desviación Media Absoluta (DAM)
1	Junio	1809	1789	20,4	20,4	20,4
2	Julio	2520	2735	215,0	235,4	117,7
3	Agosto	1529	1405	124,0	359,4	119,8
4	Septiembre	1420	1475	55,0	414,4	103,6
5	Octubre	1557	1403	154,3	568,7	113,7
6	Noviembre	1752	1666	86,4	655,1	109,2
7	Diciembre	1972	2003	31,5	686,6	98,1

Elaborado por: Investigador

Señal de Seguimiento (SS)

La Señal de Seguimiento de para cada mes se determina mediante la ecuación 8. En la Tabla 65 se muestra el cálculo de la señal de seguimiento para los meses de junio a diciembre 2016.

Tabla 65. Señal de Seguimiento periodo junio - diciembre 2016 - Empresa B

N°	Mes	Ventas Reales (pares)	Ventas Pronostico (pares)	Desviación	Suma de Errores Pronostico	Desviación Media Absoluta (DAM)	Señal de Seguimiento (SS)
1	Junio	1809	1789	20,4	20,4	20,4	1,0
2	Julio	2520	2735	-215,0	-194,6	117,7	-1,7
3	Agosto	1529	1405	124,0	-70,6	119,8	-0,6
4	Septiembre	1420	1475	-55,0	-125,5	103,6	-1,2
5	Octubre	1557	1403	154,3	28,8	113,7	0,3
6	Noviembre	1752	1666	86,4	115,2	109,2	1,1
7	Diciembre	1972	2003	-31,5	83,7	98,1	0,9

Elaborado por: Investigador

La señal de seguimiento para la Empresa B se muestra en la Fig. 40, en donde se observa los valores negativos en los meses de junio a septiembre, indicando que los valores de las ventas reales en esos meses son menores a las ventas pronosticadas, a diferencia de los meses octubre, noviembre y diciembre en donde el valor de la señal de seguimiento es positivo, esto quiere decir que las ventas reales de esos meses supera a la demanda pronosticada. La señal de seguimiento oscila entre los valores de -1,7 DAM y 1,1 DAM lo que indica que el pronóstico está dentro de los límites aceptables de error.

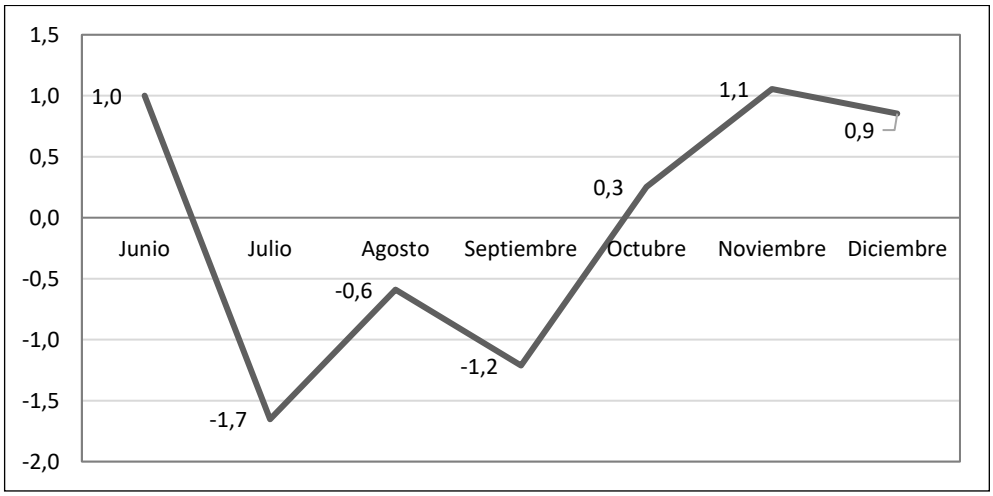


Fig. 40. Señal de Seguimiento Empresa A

Elaborado por: Investigador

4.7.2 Cálculo de la Eficiencia

Mediante el indicador de eficiencia se evalúa el desarrollo del modelo de programación de la producción propuesto, este indicador muestra el aumento de eficiencia en la utilización de los recursos considerando las variaciones de la demanda y la capacidad de producción real del proceso.

Empresa A

Para el cálculo de la eficiencia se relaciona los valores de la Capacidad Programada y la capacidad efectiva. La capacidad programada corresponde a los valores de producción calculados en el modelo de producción propuesto; la capacidad efectiva son los valores de producción reales por célula de manufactura para los meses de junio a diciembre del 2016 de la Empresas A, estos valores son tomados del registro de producción mensual de

la empresa analizada. Mediante la ecuación 3 se determina el cálculo de la eficiencia, en la Tabla 66 se indica los porcentajes de eficiencia de la Empresa A.

Tabla 66. Calculo de la Eficiencia del Modelo de Programación – Empresa A

Mes	Días	Capacidad Efectiva (pares)	Capacidad Efectiva Mensual (pares)	Capacidad Programada (pares)	Capacidad Programada Mensual (pares)	Efectividad
Junio	22	135	2970	141	3102	4%
Julio	21	131	2751	141	2961	8%
Agosto	22	132	2904	141	3102	7%
Septiembre	22	135	2970	141	3102	4%
Octubre	21	128	2688	141	2961	10%
Noviembre	19	122	2318	141	2679	16%
Diciembre	22	136	2992	141	3102	4%

Elaborado por: Investigador

Con el programa de producción propuesto existe un aumento de la eficiencia en la manufactura de los modelos de calzado de la Empresa A este incremento va desde el 4% al 16%. La Fig. 41 muestra la variación de la capacidad de producción efectiva frente a la programada.

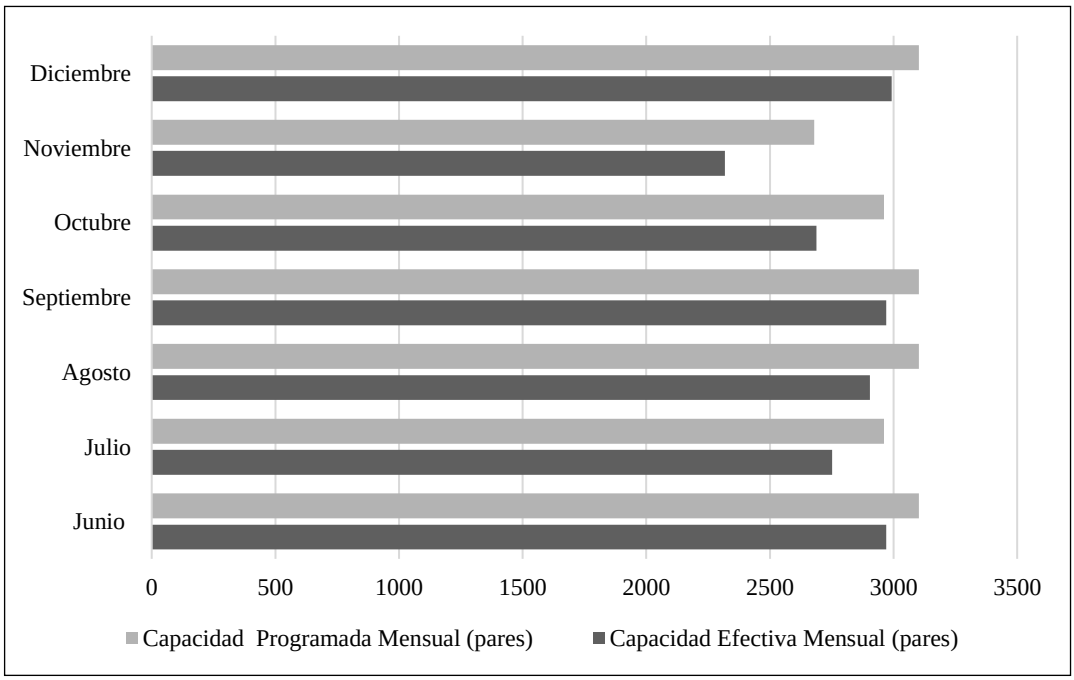


Fig. 41. Capacidad de Producción Efectiva vs Capacidad de Producción Programada – Empresa A

Elaborado por: Investigador

Empresa B

Para el cálculo de la eficiencia de la Empresa B se considera el mismo análisis que se emplea en la empresa A, en la Tabla 67 se indica los porcentajes de eficiencia de la Empresa B.

Tabla 67. Calculo de la Eficiencia del Modelo de Programación – Empresa B

Mes	Días	Capacidad Efectiva (pares)	Capacidad Efectiva Mensual (pares)	Capacidad Programada (pares)	Capacidad Programada Mensual (pares)	Eficiencia
Junio	22	159	3498	169	3718	6%
Julio	21	156	3276	169	3549	8%
Agosto	22	157	3454	169	3718	8%
Septiembre	22	160	3520	169	3718	6%
Octubre	21	157	3297	169	3549	8%
Noviembre	19	149	2831	169	3211	13%
Diciembre	22	160	3520	169	3718	6%

Elaborado por: Investigador

Con el programa de producción propuesto existe un aumento de la eficiencia en la manufactura de los modelos de calzado de la Empresa B, este incremento va desde el 6% al 13%. La Fig. 42 muestra la variación de la capacidad de producción efectiva frente a la programada.

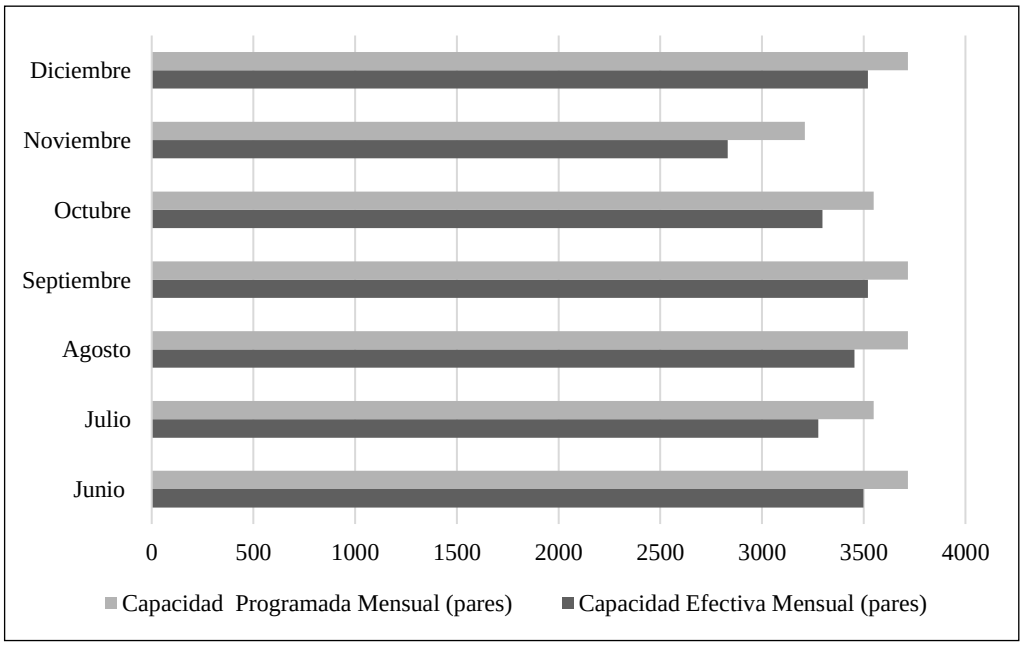


Fig. 42. Capacidad de Producción Real vs Capacidad de Producción Programada – Empresa B

Elaborado por: Investigador

4.7.3 Cálculo de la Eficacia

El funcionamiento del modelo propuesto se evalúa a través del porcentaje de la variación obtenida entre los tiempos de producción real y la programada de los pedidos receptados en el período de junio a diciembre del 2016 con el fin de evaluar el adecuado funcionamiento del modelo planteado.

Empresa A

En la Tabla 68 y 69 se determina un aumento en la eficacia de los tiempos de producción de los modelos de calzado casual y deportivo, el incremento va desde el 1% al 4% para el modelo casual y del 2 al 3% para el calzado deportivo.

Tabla 68. Eficacia del Modelo de Calzado Casual

Mes	Días	Tiempo Real (horas)	Tiempo Programado (horas)	Eficacia
Junio	22	35,4	34,8	2%
Julio	21	31,4	30,0	4%
Agosto	22	30,9	30,5	1%
Septiembre	22	28,7	28,3	2%
Octubre	21	30,9	29,8	3%
Noviembre	19	28,7	28,3	1%
Diciembre	22	28,9	28,1	3%

Elaborado por: Investigador

Tabla 69. Eficacia del Modelo de Calzado Deportivo

Mes	Días	Tiempo Real (horas)	Tiempo Programado (horas)	Eficacia
Junio	22	19,2	18,7	3%
Julio	21	17,2	16,9	2%
Agosto	22	18,6	18,3	2%
Septiembre	22	17,1	16,6	3%
Octubre	21	18,9	18,6	2%
Noviembre	19	14,9	14,6	2%
Diciembre	22	13,9	13,5	3%

Elaborado por: Investigador

Empresa B

Para la Empresa B se muestra en la Tabla 70 y 71 el incremento en la eficacia de los tiempos de producción del modelo de seguridad industrial S10 registra un aumento en la

eficacia con valores que van desde el 1% al 3%, para el modelo seguridad industrial inyección S09, el incremento va desde el 1% al 4%.

Tabla 70. Eficacia del Modelo de Seguridad Industrial S10

Mes	Días	Tiempo Real (horas)	Tiempo Programado (horas)	Eficacia
Junio	22	20,9	20,3	3%
Julio	21	32,9	32,5	1%
Agosto	22	16,2	15,9	2%
Septiembre	22	16,8	16,4	2%
Octubre	21	19,2	18,9	2%
Noviembre	19	18,8	18,6	1%
Diciembre	22	23,6	23,4	1%

Elaborado por: Investigador

Tabla 71. Eficacia del Modelo de Seguridad Industrial Inyección S09

Mes	Días	Tiempo Real (horas)	Tiempo Programado (horas)	Eficacia
Junio	22	22,5	22	2%
Julio	21	32,3	32,1	1%
Agosto	22	17,9	17,3	3%
Septiembre	22	18,9	18,5	2%
Octubre	21	17,9	17,7	1%
Noviembre	19	21,8	20,9	4%
Diciembre	22	24,8	24,5	1%

Elaborado por: Investigador

4.8 Integración de Resultados

Realizado el modelo de programación para el área de troquelado, se comparte los métodos de cálculo de los parámetros de producción y los resultados obtenidos del modelo propuesto con la unidad operativa de investigación y desarrollo de la facultad de Sistemas, Electrónica e Industrial, estos resultados permiten aportar para el desarrollo del software de producción de calzado del proyecto de investigación coordinado por el ingeniero John Reyes [8], el software permite controlar la producción de calzado, estimando capacidades de producción, tiempos de proceso y administración de recurso humano en el proceso de

manufactura de calzado. A modo de prueba se compara ambos programas para evaluar el funcionamiento del mismo, para ello se analizará la primera semana del mes de junio 2016, hay que señalar que el programa desarrollado por la unidad de investigación de la facultad, considera el modelo casual, deportivo y seguridad industrial, el modelo de seguridad industrial a inyección no se considera para el desarrollo de este programa.

En la Fig. 43 se observa el interfaz del software, en ella se muestra la pestaña parametrización, ahí se selecciona el modelo de calzado a producir, posterior a esto se ingresa la demanda de producción por talla.

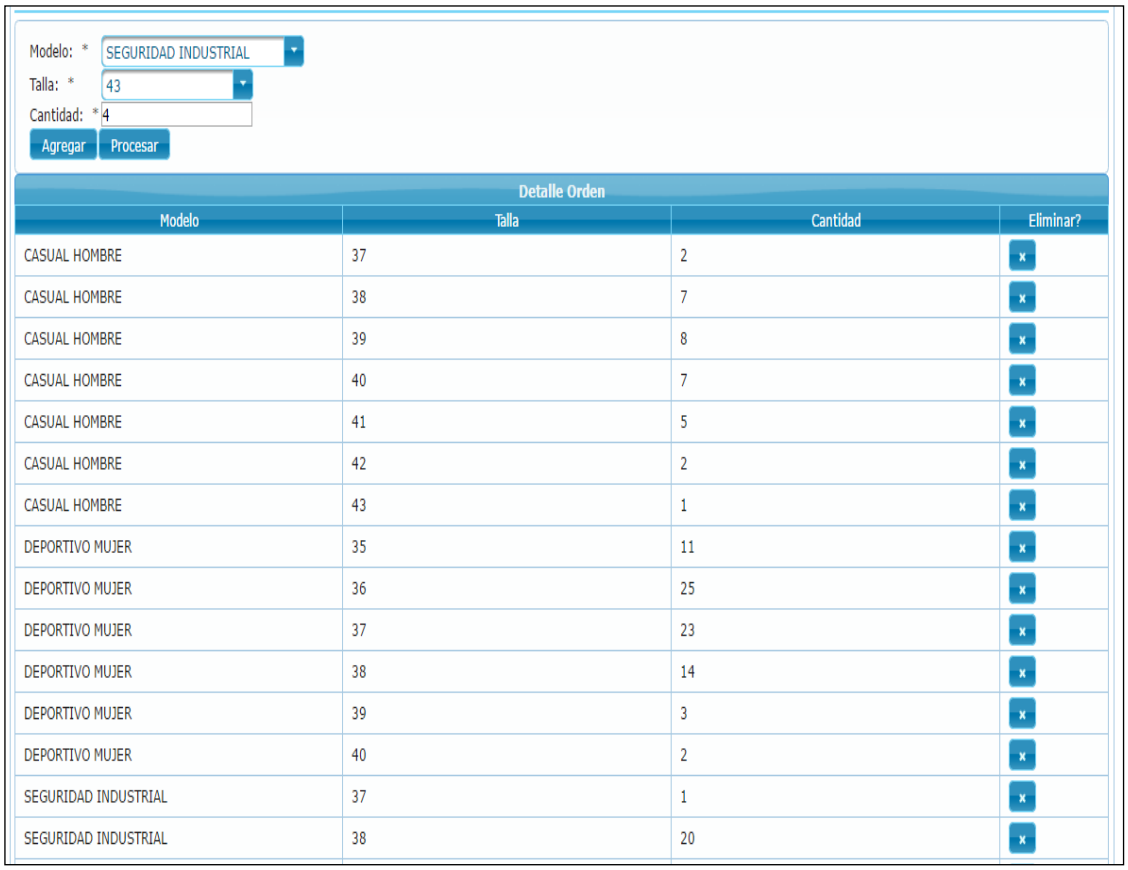


Fig. 43 Ingreso de la demanda. Programa. UODIDE

Fuente. UODIDE

Después de ingresar la demanda de cada modelo, el programa automáticamente calcula el estándar de producción de cada modelo, este estándar de producción es igual al estándar calculado en el modelo de planeación y programación propuesto para los modelos de calzado casual, deportivo y seguridad industrial. En la Fig. 44 se muestra los valores del estándar de producción del programa.

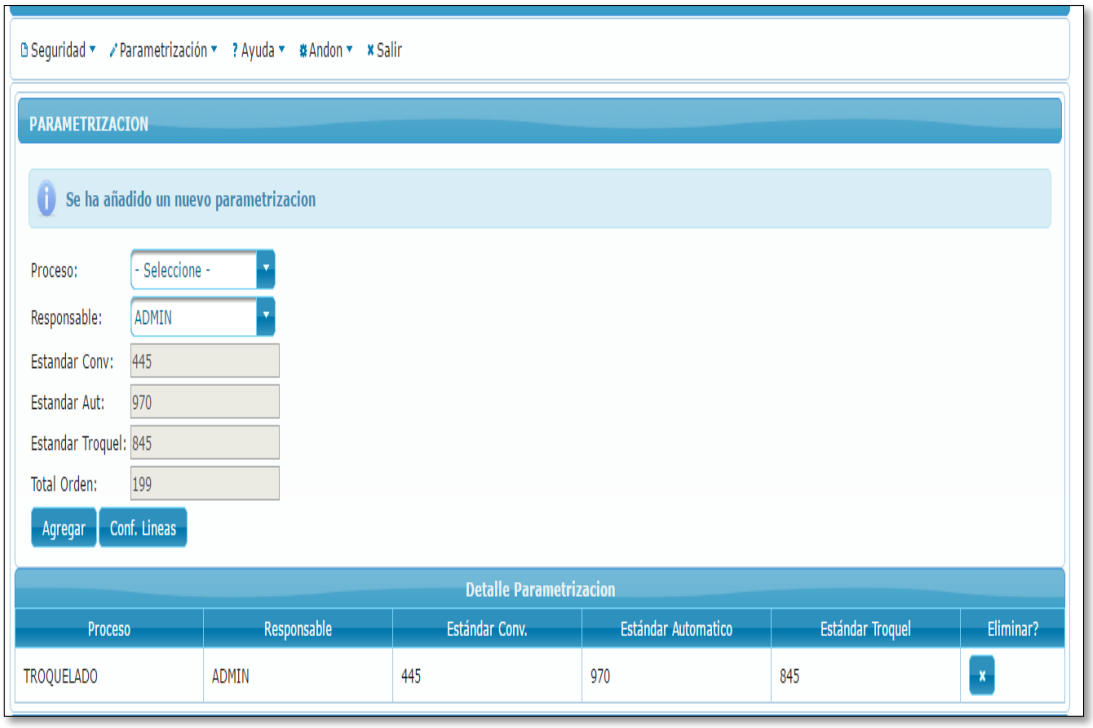


Fig. 44 Estándar de Producción del Programa. UODIDE

Al realizar la comparación se determina que el modelo de programación de la producción desarrollado presenta similitud en los resultados obtenidos con el software de producción desarrollado por la unidad de investigación de la facultad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se plasma las conclusiones en respuesta a los objetivos planteados, con el fin de dar solución a la problemática planteada relacionada a la planeación y programación de la producción del proceso de troquelado de cuero en la industria de calzado de la provincia.

5.1 Conclusiones

- Se diseña la programación de la producción para el proceso de troquelado en base a la identificación de las restricciones del proceso empleando el análisis de la Teoría de la Restricciones, mediante la cual se identifica en base al cálculo de la capacidades de producción el cuello de botella o tambor, este marca el ritmo de producción, la cuerda es el modelo de programación propuesto que comunica la demanda con el proceso restringido de cada modelo de calzado de las empresas estudiadas liberando la producción al ritmo de la capacidad máxima de manufactura, el amortiguador del programa corresponde al recurso humano organizado en células de manufactura para cada modelo de calzado.

- Para analizar el proceso de corte se realiza el estudio ABC, este permite identificar los productos de mayor comercialización de las empresas A y B. Para la empresa A se tiene al calzado deportivo de mujer DE.M.SK568 como el producto de mayores ventas para la empresa con una representación del 11% de las ventas totales, seguido a este modelo está el calzado casual de hombre CS.H.CA873 con un 9% de ventas. En la empresa B el modelo de seguridad industrial S10 es el de mayor comercialización con un peso del 13% de ventas generales, en segundo

lugar, se tiene al calzado de seguridad industrial a inyección S09 con el 9,68% de ventas.

- En función del tiempo estándar de cada actividad de corte se calculó la capacidad máxima de producción de cada modelo analizado para cada empresa, para los modelos de calzado casual CS.H.CA873 y deportivo DE.M.SK568 de la Empresa A la capacidad máxima de producción diaria es de 90 pares y 194 pares respectivamente. Para la Empresa B la capacidad máxima de producción para el modelo de seguridad industrial S09 y S10 es de 169 ya que ambos modelos de calzado tienen el mismo número de cortes y el tiempo de producción es casi el mismo para ambos.

- Se estimó la demanda futura en base al histórico de ventas de dos periodos anteriores de cada empresa, de acuerdo a la variación de la demanda de los modelos de estudio de las empresas A y B, el modelo de pronóstico para cada una de ellas corresponde a un modelo cuantitativo de series de estacionales, debido a las fluctuaciones que se dan de mes a mes, el método de pronóstico corresponde a regresión lineal. En base a la medición del error del pronóstico se tiene para la empresa A un EPAM de 4,7% y los valores de la señal de seguimiento oscila entre los valores de -1DAM y 1,6 DAM los cuales están dentro de lo aceptable. En la Empresa B el cálculo del EPAM es de 5,4% y señal de seguimiento La señal de seguimiento oscila entre los valores de -1,7 DAM y 1,1 DAM lo que indica que el pronóstico para la empresa B está dentro de los límites aceptables de error.

- La sincronización de los procesos se da mediante la implementación del sistema de producción Pull basado en la estrategia de producción bajo pedido, este sistema permite sincronizar los procesos de manufactura de calzado generando una dependencia entre procesos haciendo que la demanda se procese en el menor tiempo posible optimizando la jornada laboral, con los tiempo de producción de cada modelo de calzado se realiza la secuenciación de las operaciones de los tres procesos productivos mediante los diagramas de Gantt, permitiendo fijar fechas de entrega de los sub ensambles en el calendario de producción para los modelos estudiados en cada empresa.

- La experimentación del modelo de programación permite distribuir eficiente los recursos de cada empresa al agrupar máquinas y personas para formar células de manufactura, reduciendo los tiempos de proceso generando cargas uniformes de trabajo, de esta manera cada modelo de calzado trabajara en forma paralela generando un incremento en la eficiencia en porcentajes que van desde el 4% al 16% para la empresa A, para la empresa B el incremento va del 6% al 13% de eficiencia, a su vez el modelo propuesto se evalúa mediante el cálculo de la eficacia de los tiempo de producción registrado incrementos que llegan hasta el 4% en las empresas estudiadas.

- Los resultados del modelo de programación y producción propuesto se han anexado al proyecto de investigación "Optimización Operacional basada en un Sistema Dinámico Esbelto de Alerta de Fallas en los Procesos de Producción para las Industrias de Calzado" coordinado por el Ing. John Reyes, Mg, estos resultados permiten construir un programa que permita controlar y planificar la producción de calzado.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable que las empresas empleen un sistema de programación y planificación de la producción, mediante la cual tendrán un medio para administrar los recursos de la empresa en forma eficiente.

- Realizar estudio de tiempos al resto de modelos de calzado de manera que se puede controlar el proceso de producción de forma eficaz.

- Las empresas productoras de calzado deben analizar y evaluar continuamente los procesos productivos para identificar las restricciones que limitan el desarrollo del mismo, de esta manera se podrá tomar acciones correctivas y dar fluidez al proceso.

- Complementar la presente investigación con un estudio de análisis de costos para el modelo de programación de la producción planteado, para determinar si hay un beneficioso económico que abarate costos de producción.

- Dar continuidad y seguimiento al modelo de planeación y programación desarrollado, de manera que el modelo se ha complementado y generalizado para todo tipo de industria.
- Se recomienda a las empresas llevar registro de los datos y valores que arroja el proceso productivo de calzado de manera ordenada y clasifica, para que en futuras investigaciones la información requerida sea compartida de manera óptima.

REFERENCIAS

[1] B. N. Calvachi Prieto y F. A. Gonzales Vargas, «Teoría de las restricciones (TOC): Modelo de Gestión Gerencial para el Crecimiento Productivo de las Pymes en Colombia,» Tesisi de Grado de Ingeniería en Administración, Bogota, 2013.

[2] Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, «Pro Ecuador,» Ministerio de Comercio Exterior, 2016. [En línea]. Available: http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cuero-y-calzado/. [Último acceso: 17 Abril 2017].

[3] Ministerio de Indústrias y Productividad, «Portal del Ministerio de Indústrias y Productividad,» 2014. [En línea]. Available: http://www.industrias.gob.ec/bp-126-el-mipro-promueve-la-innovacion-del-calzado-en-el-austro-ecuatoriano/. [Último acceso: 28 Febrero 2016].

[4] C. Mayorga Abril, M. Ruiz Guajala, L. M. Mantilla y M. Moyolema Moyolema, «Los procesos de producción y la productividad en la industria de calzado ecuatoriano,» de *I Congreso Iberoamericano de Investigación sobre MIPy ME*, 2013.

[5] El Telégrafo, «Industria del calzado se duplico en cinco anos,» 20 Julio 2013.

[6] J. P. Reyes Vásquez, D. S. Aldás Salazar, L. A. Morales Perrazo y M. G. García Carrillo, «Evaluación de la capacidad para montaje en la industria,» *Ingenieria Industrial*, vol. 37, nº 1, pp. 14-63, Enero 2016.

[7] M. F. Carrera Valle, «"La Productividad de las PYMES en el sector calzado y su relación con el crecimiento económico del Cantón Ambato,» Tesis de Grado de Economia, Ambato, 2015.

[8] J. P. Reyes, «Optimización Operacional basada en un Sistema Dinámico Esbelto de Alerta de Fallas en los Procesos de Producción para las Industrias de Calzado,» Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2017.

[9] A. F. Montenegro Ramírez, «Las pequeñas industrias de calzado de Tungurahua y el cambio en la Matriz Productiva,» Tesis de Grado Maestria en Administración de Empresas, Medición y Planeación, Ambato, 2015.

[10] A. Tamayo García y I. Urquiola García, «Concepción de un Procedimiento para la Planificación y Control de la Producción haciendo uso de Herramientas Matemáticas,» *Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 18, pp. 130-145, 2014.

[11] D. Cáceres Cárdenes , J. Reyes Vásquez, M. Garcia Carillo y C. Sanchez Rosero, «Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales,» *Tecnológica ESPOL*, vol. 28, nº 2, pp. 24-33, 2015.

[12] J. A. Román Delgado, «Plan de Implementación de la Teoría de Restricciones TOC en una Agroindustria Bananera de Plásticos,» Tesis de Grado de Ingeniería Industrial, Guayaquil, 2014.

[13] V. C. Ortiz Triana y A. Caicedo Rolón, «Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de,» *Revista Ingenieria Industrial*, vol. 19, nº 4, pp. 377-384, 04 Diciembre 2014.

[14] J. A. Gonzáles Gómez, K. Ortegón Mosquera y L. Rivera Cadavid, «Desarrollo de una Metodología de Implementacion de los Conceptos TOC (Teoria de Restricciones) para empresas Colombianas,» *Estudios Gerenciales*, vol. 19, nº 87, 2013.

[15] J. P. Reyes Vásquez, K. Alvares y R. Vásquez, «Dynamic Buffer Management for Raw Material Supply in the Footwear Industry,» *Journal of Industrial and Intelligent Information,* vol. 4, nº 1, pp. 1-8, 2016.

[16] T. G. Motoa Garavito, J. C. Osorio Gómez y J. P. Orejuela Cabrera, «Planificación Jeráquica de la Producción,» *Heuristica,* vol. 12, nº 22, pp. 35-50, 2013.

[17] S. L. Fonseca Rodriguez, J. Quintero, A. M. Fúquene , J. Saravia, C. A. Contreras y K. P. Domínguez, «Implementación de herramientas para el diagnóstico de innovación en una empresa del sector de calzado en Colombia,» *Administración e Innovación,* vol. 12, nº 3, pp. 310-329, 2015.

[18] J. W. Zartha Sossa y G. L. Orozco Mendoza, «Diagnostico de Estrategia de Innovación en Grupos de Investigación,» *Journal of Technology Management & Innovation,* vol. 12, nº 22, pp. 55-68, 2011.

[19] A. F. Montenegro Ballesteros y M. P. Meza Londoño, «Mejoramiento en el Sistema de producción para la empresa de terminado de cuero,» Tesis de Grado de Ingenieria Industrial, Cali, 2014.

[20] J. A. Maldonado, «Eumed,» 03 Julio 2013. [En línea]. Available: http://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/analisis.html. [Último acceso: 13 03 2016].

[21] L. Manene, «luismiguelmanene,» 19 08 2013. [En línea]. Available: http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_mdl/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivo_ventajas_elaboracion_fase.pdf. [Último acceso: 12 09 2016].

[22] B. L. Salazar, «Ingenieria Industrial Online,» 2016. [En línea]. Available: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/guia-para-elaborar-diagramas-de-proceso/. [Último acceso: 12 08 2016].

[23] K. Álvarez y J. Reyes, «Modelo tac (tambor – amortiguador – cuerda) para el abastecimiento de materia prima en la empresa calzado gamo's,» Tesis de Grado de Ingenieria Industrial, Ambato, 2014.

[24] G. Kanawaty, «Tecnicas del Estudio del Trabajo y su interacción,» de *Introducción al Estudio de Trabajo*, Ginebra , Oficina Internacional del Trabajo, 1998, p. 517.

[25] J. P. Reyes Vásquez, Aplicaciones en la Industria Ecuatoriana, Primera ed., Ambato: Estudio del trabajo, 2014, pp. 33-39,56-57.

[26] R. B. Chase y R. F. Jacobs, «Administración y Pronóstico de la Demanda,» de *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*, México, McGraw-Hill, 2011, pp. 483-486.

[27] J. Heizer y B. Render, «Planeación Agregada,» de *Principios de Administración de Operaciones* , Mexico, Pearson Educacion, 2009, pp. 528-531.

[28] R. D. Fiallos Castillo, «Proceso de ensamblaje de aviones no tripulados para el centro de investigación y desarrollo de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (CIDFAE),» Tesis de Grado de Ingenieria Industrial, Ambato, 2015.

[29] S. N. Chapman, de *Planificación y Control de la Producción*, Mexico, Pearson Educacion, 2006, p. 219.

[30] E. Goldratt y J. Cox, «Un proceso de mejora continua,» de *La Meta*, Mexico DF, Castillo, 2004.

[31] F. M. Bañuls, «La gestión de invetario por el proveedor,» *Vendor Managed Inventory,* vol. 22, nº 127, pp. 16-20, 2003.

[32] R. Ballou, Logística. Administracion de la Cadena de Suministros, Mexico: Pearson Educación, 2004.

[33] E. Suesca , M. Bermúdez , C. Mejía , L. Cobo y L. Rodríguez, «Diseño de celdas de manufactura considerando el balanceo de las cargas de trabajo con algoritmos geneticos,» *Ontare* , vol. 4, nº 1, pp. 89-120, 2016.

[34] M. Barrionuevo Zurita, «Integración de la metodología de cambio rápido de herramienta (SMED) para evaluación del proceso de troquelado en industrias de manufactura de calzado de cuero,» Tesis de Grado Ingenieria Industrial, Ambato, 2016.

[35] E. Armendáriz , «Planificacion de la produccion para el proceso de aparado en industrias manufactureras de calzado de cuero,» Tesis de Grado de Ingenieria Industrial, Ambato, 2017.

[36] E. Salazar, «Modelo de la Programación de la Manufactura de Calzado de Cuero en el Área de Montaje,» Tesis de Grado de Ingenieria Industrial, Ambato, 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de Empresas vinculadas a la CALTU

1. Almacén Mi Calzado
2. Bemuri
3. Benjamín Scatback
4. Calzado Alice
5. Calzado Baronis
6. Calzado Booms
7. Calzado Inola
8. Calzado Jarppers
9. Calzado Carolucy
10. Calzado Dimasport
11. Calzado Fames
12. Calzado Gabriel
13. Calzado Geolino
14. Calzado Guzmán
15. Calzado Gusmar
16. Calzafince
17. Calzado Hidalgo
18. Calzado Infantil Hércules
19. Calzado Chávez
20. Calzado Family
21. Calzado Rexell
22. Calzado Ralma
23. Calzado Samporio Internacional
24. Calzafer
25. Calzado Labertin
26. Calzado Lombardia
27. Calzado Palmes
28. Creaciones Luis Carlos
29. Creaciones Martha´s
30. Creaciones Pazmiño
31. Creaciones Vaness

32. Calzado Misshel
33. Calzado Nimrod
34. Calzado Zepol
35. Calzado de Seguridad Industrial Buffalo
36. Calzado Mera
37. Creaciones Pavis
38. Dacris DCR Footwear
39. D'Alexis
40. Discabar
41. Emicalza
42. Eximdoce S.A – Doce
43. Fábrica de Calzado Liwi
44. Facalsa
45. Fadicalsa
46. Fortecalza
47. Gamo's
48. Gariza
49. Incalsid
50. Indumiltex – Vortec
51. J. C. Shoes
52. Sforzo
53. Joshep's
54. Lady Rose
55. Luigi Valdini
56. Mil Pies
57. Plasticaucho Industrial
58. Producalza
59. Vecachi
60. Wonderland

Anexo 2. Formato de Levantamiento de Procesos

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES					
Procedimiento de Corte de Cuero para Calzado Casual Masculino					
Modelo		**Fecha**		**Revisión**	
Código		**Responsable**		Operario de Corte	
Área		**Proceso Anterior**		**Proceso Siguiente**	
Operador					
Género					
Posición					
Discapacidad					
Máquinas		**Entras**		**Salidas**	
Herramientas					
Método de Corte					
Descripción del Proceso				**Área de Trabajo**	
				Foto	
N°	**Actividades Realizadas**			**Observaciones**	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 3. Formato para Describir la Maquinaria Empleada

<table>
<tr><th colspan="6">Máquina Analizada</th></tr>
<tr><td rowspan="11">Foto</td><td>Marca</td><td></td><td>Modelo</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Año</td><td></td><td>Matricula</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>N°</td><td></td><td>Procedencia</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Largo (cm)</td><td>Voltaje</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ancho (cm)</td><td>Amperaje</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Altura (cm)</td><td>Fase</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Peso (kg)</td><td>Frecuencia</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Funcionamiento</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eléctrico</td><td></td><td colspan="2">Fuerza de Corte</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hidráulico</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Neumático</td><td></td><td colspan="2">Fuerza Eléctrica</td></tr>
<tr><td colspan="2">Transmisión</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

Anexo 4. Estudio de Tiempos de los Modelos Estudiados

Unidad de Tiempo: Minutos			**Elaborado por: Miguel Barrionuevo**				**Revisado por: Ing. Darwin Aldás**	
Modelo	**Área**	**Actividades**	**Cantidad de piezas**	**Tiempo Básico (min)**	**Tiempo Manual T.A.M. (min)**	**Tiempo de máquina (T.C.M.) (min)**	**Suplementos por descanso**	**Tiempo Tipo Estándar (min)**
EMPRESA A								
CSH	Troquelado	Corte de cuero	12	4,70	4,62	0,08	0,69	5,39
	Troquelado	Corte de complementos	10	2,40	2,00	0,40	0,30	2,70
DEM	Troquelado	Corte de cuero	18	2,36	0,96	1,40	0,12	2,48
	Troquelado	Corte de complementos	16	1,78	1,65	0,13	0,21	1,99
EMPRESA B								
S10	Troquelado	Corte de cuero	8	2,78	0,61	2,24	0,06	2,84
	Troquelado	Corte de complementos	16	1,55	0,46	1,15	0,05	1,57
S09	Troquelado	Corte de cuero	8	2,78	0,61	2,24	0,06	2,83
	Troquelado	Corte de complementos	16	1,55	0,45	1,15	0,05	1,55

Anexo 5. Diagrama Hombre. Modelo Casual

Operaciones para Cortar de Cuero	Tiempo de Máquina (min)	Máquina	Tiempo Manual (min)	Operador
Llenar la hoja de consumos.	5,31		0,08	
Selección de las bandas necesarias cubrir la demanda.				
Transportar las bandas de cueros al área de corte.				
Preparación de moldes para realizar cortes.				
Acomodar la banda de cuero mesa de trabajo.				
Revisar la calidad del cuero para realizar los cortes.				
Cortar piezas de cuero.				
Clasificar los cortes realizados.				
Pintar cortes de acuerdo a la talla.				
Operaciones para cortar Complementos	**Tiempo de Máquina (min)**	**Máquina**	**Tiempo Manual (min)**	**Operador**
Selección de complementos requeridos.	2,30		0,40	
Transporte de materiales al área de corte.				
Preparación de moldes para corte de complementos.				
Corte de Forros				
Corte de Esponjas.				
Corte de Celfil.				
Corte de Telas				
Contar cortes Requeridos				
Hacer lotes de los complementos				
Colocar complementos en gaveta para transporte				

En operación En Ocio

Anexo 6. Diagrama Hombre – Máquina. Modelo Deportivo

Operaciones para Cortar de Cuero	Tiempo de Máquina (min)	Máquina	Tiempo Manual (min)	Operador
Llenar la hoja de consumos.	1,40		1,08	
Alistar bandas de cuero requeridas				
Preparación de cantidad de bandas para lote requerido				
Transporte al área de corte automático				
Colocar banda de cuero sobre el tapete transportador				
Verificar la calidad de la banda de cuero				
Preparar la máquina automática				
Realizar cortes en la máquina autómata				
Pintar los cortes según las tallas				
Colocar cortes en gaveta para transporte				
Operaciones para cortar Complementos	**Tiempo de Máquina (min)**	**Máquina**	**Tiempo Manual (min)**	**Operador**
Selección de complementos requeridos.	0,13		1,86	
Transporte de complementos al área de troqueles				
Preparación de moldes para corte de complementos.				
Corte de Forros				
Corte de Esponjas.				
Corte de Celfil.				
Corte de Telas				
Contar cortes complementos requeridos				
Clasificar en lotes los complementos				
Colocar complementos en gaveta para transporte				

En operación En Ocio

Anexo 7. Diagrama Hombre – Máquina. Modelo Seguridad Industrial **S10 – S09**

Operaciones para Cortar de Cuero	Tiempo de Máquina (min)	Máquina	Tiempo Manual (min)	Operador
Llenar la hoja de consumos.	2,24		0,60	
Seleccionar bandas necesarias para cumplir la demanda				
Preparación de cantidad de bandas para lote requerido				
Transporte al área de troqueles				
Estirar la banda de cuero sobre la máquina troqueladora				
Verificar la calidad de la banda de cuero				
Preparar moldes de acuerdo al modelo				
Realizar cortes mediante máquina troqueladora				
Pintar los cortes según las tallas				
Colocar cortes en gaveta para transporte				
Operaciones para cortar Complementos	**Tiempo de Máquina (min)**	**Máquina**	**Tiempo Manual (min)**	**Operador**
Selección de complementos requeridos.	1,15		0,45	
Transporte de complementos al área de troqueles				
Preparación de moldes para corte de complementos.				
Corte de Forros				
Corte de Esponjas.				
Corte de Celfil.				
Corte de Telas				
Contar cortes complementos requeridos				
Clasificar en lotes los complementos				
Colocar complementos en gaveta para transporte				

En operación En Ocio

Anexo 8. Calendario de días laborables 2016-2017

junio 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

julio 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

agosto 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

septiembre 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9

octubre 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

noviembre 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

diciembre 2016						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

enero 2017						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

febrero 2017						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12

marzo 2017						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
27	28	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9

abril 2017						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7

mayo 2017						
lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

12/8/2016	Puente. Primer Grito de la Independencia
2/11/2016	Día de los Difuntos
3/11/2016	Independencia de Cuenca
4/11/2016	Puente Vacacional
27/2/2017	Feriado de Carnaval
28/2/2017	
14/4/2017	Viernes Santo
1/5/2017	Día del Trabajo
26/5/2017	Puente. 24 de mayo