

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE OPERACIONES COHORTE 2014



Tema: “Sistema de Programación y Control de la Producción de Calzado para la
Productividad”

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión
De Operaciones

Autor(a): Ing. Juan Fernando Guamán Tabango

Director(a): Ing. John Reyes Vásquez, Mg. Sc.


Ambato-Ecuador


2018


A LA UNIDAD DE TITULACION

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por el Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia Magister, presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ing. Cesar Aníbal Rosero Mantilla Mg., Ing. Edison Marcelo Coba Molina PhD., Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero Mg., Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato , para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “SISTEMA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO PARA LA PRODUCTIVIDAD” elaborado y presentado por el Ingeniero Juan Fernando Guamán Tabango, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de Operaciones. Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.


.....
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidente del Tribunal de Defensa


.....
Ing. Cesar Aníbal Rosero Mantilla Mg.
Miembro del Tribunal


.....
Ing. Edison Marcelo Coba Molina PhD.
Miembro del Tribunal


.....
Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema. “SISTEMA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO PARA LA PRODUCTIVIDAD”, le corresponde exclusivamente al: Ingeniero Juan Fernando Guamán Tabango, Autor; bajo la Dirección de la Ingeniero, John Paul Reyes Vásquez, Magíster, director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Juan Fernando Guamán Tabango
c.c: 100299224-4
Autor



Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.
c.c.: 110346439-0
Director

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ing. Juan Fernando Guamán Tabango', written over a horizontal dashed line.

Ing. Juan Fernando Guamán Tabango
c.c: 100299224-4

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mi hija María Alejandra por ser la inspiración de todas las cosas que hago en mi vida a mi esposa Carina por su apoyo, a mi familia que gracias a ellos pude alcázar este logro, además a mis grandes amigos “implacables” por ser uno de los más grandes apoyos que tuve en esta etapa de mi vida.

Juan Fernando Guamán Tabango

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Sra. María Antonia Perugachi (Antu) por ser la persona que me faltaría vida para agradecerle todo lo que ha hecho por mí y ser parte integral de este logro, a todos los maravillosos amigos y amigas que tuve el gusto de conocer en la ciudad de Ambato y al Ing. John Reyes por ser más que mi tutor de tesis ha sido un invaluable amigo.

Juan Fernando Guamán Tabango

ACRÓNIMOS

#	ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
1	ANDON	Andon es una expresión de origen japonés que significa "lámpara" y que se relaciona con el control visual
2	FAPS	Siglas en inglés (footwear advanced planning schedule system)
3	FCL	Flujo de caja libre
4	CIF	Costos indirectos de fabricación
5	KAIZEN	En minúscula, (改善, 'cambio a mejor' o 'mejora' en japonés) es traducido literalmente al español como "mejora continua" o "auto mejora" pero en la civilización occidental también engloba el concepto de un método de gestión de la calidad muy conocido en el mundo de la industria.
6	KANBAN	Kanban significa en japonés "Etiqueta de instrucción", es un dispositivo que contiene información de un producto, materia prima o componente, y es utilizado para el control de la producción y la mejora de procesos.
7	MO	Mano de obra
8	MP	Materia prima
9	PIB	Producto interno bruto
10	SMED	SMED (acrónimo de Single-Minute Exchange of Die) es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo.
11	TAKT TIME	tasa de compra del cliente
12	TIR	Tasa interna de retorno
13	VAN	Valor actual neto

GLOSARIO

#	PALABRA	SIGNIFICADO
1	APARADO	Aparado es la empresa o sección de esta que se encarga del trabajo de unir los cortes de piel u otro material del calzado.
2	CANTIDAD DE PRODUCCIÓN	Representa la máxima cantidad que se puede producir de un bien con un recurso.
3	COSTO DE PRODUCCIÓN	Son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.
4	LÓGICA ESBELTA	La producción esbelta es el conjunto integrado de actividades diseñado para lograr la producción mediante inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados.
5	MONTAJE	Es el proceso donde se monta las piezas del aparado en la orma y se dan los acabados finales
6	MUESTREO	Selección de un conjunto de elementos que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.
7	PRODUCCIÓN	La producción es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios.
8	TECNOLOGÍA DE GRUPOS	La tecnología de grupos es una filosofía creada en un momento en el que hay un aumento de empresas de producción, y estas buscan una forma de mejorar, incrementando la eficiencia y productividad.
9	TEMPLATE	Plantilla informática para todo el sistema de procesamiento
10	TIEMPO DE PRODUCCIÓN	Es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Está compuesto por los tiempos de: espera, preparación, operación y transferencia.
11	TROQUELADO	Proceso de cortado de las piezas que conforma el calzado.

ÍNDICE

PORTADA	I
A LA UNIDAD DE TITULACION	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ACRÓNIMOS	VII
GLOSARIO	VIII
ÍNDICE	IX
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
EXECUTIVE SUMMARY	XVII
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 TEMA.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Contextualización	3
1.2.2 Análisis crítico.....	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación.....	6
1.2.5 Preguntas directrices	6
1.2.6 Delimitación	6
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo principal	8
1.4.2 Objetivos secundarios	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
2.1.1 Introducción a la producción esbelta	9
2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	10
2.3 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	11
2.4 CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	12
2.5 VALOR AL CLIENTE Y DESPERDICIO	13
2.6 LÓGICA ESBELTA.....	13
2.7 CADENAS DE SUMINISTRO ESBELTAS	13
2.8 CADENA DE SUMINISTRO EN UN ENFOQUE ESBELTO.....	14
2.8.1 Proveedores esbeltos.....	14
2.8.2 Adquisición esbelta.....	15
2.8.3 Manufactura esbelta.....	15
2.8.4 Almacenamiento esbelto	15
2.8.5 Logística esbelta	15
2.8.6 Clientes esbeltos	15

2.9	MAPA DE FLUJO DE VALOR.....	16
2.10	DISEÑOS ESBELTOS.....	17
2.11	KANBAN	17
2.11.1	Mantenimiento preventivo	18
2.11.2	Tecnología de grupos (TG)	18
2.11.3	Calidad en la fuente	18
2.11.4	Producción justo a tiempo	18
2.12	PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN ESBELTA	18
2.12.1	Programa nivelado.	19
2.12.2	Congelación de ventana	19
2.12.3	Contraflujo.....	19
2.12.4	Carga uniforme en la planta	19
2.12.5	Sistemas de control de producción	19
2.12.6	Cuadros Kanban.....	20
2.13	SISTEMA ANDON: CONTROL VISUAL	20
2.13.1	Definición.....	20
2.13.2	Razones para implementar un sistema visual.....	20
2.13.3	Tipos de control visual (Andon).....	22
2.13.4	Tableros de información.....	22
2.13.5	Listas de verificación	22
2.13.6	TABLERO DE RESULTADOS.....	23
2.14	CURVA DE APRENDIZAJE	23
2.13.7	Formula de la curva de aprendizaje	24
2.15	HIPÓTESIS	24
2.15.1	Señalamiento de las variables de la hipótesis.....	24
CAPITULO III.....		26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		26
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.3	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES HIPÓTESIS	29
3.6	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	31
3.7	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	31
3.8	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	32
CAPÍTULO IV		33
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		33
4.1	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE CALZADO DESDE UNA PERSPECTIVA LEAN MANUFACTURING	33
4.1.1	Descripción del área de experimentación	33
4.1.1.1	Calzado Buffalo- industrial	33
4.1.2	Flujo de Procesos de Marcia Buffalo industrial	36
4.1.2.1	Troquelado.....	37
4.1.2.2	Aparado	38
4.1.2.3	Montaje.....	39
4.1.3	Estructura de la planta.....	41

4.2 EXPERIMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SOFTWARE FAPS EN TIEMPO REAL EN LA EMPRESA MARCIA BUFFALO INDUSTRIAL.....	42
4.2.1 Descripción del sistema Faps	42
4.2.1.1 Desarrollo del sistema FAPS.....	43
4.3 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	48
4.3.1 muestra de experimentación.....	48
4.3.2 Estado inicial de experimentación.....	48
4.3.3 Datos de experimentación.....	50
4.4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS	52
4.5 CURVA DE APRENDIZAJE.....	53
4.6 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	55
4.6.1 Planteamiento de la hipótesis	55
4.6.2 Selección del nivel de significancia.....	56
4.6.3 Análisis de la muestra	56
4.6.4 Especificación estadística.....	56
4.6.5 Especificación de las regiones de aceptación.....	56
4.6.6 Recolección de datos estadísticos.....	57
4.6.7 Decisión.....	58
4.7 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FAPS	58
CAPÍTULO V.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 CONCLUSIONES	60
5.2 RECOMENDACIONES	61
CAPÍTULO VI	62
PROPUESTA	62
6.1 DATOS INFORMATIVOS	62
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	62
6.3 JUSTIFICACIÓN	63
6.4 OBJETIVOS	64
6.4.1 Objetivo General.....	64
6.4.2 Objetivos Especifico.....	64
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	64
6.5.1 Organizacional.....	64
6.5.2 Ambiental.....	64
6.5.3 Económico financiero	65
6.5.4 Tecnológico.....	65
6.6 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO - TÉCNICO.....	65
6.6.1 Productividad.....	65
6.6.2 Inversión y productividad	66
6.6.3 Análisis de Inversión.....	66
6.6.4 VAN - Valor actual neto.	67
6.6.4.1 Criterio de decisión.	67
6.6.4.2 Fórmula.....	67
6.6.5 TIR - TASA INTERNA DE RETORNO.....	67
6.6.5.1 Criterios de decisión.....	67
6.6.5.2 Formula	68
6.7 METODOLOGÍA.....	68

6.8	ANÁLISIS FINANCIERO DEL SISTEMA FAPS.....	68
6.8.1	Análisis de los factores de producción.....	69
6.8.1.1	Materia prima.....	70
6.8.1.2	Mano de obra	71
6.8.1.3	Costos indirectos de fabricación.....	72
6.8.2	Resultados análisis de factores de producción	73
6.8.2.1	Tiempo de producción.....	73
6.8.2.2	Cantidad de producción.....	74
6.8.2.3	Costo de producción por unidad	74
6.9	ANÁLISIS DE INVERSIÓN INICIAL DEL SISTEMA FAPS	75
6.9.1	Elementos del presupuesto	75
6.9.1.1	Presupuesto.....	76
6.9.1.2	Análisis de precios unitarios.....	77
6.9.1.3	Cronograma	77
6.9.1.4	Fórmula polinómica	78
6.9.1.5	Desagregación tecnológica.....	79
6.9.2	Resultado del análisis de la inversión inicial	80
6.9.2.1	Ventas.....	80
6.9.2.2	Datos económicos país	81
6.9.2.3	Resultados del análisis del T.I.R y V.A.N.....	82
6.10	RETORNO SOBRE INVERSIÓN	83
6.10.1	Perspectiva en función de los flujos de efectivo.....	83
6.10.2	Perspectiva en función del ahorro en la producción	84
6.11	EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FAPS.....	84
6.12	CONCLUSIONES	86
6.13	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	89
	ANEXOS.....	91

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del problema.	4
Figura 2. Categorías fundamentales.	10
Figura 3. Constelación de ideas variable independiente.	11
Figura 4. Constelación de ideas variable dependiente.....	12
Figura 5. Metodologías, herramientas y técnicas en Producción Esbelta	14
Figura 6. Proceso de manufactura	16
Figura 7. Símbolos del esquema de la cadena de valor.....	17
Figura 8. Tablero de información.....	22
Figura 9. Tablero de resultados	23
Figura 10:Curvas de aprendizaje trazadas en forma de tiempos y números de unidades.	24
Figura 11. Botas industriales B-01.	35
Figura 12. Dieléctrico Industriales D-01	35
Figura 13. Mujer Industrial M-01	35
Figura 14. Rebajado industrial R-01	36
Figura 15. semi botín industrial s-16.....	36
Figura 16. Procesos de fabricación.....	37
Figura 17. Troquelado	37
Figura 18. Aparada área 1	38
Figura 19. Aparada área 2	38
Figura 20. Ojalillado.....	39
Figura 21. Moldeado	39
Figura 22. Montaje de suela 1	40
Figura 23. Montaje de suela 2	40
Figura 24. Producto terminado.....	41
Figura 25. Distribución de la empresa marcia-buffalo industrial	42
Figura 26. flujo de información del sistema FAPS	43
Figura 27. Inicio de interfase FAPS	44
Figura 28. Ventana de menú FAPS	44
Figura 29: Ingreso de datos del cliente.....	45
Figura 30. Ingreso de orden.....	45
Figura 31. Cantidad de unidades.	45
Figura 32. Ingreso de turno	46
Figura 33. Designación a las líneas de producción.	46
Figura 34. Designación de la orden de trabajo.	47
Figura 35. Asignación de líneas de producción.....	47
Figura 36. Asignación de líneas	47
Figura 37:Flujo de proceso.....	51
Figura 38: Curva de aprendizaje del sub proceso de troquelado (generado por Matlab 2015)	54
Figura 39: Curva de aprendizaje del sub proceso de Aparado (generado por Matlab 2015)	54
Figura 40:Curva de aprendizaje del sub proceso de Montaje (generado por Matlab 2015)..	54
Figura 41:Curva de aprendizaje del proceso. (generado por Matlab 2015)	55
Figura 42: Tabla de distribución t para la validación de la hipótesis. (generado por Matlab 2015)	57
.....	57
Figura 43: Ecuación del VAN en función del TIR.....	68
Figura 44: Curva de inversión del proyecto.	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Tabla de tiempos de producción talla 39 lote 6 pares.....	27
Tabla II: Tabla de tiempos de producción talla 40 lote 6 pares	28
Tabla III: Tabla de tiempos de producción talla 41 lote 6 pares	28
Tabla IV: Descripción de la Variable Independiente.....	29
Tabla V. Descripción de la Variable Dependiente	30
Tabla VI: Recolección De Información.	31
Tabla VII: Tabla de tiempos iniciales con reajuste de desempeño.....	48
Tabla VIII: Análisis de parámetros iniciales de desempeño de procesos	49
Tabla IX: Parámetros ideales del sistema de desempeño	49
Tabla X: Tiempos de experimentación	50
Tabla XI: Tiempos reajustados de experimentación	50
Tabla XII: Análisis de eficiencia del proceso de producción.....	50
Tabla XIII: Análisis de eficiencia del proceso de producción reajustados	51
Tabla XIV: Análisis de parámetros de experimentación	52
Tabla XV: Datos iniciales de la curva de aprendizaje	53
Tabla XVI: Resultado de análisis de la curva de aprendizaje	53
Tabla XVII: Validación de la experimentación en función de la eficiencia.	57
Tabla XVIII: Validación de la experimentación en función de la capacidad de producción	58
Tabla XIX: Presentación de resultados.....	59
Tabla XX: Ordenes de producción	69
Tabla XXI: Costo de materia prima.....	70
Tabla XXII: Costo de materia prima por proceso	71
Tabla XXIII: Conceptos de análisis para el cálculo de mano de obra.	71
Tabla XXIV: Tiempos de procesos de producción.....	71
Tabla XXV: Mano de obra por cantidad y por disponibilidad de tiempo por cada proceso	72
Tabla XXVI: Porcentajes de depreciación	72
Tabla XXVII: Costos indirectos de fabricación	72
Tabla XXVIII: Porcentajes de distribución de tiempos.....	73
Tabla XXIX: CIF por cantidad de producción	73
Tabla XXX: CIF por tiempo disponible	73
Tabla XXXI: Tiempo de producción	74
Tabla XXXII: Cantidad de producción,.....	74
Tabla XXXIII: Costo de fabricación escenarios en base a la cantidad por mes	75
Tabla XXXIV: Presupuesto sistema FAPS (generado por PROEXCEL)	76
Tabla XXXV: Desglose de componentes de presupuesto del sistema FAPS (generado por PROEXCEL)	76
Tabla XXXVI: Desembolso del cronograma valorado.....	78
Tabla XXXVII: Fórmula polinómica del proyecto FAPS	78
Tabla XXXVIII: Desagregación tecnológica del proyecto FAPS.....	79
Tabla XXXVIII: Desagregación tecnológica del proyecto FAPS.....	80
Tabla XL: Ventas netas Marcia Buffalo industria.....	80
Tabla XLI: Proyección de incremento de ventas.....	81
Tabla XLII: Flujos de efectivo en función de las ventas	81

Tabla XLIII: Inflación y PIB del Ecuador diciembre 2017	81
Tabla XLIV: Flujos de efectivo en función de los datos económicos del país	82
Tabla XLV: Flujo de efectivo para análisis en función de ventas.....	82
Tabla XLVI: Flujo de efectivo para análisis en función de datos económicos.....	82
Tabla XLVII: Resultados TIR y VAN.....	83
Tabla XLVIII: Análisis de retorno de inversión con PAYBACK.....	84
Tabla XLIX: Análisis de inversión en base a la cantidad de producción	84
Tabla L: Resultados TIR y VAN.....	86

RESUMEN EJECUTIVO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE OPERACIONES

Tema: “SISTEMA DE PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO PARA LA PRODUCTIVIDAD”

Autor: Ing. Juan Fernando Guamán Tabango

Director: Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

Fecha: 30 de mayo del 2018

El presente trabajo de investigación se enfoca en analizar los efectos sobre la productividad en la industria del calzado con la implementación de un sistema de programación y control que fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, en el proyecto “Optimización operacional basada en un sistema dinámico esbelto de alerta de fallas en los procesos de producción para las industrias de calzado” y como coordinador principal el Ing. John Reyes, Msc.

Como resultado del proyecto principal se desarrolla el sistema FAPS por sus siglas en inglés (footwear advanced planning schedule system), este sistema trabaja con un algoritmo que en base a los principios de lean manufacturing o manufactura esbelta genera una distribución sobre las líneas de producción según el tipo de calzado que se desee producir en función de los requerimientos de la empresa. Por medio de la herramienta ANDON el sistema FAPS muestra a los trabajadores en las áreas de producción en qué estado se encuentra las ordenes planificadas con lo que se pueden tomar medidas correctivas en forma rápida para mejorar la productividad.

Para la evaluación del sistema FAPS se realizó en la empresa Marcia Buffalo industrial ubicada en la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua, en el trabajo se evaluar dos factores de la productividad como es la eficiencia basada en los tiempos de producción y la capacidad de producción por hora.

Otro de los parámetros que se analizó en este trabajo son los beneficios económicos que generaría la implementación del sistema FAPS y su inversión inicial por medio de herramientas de decisión en el ámbito económico, con lo que se generó una evidencia sistemática para evaluar la productividad y los beneficios de este sistema. Corroborando lo generado en la investigación del proyecto principal.

Descriptor: Productividad, lean manufacturing, FAPS, mano de obra, costos indirectos de fabricación, materia prima, industria, optimización, ANDON, cadena de suministros.

EXECUTIVE SUMMARY

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Faculty of Engineering in Systems, Electronics and Industrial

MASTER'S DEGREE IN OPERATIONS MANAGEMENT

Tema: “PROGRAMMING AND CONTROL SYSTEM OF THE PRODUCTION OF FOOTWEAR FOR PRODUCTIVITY”

Author: Eng. Juan Fernando Guamán Tabango

Director: Eng. John Paul Reyes Vásquez, Msc.

Date: May 30, 2018

The present research work focuses on analyzing the effects on productivity in the footwear industry with the implementation of a programming and control system which was developed in the Faculty of Engineering in Systems, Electronics and Industrial of the Universidad Técnica de Ambato, in the Project “Operational optimization based on a dynamic slender alert system failures in processes of production for the footwear industry”; and as chief engineer John Reyes, Msc Coordinator.

As a result of the main project system FAPS develops for its acronym (footwear advanced planning schedule system), this system works with an algorithm that based on the principles of lean manufacturing generates a distribution on the production lines according to the type of footwear that you want to produce according to the requirements of the company. By means of the ANDON tool, the FAPS system shows the workers in the production areas in which the planned orders are located, with which corrective measures can be taken quickly to improve productivity.

For the evaluation of the system FAPS was carried out in the company Marcia Buffalo industry located in the city of Ambato, Tungurahua province, at work be evaluated two productivity factors is based on the times of production efficiency and the production capacity per hour.

Other parameters were analyzed in this work are the economic benefits which would lead to the implementation of the system FAPS and your initial investment through economic decision tools, bringing systematic evidence was generated to evaluate the productivity and the benefits of this system. Corroborating it generated in the investigation of the main project.

Descriptors: Productivity, lean manufacturing, FAPS, labor, indirect costs of manufacturing, raw materials, industry, optimization, ANDON, supply chain.

INTRODUCCION

El proyecto de investigación tiene como finalidad el de establecer una propuesta de implementación de un sistema de planificación y control de producción para lograr una mejora en la productividad, la realización de esta finalidad se realiza en base a un sistema llamado FAPS que fue desarrollado en base a los conceptos de lean manufacturing creado en la facultad de ingeniería de sistemas, electrónica e industrial de universidad técnica de Ambato.

En el capítulo I, denominado El Problema, enmarca la contextualización, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, interrogantes de la investigación, delimitación del objeto, justificación, objetivo general y específico. Determina un enfoque sobre el sistema de planificación y control.

En el capítulo II, denominado marco teórico, contiene antecedentes investigativos, fundamentación legal, técnica y filosófica, red de inclusiones conceptuales, constelación de ideas de las variables e hipótesis. los conceptos bases y el enfoque sobre lean manufacturing sobre el cual está desarrollado el sistema de planificación y control.

En el capítulo III, contempla la Metodología, determina la modalidad básica de la investigación, población, muestra, operatividad de las variables, técnicas e instrumentos, plan de recolección de información. La metodología que permite estructurar las variables de investigación.

En el capítulo IV, Este capítulo contiene el análisis y experimentación del sistema por cada área de proceso de producción de la empresa donde se realizo el trabajo de investigación, además se encuentra la interpretación de los datos obtenidos en relación a la productividad.

En el capítulo V, conformado por Conclusiones y Recomendaciones, obtenidas de los resultados de la investigación.

En el capítulo VI, Se encuentra la propuesta de investigación, la cual contempla el análisis financiero y la viabilidad para la implementación del sistema de control y planificación para la mejorar de la productividad en el área del calzado.

Capítulo I

El Problema De Investigación

1.1 Tema

Sistema de Programación y Control de la Producción de Calzado para la Productividad

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

A la industria del calzado de la provincia de Tungurahua requieren mano de obra calificada que cuente con parámetros de calidad y profesionalismo. Pero los costos de producción de la industria nacional es un limitante para ser competitivo a nivel de la industria, Luego de la inserción de salvaguardas arancelarias impuestas en 2009 el sector aspira a cerrar en 28 millones de pares la producción de 2015, esto es cuatro millones menos de la demanda anual del país [1].

La industria del calzado en el Ecuador se ha fortalecido en los últimos 6 años y genera en el país unos 100.000 empleos directos e indirectos[2], actualmente se tiene alrededor de 5.000 productores ecuatorianos de una industria existente en el país, siendo Tungurahua donde se concentra el 50% de la producción nacional, seguida de Guayas con el 18%, Pichincha está en tercer lugar con el 15%, Azuay con el 12%, entre otras[2]. El presente proyecto se desea la implementación de un sistema de programación y control para la optimización de la producción de calzado de cuero en las industrias de manufactura de calzado de Tungurahua.

Porque en la industria de calzado existe problemas como la reducción de la productividad ocasionado por la inadecuada programación y control sobre los pedidos u ordenes de producción, para el desarrollo del proceso se analizará en base a un sistema informático de alertas en los procesos de producción, en base al sistema de control Andon[3].

Este sistema de control permite al operario de cada proceso reaccionar efectiva y oportunamente frente a eventos de fallas en los procesos productivos, indicadores de eficiencia y costos de calidad. Para lo cual se utilizó tecnología de control basado en los estándares establecidos en cada proceso de producción, producto del estudio. Así mismo se obtendrá reportes para el monitoreo en tiempo real del desempeño de procesos de manufactura. El proyecto se realizará la experimentación en base al modelo operativo y sistema de control de fallas de los procesos en una industria de calzado para cuantificar el impacto económico y la generación de estrategias para la implementación en las demás industrias de Tungurahua.

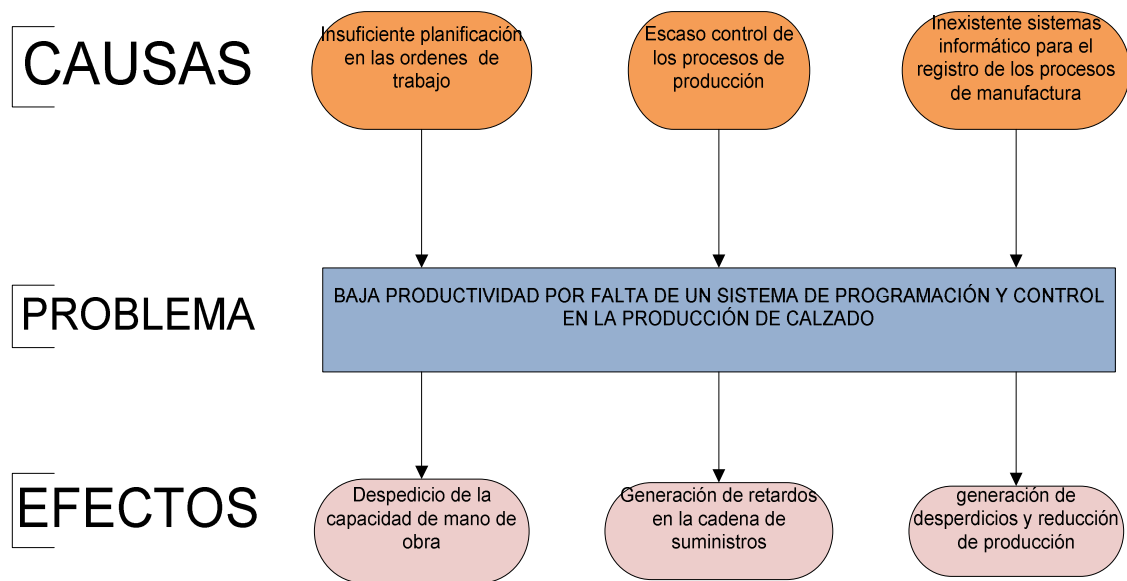


Figura 1. Árbol del problema.

1.2.2 Análisis crítico

Desde el desarrollo del sistema de manufactura esbelta (en inglés, Lean Manufacturing), los resultados muestran que aproximadamente el 80% de las empresas que han implementado la lógica esbelta, han tenido mejoras generando alta productividad en los diferentes procesos de producción, la reducción de tiempo de espera, respeto al trabajador, movimientos incensarios, desagregación del inventario y necesidad de espacio

Lean manufacturing (LM) tiene gran impacto en empresas que lo han implementado LM debido a los beneficios a hacia la empresa y el cliente. Lean manufacturing implica una

variedad de principios y técnicas, todas ellas con el mismo objetivo final: eliminar las actividades que no agregan valor al proceso o servicio en que se implemente con el fin de dar la mayor satisfacción al cliente. Entre los factores que mejora la implementación de este sistema está el incremento de flexibilidad, calidad, productividad y desagregar el inventario.

Andon es un sistema utilizado para alertar de problemas en un proceso de producción, respetando la cadencia de producción estándar y sin problemas de calidad y la seguridad, Los sistemas más evolucionados pueden detallar aún más los tipos de error, comunicar los fallos a una red informática y registrar datos sobre el funcionamiento del puesto o de la línea de producción como el que se dese desarrollar.

La meta de lean manufacturing es diseñar y establecer líneas de manufactura capaces de producir sus productos en el tiempo mínimo para fabricar el producto, para ello la implementación de herramientas de lean manufacturing en un sistema de control dinámico de producción contribuye al control del inventario en proceso, reducción de tiempo al menor costo posible.

1.2.3 Prognosis

En la actualidad la optimización de recursos es un tema de gran importancia sea por cuestiones económicas o ambientales, la correcta utilización de recursos y la reducción de desperdicios genera beneficios a la empresa el factor o indicador que nos muestra esto es la productividad.

En lo que respecta a el área de producción el hecho de no implementar un sistema que ayude en forma técnica para la planificación y diseño sobre el manejo de la productividad sea por la materia prima, las horas hombre y principalmente por el cumplimiento de las ordenes de producción que son en base a la demanda que quiere satisfacer la empresa. Esto generaría desperdicio de la mano de obra y la reducción de la productividad, lo que es una pérdida de ingresos hacia la empresa.

Por esto es de gran importancia analizar y experimentar con un sistema de tipo informático y amigable que genere en forma rápida los puestos de trabajo, muestra las órdenes que se desea producir, además en forma constante visualizar la productividad sobre la orden para que toda la cadena de producción y pueda visualizaren que punto de cumplimientos se encuentran, lo

que mejorara considerablemente la productividad para generar mayores beneficios a la empresa sean privadas o particulares.

1.2.4 Formulación

¿Cómo incide la implementación de un sistema de programación y control de la producción en la productividad de calzado?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Existe problemas de producción debido a falta de información en el are de trabajo?

¿Qué tipo de control existe en los puestos de trabajo Marcia Búfalo Industrial?

¿Cuál es el estado actual de los procesos?

¿Qué cambios se generan aplicando sistema informático en los procesos productivos?

1.2.6 Delimitación

Campo: Gestión de Operaciones

Área: Desarrollo Organizacional

Aspecto: Gestión del desarrollo organizacional y operacional

Delimitación espacial: Calzado Marcia búfalo Industrial

Delimitación de la Unidad de Observación: Calzado Marcia búfalo Industrial

Delimitación Temporal: La investigación se realizará en un periodo de 6 meses a partir de la aprobación del proyecto.

1.3 Justificación

El gobierno ecuatoriano ha proyectado el cambio de matriz productiva como una de las prioridades dentro del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (PNBV), con los objetivos

cuatro y diez que hacen referencia al impulsar el cambio de matriz productiva, promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales. El cambio de la matriz productiva del país implica el trabajo conjunto de catorce sectores estratégicos, entre ellos se tiene a la Industria de Confecciones y Calzado [4].

Actualmente la industria enfrenta serios problemas como el alto costo de las materias primas, falta de mano de obra calificada y la competencia desleal de quienes no cumplen las normas laborales, indican los productores, o por el ingreso de zapatos de contrabando de Perú o Colombia y que luego se etiquetan como hechos en Ecuador [5]. El problema que esta investigación trata de resolver es el inadecuado control técnico de los procesos de producción que inciden en la productividad de las empresas de calzado. En este contexto hoy en día apenas el 5 % de la oferta de los productores tiene los estándares para competir fuera del país[5].

Investigaciones previas indican que la optimización del proceso productivo se logra hasta un 80 % por mejoramiento continuo y de 20 % a 30 % por compra de Maquinaria. Basándose en este enfoque definir en forma clara y científica los “Estándares” o “Indicadores” esperados de productividad para los grupos de trabajo, trabajos como “ ”instalar “Tableros Visibles” para el registro de las producciones logradas por cada equipo y registrar día a día y de manera metódica los daños o re-procesos que se ocasionen con sus debidos responsables generarán ventajas competitivas para la industria [6].

Además, este trabajo es fundamental para el proyecto de investigación UTA titulado “Optimización operacional basada en un sistema dinámico esbelto de alerta de fallas en los procesos de producción para las industrias de calzado”, de este proyecto se generó el sistema FAPS por sus siglas en inglés (footwear advanced planning schedule system) que significa sistema de programación de planificación avanzada para calzado, debido a que se puede cuantificar, experimentar y analizar los efectos del sistema en una industria del calzado específicamente en MARCIA Búfalo industrial.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo principal

Elaborar una propuesta para la implementación de un sistema de programación y control de producción para la mejora de la productividad

1.4.2 Objetivos secundarios

- a) Elaborar un estado actual de conocimiento para programación y control de la producción utilizando herramientas Lean Manufacturing.
- b) Analizar los procesos de producción de calzado desde una perspectiva Lean Manufacturing.
- c) Experimentar la utilización del prototipo de software FAPS en tiempo real en los procesos de producción en calzado Marcia Búfalo Industrial.
- d) Evaluar la productividad para establecer la mejor alternativa de implementación definitiva en la empresa en calzado

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes Investigativos

2.1.1 Introducción a la producción esbelta

Al terminar de la Primera Guerra Mundial Henry Ford y Alfred Sloan (General Motors) cambiaron la manufactura artesanal –utilizada por siglos y dirigida por las empresas europeas– por manufactura en masa. En gran parte como resultado de ello, Estados Unidos pronto dominó la economía mundial. Luego de la Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la fábrica de automóviles Toyota, empezaron a utilizar el concepto de lean manufacturing [7][8].

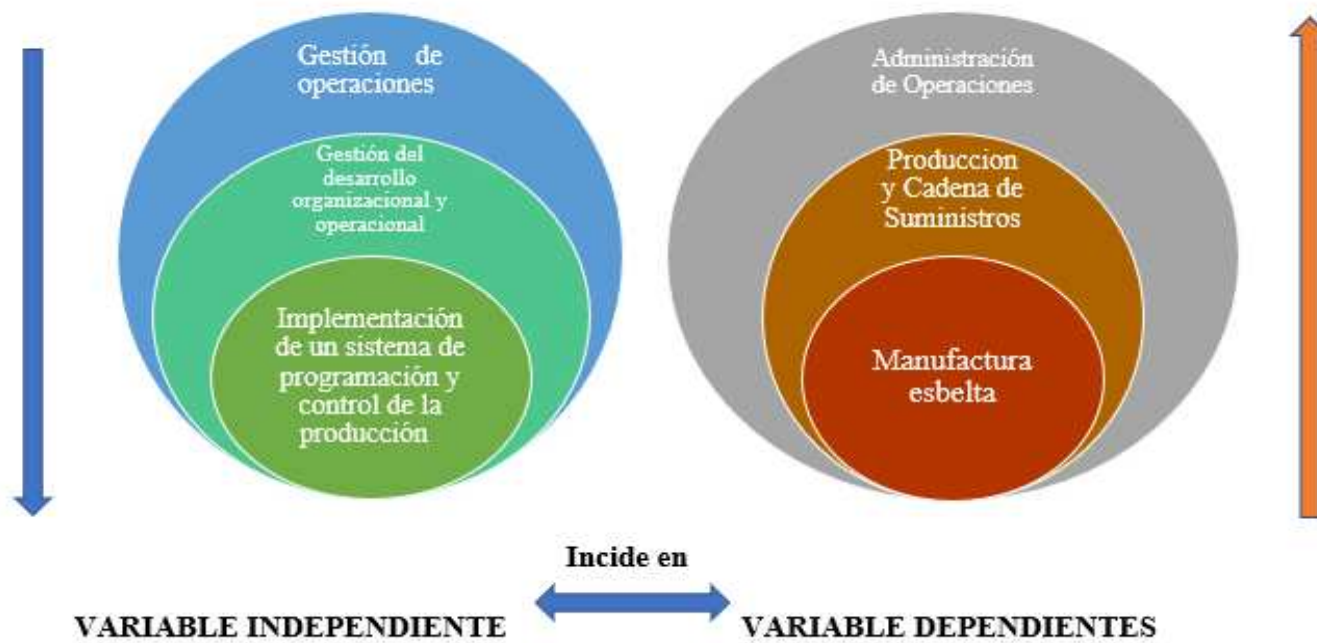
En 1950 Eiji Toyoda visitó por tres meses la planta de Rouge de Ford en Detroit, un tío la había visitado en 1929. La Toyota Motor Company fue fundada en 1937. En 1950, después de 13 años de trabajo y esfuerzo producían 2,685 automóviles, comparados con los 7,000 que producían diariamente en Rouge[8].

Después de estudiar cuidadosamente cada centímetro de la planta Rouge, que era el más grande y eficiente del mundo, Eiji indicó a la sede que había encontrado algunas posibilidades para mejorar el sistema de producción. Se encontró que copiar y mejorar lo que había visto en Rouge sería muy difícil, por lo que Eiji Toyoda y Taiichi Ohno concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar en Japón. De esta conclusión, nació lo que llamaron “Sistema de Producción Toyota”, a lo que actualmente se le conoce como Manufactura Ágil (Lean Manufacturing). El surgimiento de Japón a su preeminencia económica actual, rápidamente fue seguido por otras empresas, copiando este notable sistema[9].

La base del pensamiento “esbelto” llegó de conceptos de producción de justo a tiempo (JIT) la empresa japonesa Toyota prácticamente inicio. Aunque Ford aplicó conceptos de producción JIT cuando modernizó sus líneas de montaje de automóviles [7][9].

2.2 Categorías fundamentales

Figura 2. *Categorías fundamentales.*



2.3 Constelación de ideas de la variable independiente.

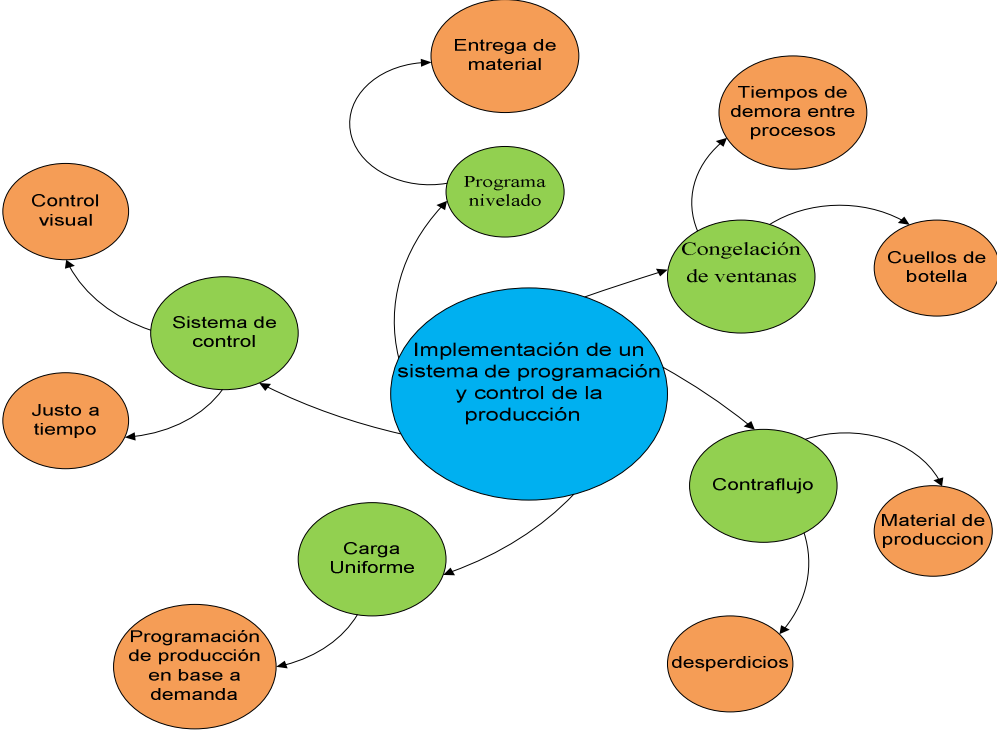


Figura 3. Constelación de ideas variable independiente.

2.4 Constelación de ideas de la variable dependiente.

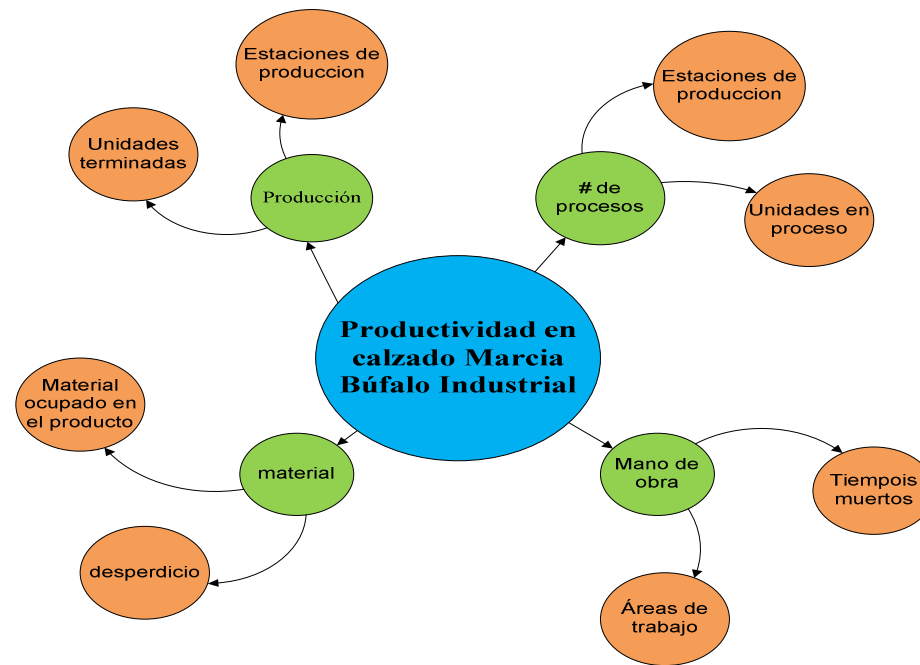


Figura 4. Constelación de ideas variable dependiente

2.5 Valor al cliente y desperdicio

El valor al cliente, en el contexto de la producción esbelta, se define como algo por lo cual el cliente está dispuesto a pagar. Las actividades que agregan valor transforman materiales e información en algo que el cliente desea. Las actividades que no agregan valor consumen recursos y no contribuyen directamente al resultado final deseado por el cliente. El desperdicio, por tanto, se define como cualquier cosa que no agrega valor al producto o servicio[10][9].

Entender la diferencia entre valor y desperdicio, y procesos de valor agregado y no agregado, es fundamental para entender la producción esbelta. A veces no es fácil discernir la diferencia cuando se ve toda la cadena de suministro. La mejor forma es ver los componentes individuales y aplicar un pensamiento de adelgazamiento a cada uno.

2.6 Lógica esbelta

La producción esbelta es el conjunto integrado de actividades diseñado para lograr la producción mediante inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados. La necesidad de producción se crea con base en la demanda real del producto. En teoría, cuando un artículo se vende, el mercado demanda (“jala”) un reemplazo de la última posición en el sistema; el ensamblado final, en este caso[10].

Esto da lugar a una orden en la línea de producción de la fábrica, donde un obrero demanda otra unidad de una estación hacia arriba en el flujo para reemplazar la unidad tomada. Esta estación hacia arriba demanda a su vez de la siguiente estación más arriba y así sucesivamente, hasta la liberación de la materia prima. Para que este proceso funcione sin problemas, la producción esbelta requiere de altos niveles de calidad en cada etapa del proceso, relaciones sólidas con los proveedores y una demanda predecible del producto final [7].

2.7 Cadenas de suministro esbeltas

Producción esbelta es un paradigma que tiene como base un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios. Establece una filosofía de gestión enfocada a la creación de valor, para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios.

Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados[11].

Herramientas básicas	Kaizen
	VSM (Value Stream Mapping)
	5 S's
	Andon
Herramientas para mejorar la efectividad	TPM (Total Productive Maintenance)
	Manufactura Celular
	SMED
Herramientas para mejorar la calidad	Herramientas de Calidad (Herramientas Estadísticas)
	Soifuku
	Poka Yoke
	Jidoka
	8 D's
	Six Sigma
Herramientas para el control de materiales y producción	Kanban
	Heijunka
	Takt Time
	Shojinka

Figura 5. Metodologías, herramientas y técnicas en Producción Esbelta[11]

La creación de valor se focaliza en la reducción de los ocho tipos de desperdicios en productos manufacturados eliminando el desperdicio, mejorando la calidad y reduciendo el tiempo de producción y el costo.

Se han identificado ocho tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, estos desperdicios son: sobreproducción, inventario, reparación y rechazos, movimientos innecesarios, procesamiento incorrecto, tiempo de espera y talento humano. En la Tabla 1 se clasifican los métodos, herramientas y técnicas que se proponen en la teoría de producción esbelta, con el objetivo de eliminar los desperdicios.[9], [11].

2.8 Cadena de suministro en un enfoque esbelto.

2.8.1 Proveedores esbeltos.

Los proveedores esbeltos pueden responder a los cambios. Sus precios suelen ser más bajos en virtud de las eficiencias de sus procesos esbeltos, y la calidad que ofrecen mejora al punto que no es necesaria la siguiente inspección en el eslabón correspondiente[9], [10].

2.8.2 Adquisición esbelta.

Una clave para la adquisición esbelta es la automatización. La adquisición electrónica se relaciona con transacciones, compras, cotizaciones y subastas automáticas mediante aplicaciones basadas en internet, y con el software que elimina la interacción humana y se integra a los informes financieros de la empresa. La clave para una adquisición esbelta es la visibilidad[12].

2.8.3 Manufactura esbelta.

Los sistemas de manufactura eficiente producen lo que los clientes desean, en la cantidad que desean, cuando lo desean y con mínimo de recursos. La aplicación de conceptos eficientes en la manufactura por lo general presenta las mejores oportunidades para la reducción de costos y mejora de la calidad[9].

2.8.4 Almacenamiento esbelto

Se relaciona con la eliminación de pasos que no agregan valor, así como con el desperdicio en procesos de almacenamiento de productos. Las funciones comunes incluyen lo siguiente: recepción de material, recolección-almacenamiento, reabastecimiento de inventario, recolección de inventario, empaque para envío y envío[13].

2.8.5 Logística esbelta

Los conceptos de logística esbelta se aplican a las funciones asociadas al movimiento de material por el sistema. Algunas áreas fundamentales son la selección y agrupamiento de órdenes de modo optimizado; cargas de camiones con paradas múltiples combinadas; ruta optimizada; transferencia de carga en tránsito; procesos de transporte de importación/exportación[13].

2.8.6 Clientes esbeltos

Los clientes esbeltos tienen una gran comprensión de las necesidades de sus negocios y especifican necesidades sensatas y coherentes; consideran valiosa la rapidez y flexibilidad, y

esperan altos niveles de eficiencia en entregas; se interesan en establecer relaciones eficientes con sus proveedores[14].

2.9 Mapa de flujo de valor

El mapa de flujo de valor (VSM, en inglés) es un tipo especial de herramienta de diagramas para el desarrollo de procesos esbeltos. Con esta técnica se visualizan flujos de productos por diversos pasos de procesamiento. La herramienta también ilustra flujos de información que resultan del proceso, así como información para controlar el flujo por un proceso[15].

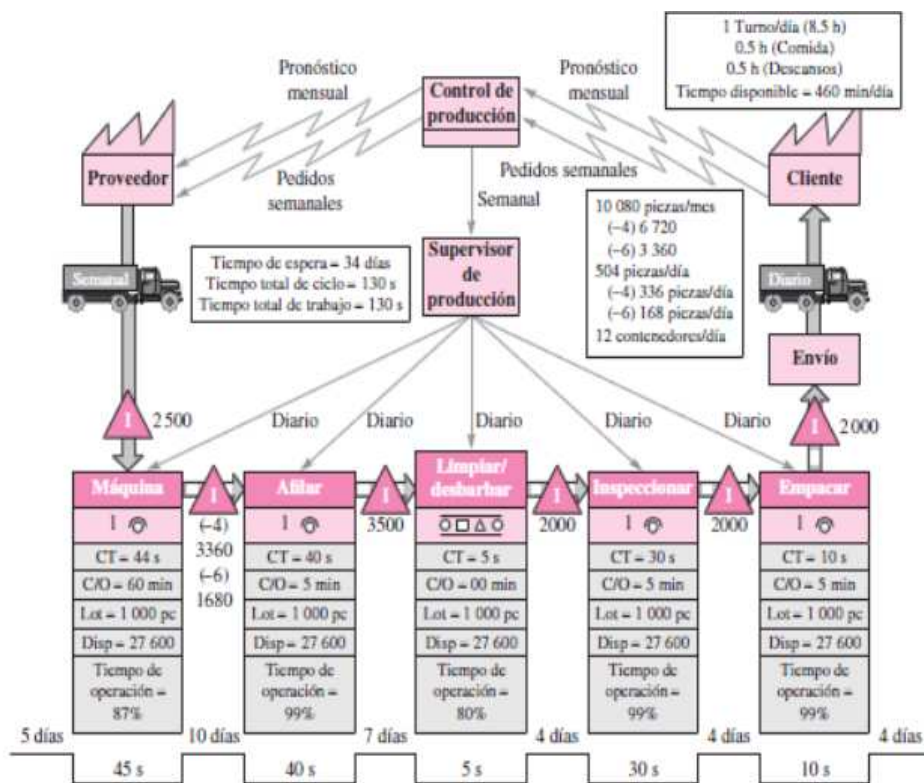


Figura 6. Proceso de manufactura[9]

En el contexto de un proceso de producción como una planta manufacturera, con esta técnica se identifican todos los procesos que agregan valor y los que no agregan valor a los que se someten los materiales en una planta, desde materia prima que ingresa en la planta hasta la entrega al cliente[15].

Con este mapa se identifican procesos y flujos con desperdicio para modificarse o eliminarse, y el sistema de manufactura sea más productivo. Este sistema es útil para analizar lo que en realidad en la Figura 6 se muestra un VSM de un proceso de manufactura[16].

2.10 Diseños esbeltos

La producción esbelta requiere que la planta esté diseñada para garantizar un flujo de trabajo equilibrado con un inventario mínimo de trabajo en proceso[17]. Con lo que se debe y visualizar la manera de cómo se relacionan todos los aspectos del sistema sea externa e interna con la simbología que se observa en la Figura 7, en si se debe tener en cuenta los siguientes temas y la definición de Kanban.

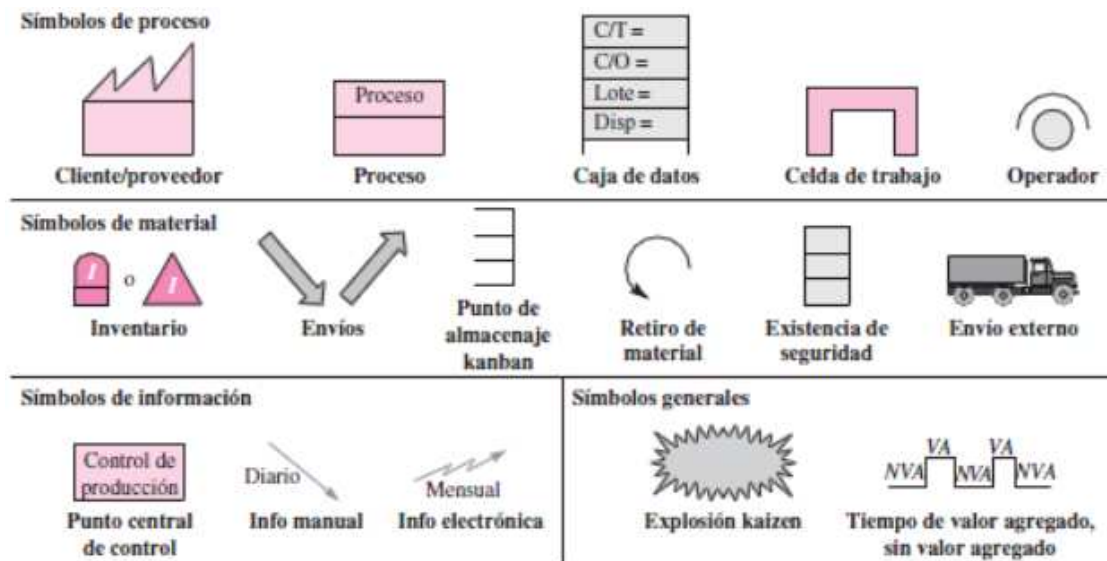


Figura 7. Símbolos del esquema de la cadena de valor[9]

2.11 Kanban

Kanban significa en japonés “Etiqueta de instrucción”, es un dispositivo que contiene información de un producto, materia prima o componente, y es utilizado para el control de la producción y la mejora de procesos. Está muy relacionado con Just in time (JIT), ya que permite una mejora continua del sistema productivo, reduciendo desperdicio e inventarios.[18] “Un Kanban, o letrero, se fija en partes específicas de la línea de producción que significa la entrega de una cantidad dada. Cuando han sido usadas todas las partes, el mismo letrero se regresa a su origen en donde se convierte en una orden más. Generalmente la tarjeta Kanban contiene

información del número de parte del componente, cantidad requerida, donde debe ser almacenado, etc. Es necesario utilizar las tarjetas Kanban en casos específicos nombrados en “Justo a tiempo” [12].

2.11.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo para garantizar que no se interrumpan la producción debido al tiempo de inactividad o al mal funcionamiento del equipo. El mantenimiento preventivo comprende la inspección periódica y el diseño de reparaciones para que una máquina sea confiable[19].

2.11.2 Tecnología de grupos (TG)

Es una filosofía en la cual las piezas similares se agrupan en familias, y los procesos necesarios para hacer las piezas se organizan en una celda de trabajo especializada[16]. En lugar de transferir trabajos de un departamento a otro a los trabajadores especializados, la TG considera todas las operaciones necesarias para elaborar una pieza y agrupa esas máquinas[9].

2.11.3 Calidad en la fuente

significa hacer bien las cosas desde la primera vez y, cuando algo sale mal, detener de inmediato el proceso o la línea de ensamblado. Los obreros de las fábricas se convierten en sus propios inspectores y son responsables de la calidad de su producción[20].

2.11.4 Producción justo a tiempo

Justo a tiempo significa producir lo que se necesita cuando se necesita y no más. Cualquier cantidad que exceda el mínimo requerido se considera un desperdicio, porque se invierte esfuerzo y material en algo que no es necesario en ese momento. Este enfoque contrasta con el almacenamiento de material adicional por si algo sale mal[8].

2.12 Programas de producción esbelta

Un sistema esbelto debe tener como característica principal los siguientes parámetros para poder controlar los procesos que conlleva la producción:

2.12.1 Programa nivelado.

Es el que entrega material en un ensamble final de manera uniforme para que los diversos elementos de producción respondan a las señales de demanda. No necesariamente significa que se identifica el uso de toda pieza en una línea de ensamble en cada momento del proceso[21][9].

2.12.2 Congelación de ventana

se refiere al tiempo durante el cual se fija el programa y no son posibles más cambios[9], [12].

2.12.3 Contraflujo

se usa donde las piezas que entran en cada unidad del producto se retiran periódicamente del inventario y se les considera según el número de unidades producidas. Esto elimina gran parte de la actividad de recopilación de información del piso del taller, que se requiere si cada pieza debe rastrearse y considerarse durante la producción[22].

2.12.4 Carga uniforme en la planta

Uniformar el flujo de producción para evitar las reacciones comunes ante las variaciones en la programación se conoce como carga uniforme en la planta. Al realizar un cambio en el ensamblado final, los cambios se amplifican en toda la línea y la cadena de suministro [23]. La única forma de eliminar el problema es realizar pequeños ajustes al plan de producción mensual de la empresa para el cual se congeló el índice de producción.

2.12.5 Sistemas de control de producción

Un sistema de control Kanban regula los flujos justo a tiempo mediante un dispositivo de señalización. Kanban significa “signo” o “tarjeta de instrucción” en japonés. En un sistema de control sin papel es posible utilizar contenedores en lugar de tarjetas[8], [17]. Los contenedores o tarjetas constituyen el sistema de demanda Kanban. La autoridad para producir o suministrar piezas adicionales proviene de las operaciones posteriores.

2.12.6 Cuadros Kanban

Algunas compañías utilizan espacios marcados en el piso o en una mesa para identificar el lugar donde se debe guardar el material. Cuando el cuadro está vacío, las operaciones de suministro tienen autorización de producir; cuando el cuadro está lleno, no se necesita ninguna pieza[24].

2.13 Sistema Andon: control visual

La información que captan las personas proviene de las señales y los signos. Convivimos diariamente con múltiples señales a nuestro alrededor y de forma consciente, o no, las utilizamos para aumentar la comprensión que tenemos de nuestro entorno, facilitando una toma de decisiones constante con alto grado de independencia.[25]

2.13.1 Definición

Andon es una expresión de origen japonés que significa "lámpara" y que se relaciona con el control visual. A su vez es considerado como un elemento de la filosofía Lean Manufacturing, el cual agrupa un conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de un sistema productivo[26].

Es muy importante denotar que el control visual es una herramienta que debe apoyar la medición de los procesos, y no de las personas. De manera que si la medición permite identificar el desempeño de los individuos deben generarse actitudes hacia las responsabilidades, y no consecuencias personales.

2.13.2 Razones para implementar un sistema visual

Como herramienta de comunicación, el control visual se debe focalizar en aquella información que representa valor agregado en un proceso. De tal manera que es usual que su implementación sea siempre bienvenida, y es un complemento ideal de metodologías como las 5's, la eliminación de desperdicios, SMED y muchos otros [27]. Se recomienda implementarlo en procesos como:

- Proceso o manufactura.
- Almacenamiento.
- Equipos.
- Aseguramiento de la calidad.
- Mantenimiento.
- Seguridad.
- Gestión organizacional.
- Oficinas.

Además, se debe cuestionarse lo siguiente:

- ¿El proceso que queremos controlar agrega valor?
- ¿Qué indicadores queremos monitorear?
- Según el cálculo del indicador, ¿Dónde se debe monitorear?
- ¿Cómo se identifican las no conformidades o situaciones anómalas?
- ¿Quién o cómo se registra la información?
- ¿Cómo se pueden revisar los indicadores?
- ¿Qué acción se debe efectuar de acuerdo a la información del indicador?
- ¿Qué decisiones se deben tomar de acuerdo a la información del indicador?

El beneficio del control visual radica en el mejoramiento del flujo de información relevante, y en la estandarización de la comunicación. Además, la implementación de Andon o el control visual puede contribuir a[27]:

- Eliminar desperdicios o Mudas.
- Mejorar la calidad.
- Mejorar el tiempo de respuesta.
- Mejorar la seguridad.
- Estandarizar procedimientos.
- Mejorar la planificación del trabajo.
- Contribuir al orden y a la organización.
- Estimular la participación.
- Motivar al personal.

- Reducir costos.

2.13.3 Tipos de control visual (Andon)

El control visual tiene algunos métodos de aplicación, estos se adecuan a diferentes objetivos y pueden clasificarse a grandes rasgos en:

- Control visual de equipos y espacios.
- Control visual de la producción.
- Control visual en el puesto de trabajo.
- Control visual de la calidad.
- Control visual de la seguridad.
- Gestión de indicadores.

2.13.4 Tableros de información

Los tableros de información son herramientas de control visual utilizados para dar una trazabilidad o un seguimiento automático y continuo al plan de producción. En la práctica normalmente se programa el tablero con un contador cuyo ritmo va en función del tiempo takt (tasa de compra del cliente)[28] como se ve en la Figura 8.



Figura 8. Tablero de información[29].

2.13.5 Listas de verificación

Las listas de verificación o checklists son herramientas de control visual que permiten que las actividades sean realizadas conforme a un procedimiento previamente establecido. Estas listas

tienen infinidad de aplicaciones, y son frecuentemente utilizadas para seguir al pie procedimientos de seguridad y mantenimiento[28]

2.13.6 TABLERO DE RESULTADOS

Los tableros de resultados, también denominados tableros de rendimiento, son una herramienta de control visual utilizada para la inclusión de indicadores de desempeño. Su principal función es la de evidenciar la forma en la que el rendimiento de los colaboradores influye en los resultados de los procesos, de las líneas y de los objetivos organizacionales [30] .

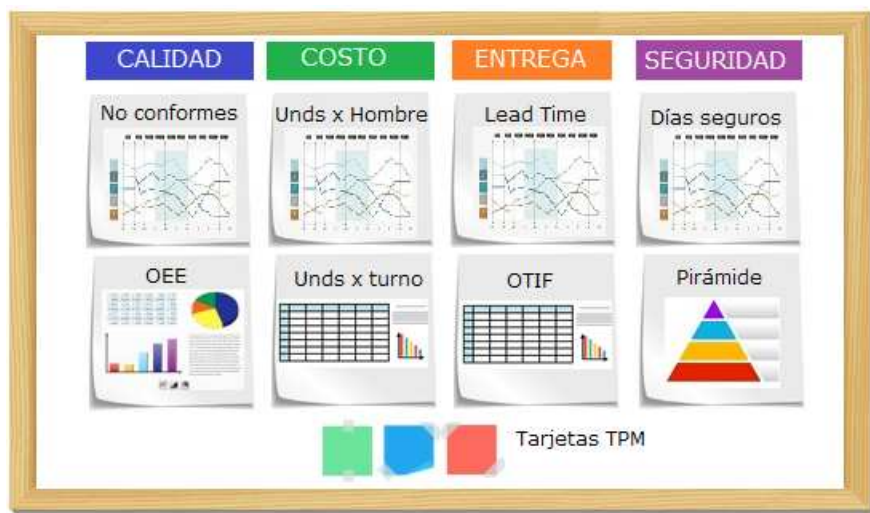


Figura 9. Tablero de resultados [25].

2.14 Curva de aprendizaje

Una curva de aprendizaje es una línea que muestra la relación entre el tiempo de producción de elemento y el número acumulado de elementos producidos. La teoría de la curva de aprendizaje (o experiencia) tiene múltiples aplicaciones en el mundo empresarial; en el caso de la manufactura, con ella se calcula el tiempo que tarda el diseño y elaboración de un producto, así como sus costos[9]. En la Figura 10 se ve los tipos de curvas de aprendizaje.

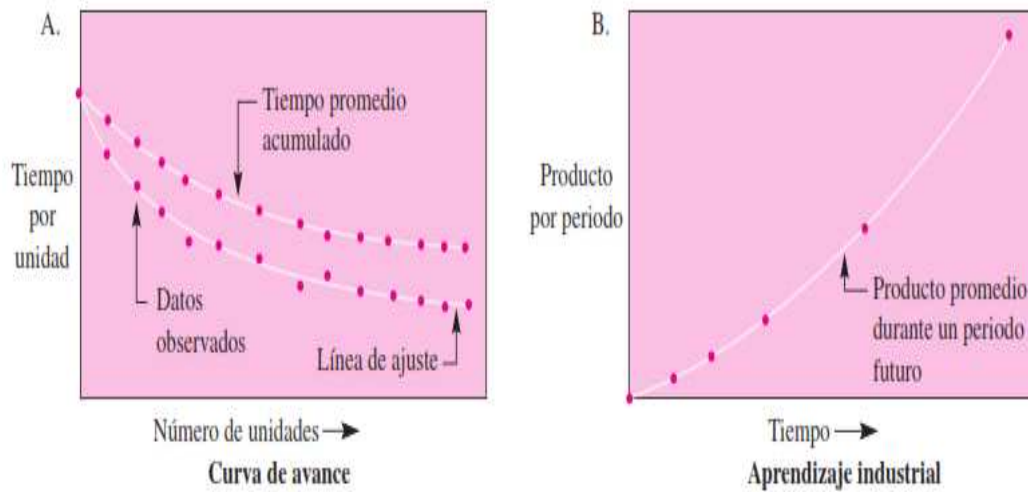


Figura 10: Curvas de aprendizaje trazadas en forma de tiempos y números de unidades[9].

2.13.7 Formula de la curva de aprendizaje

Esta es la fórmula matemática que representa normalmente al crecimiento de la curva de aprendizaje [9]:

$$Y_m = kx^n \quad (1)$$

Y_m =el tiempo buscado del sistema

k =tiempo del primer experimento

x =cantidad de experimentos

$n = \log b / \log 2$, donde b = Porcentaje de aprendizaje

2.15 Hipótesis

¿La implantación de un sistema de programación y control de la producción en calzado mejora la productividad?

2.15.1 Señalamiento de las variables de la hipótesis

- **Variable independiente:**

La implantación de un sistema de programación y control de la producción.

- **Variable dependiente:**

Productividad.

Capítulo III

Metodología de la Investigación

3.1 Enfoque de la investigación

El proyecto tiene como enfoque investigativo cuali-cuantitativo que tiene como cualidad la comparación, las mediciones y el diseño Experimental que ayudará en su desarrollo, se realizará por medio de información previa en qué estado se encuentra el sistema de producción en la industria del calzado Marcia búfalo industrial y comparar los resultados después de la implementación.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque utilizará conocimientos relacionados a la producción con técnicas de manufactura esbelta para correlacionar las variables y diseños experimentales y determinar diferencias o efectos para la creación de un sistema de programación y control de producción.

3.3 Modalidad de la investigación

La investigación para este proyecto tendrá dos modalidades, la primera será de investigación s de tipo bibliográfica en base para otros estudios (solo categórico) para obtener herramientas que permita la identificación y parametrización de los estados de los procesos de producción, después de eso tendrá una modalidad de investigación de campo que con la experimentación del sistema FAPS en la producción con lo que permitirá determinar los cambios de las variables de estudio en el sistema de la empresa

3.4 Población y muestra

La población de estudio para esta investigación son los procesos de la empresa CALZADO MARCIA – BUFFALO INDUSTRIAL y el jefe de producción a quien se le aplico una entrevista, además el mismo proceso se aplicó a los directivos para obtener información sobre la parte financiera, que se detallan a continuación:

El jefe de producción de la empresa, aportan información sobre el proceso productivo y con la información obtenida se procede a realizar el estudio para el análisis de la producción preliminar y tener una comparación sobre el sistema.

Para el análisis de los procesos de producción de la empresa se realizó una tabulación de tiempos inicial con un lote de 18 pares de zapatos compuesto de 6 pares de las talla 39, 40 y 41, en la Tabla I, II y III están los tiempos de subproceso preliminar a la prueba del sistema FAPS:

Tabla I: Tabla de tiempos de producción talla 39 lote 6 pares

TROQUELADO		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
CORTE	10	35
DESTALLADO	11	
PRELIMINAR	8	
COSTURA	6	
APARADO		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
APARADO DE PIEZAS	36	53
OJALILLADO	18	
MONTAJE		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
MOLDEADO	10	30
STROBELL	6	
MONTAJE DE SUELA	5	
TERMINADO	7	
ENVIO A BODEGA	2	
TOTAL POR LOTE DE 6 PARES		119
MINUTOS / PAR		19.83

Tabla II: Tabla de tiempos de producción talla 40 lote 6 pares

TROQUELADO		
SUBPROCESO	TIEMPO(min)	TOTAL(min)
CORTE	11	39
DESTALLADO	9	
PRELIMINAR	9	
COSTURA	10	
APARADO		
SUBPROCESO	TIEMPO(min)	TOTAL(min)
APARADO DE PIEZAS	33	52
OJALILLADO	19	
MONTAJE		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
MOLDEADO	8	32
STROBELL	7	
MONTAJE DE SUELA	6	
TERMINADO	9	
ENVIO A BODEGA	2	
TOTAL, POR LOTE DE 6 PARES		123
MINUTOS / PAR		20.50

Tabla III: Tabla de tiempos de producción talla 41 lote 6 pares

TROQUELADO		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
CORTE	7	34
DESTALLADO	10	
PRELIMINAR	7	
COSTURA	10	
APARADO		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
APARADO DE PIEZAS	30	46
OJALILLADO	16	
MONTAJE		
SUBPROCESO	TIEMPO (min)	TOTAL (min)
MOLDEADO	11	35
STROBELL	7	
MONTAJE DE SUELA	6	
TERMINADO	9	
ENVIO A BODEGA	2	
TOTAL, POR LOTE DE 6 PARES		115
MINUTOS / PAR		19.17

3.5 Operacionalización de las variables hipótesis

Tabla IV: Descripción de la Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación de un sistema de programación y control de la producción en calzado				
CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado, mediante la transmisión sistemática de instrucciones a los subordinados, según el plan que se utiliza en las instalaciones del modo más económico	Planificación	Entrega material en un ensamble final de manera uniforme para que los diversos elementos de producción respondan a las señales de demanda.	¿Cuál es la cantidad en la orden de inicio de la producción?	Elementos a producir al inicio de la producción.
	Tiempo de ciclo	Tiempo que se demora en cada eslabón de la cadena de producción	¿Cuánto es el tiempo para cada proceso de producción?	Medición del tiempo de ciclo de cada proceso y modelo
	Utilización	Es la cantidad de tiempo que se mantiene en operación en función del tiempo que se tiene disponible.	¿Cuál es el ciclo de producción para cada proceso de producción?	El tiempo que tarda en ser producido y pasar a la siguiente etapa.
	Control de producción	La cantidad de unidades producida en función de la planificación determinada	¿Cuántas unidades producen por día de trabajo?	Registro de las unidades de producción.

Tabla V. Descripción de la Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad				
CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Productividad es una medida para saber si un país, industria o unidad de negocios utiliza bien sus recursos (o factores de producción)	Eficiencia	$(\%) = \frac{\text{tiempo real de unidades terminadas}}{\text{tiempo ideal de unidades planificadas}} * 100\%$	¿En cuánto tiempo se terminó las unidades que estaban en la planificación?	Medida total
	Análisis de productividad	$(\text{unid}/\text{hr}) = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{tiempo procesamiento}}$	¿Cuánto tiempo de procesamiento se utiliza para producir las unidades planificadas?	Medida Total

3.6 Recolección de la información

Tabla VI: Recolección De Información.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Mejorar la productividad
2. ¿A qué personas vamos aplicar?	Al personal de la empresa Marcia Búfalo Industrial
3. ¿Sobre qué aspectos?	En base a las unidades producidas, el desperdicio generado y la mano de obra ocupada
4. ¿Quién?	Investigador
5. ¿Cuándo?	En un periodo de seis meses normales
6. ¿En qué lugar?	En la empresa Marcia Búfalo Industrial
7. ¿Con que técnicas?	En base a los instrumentos de manufactura esbelta
8. ¿Con que instrumentos?	Ficha de observación Entrevista
9. ¿En qué situación?	En la situación de la empresa Marcia Búfalo Industrial

3.7 Técnicas e instrumentos de investigación

Las técnicas para analizar la información en el desarrollo del sistema se utilizará el instrumento de información documental para identificar el estado en que se encuentra la empresa, después se utilizará entrevistas informales para determinar la muestra con la ruta de mayor facilidad de análisis.

Concretada la muestra se procedería con fichas de observación para analizar el comportamiento de la muestra y analizar los resultados de los cambios realizados con el sistema FAPS.

3.8 Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de la información y análisis del sistema FAPS se utilizó el método de muestreo secuencial para el análisis de los experimentos para tener un control sobre el tamaño de la muestra. Con lo que nos dará una visión general de la cadena de producción.

Obtenido esto se realizará un diseño de muestreo para recopilar información al realizar una experimentación en diferentes áreas del proceso de producción, lo que no generará los datos para analizar el impacto del sistema FAPS.

Capítulo IV

Análisis e Interpretación de Resultados

4.1 Análisis de los procesos de producción de calzado desde una perspectiva lean manufacturing

4.1.1 Descripción del área de experimentación

4.1.1.1 Calzado Buffalo- industrial

Calzado Marcia – Buffalo Industrial es una empresa ecuatoriana, especializada en la fabricación de calzado de seguridad industrial, cumpliendo normas y especificaciones internacionales. Calzado Marcia Buffalo-Industrial, elabora 39 modelos de zapatos, su planta se ubica en la ciudad de Ambato ciudadela Letamendi. La jornada laboral que cumplen los trabajadores es de 8 de la mañana a 5 de la tarde, con una hora para el almuerzo al medio día. Tiene una capacidad de producción instalada de 800 pares de calzado diarios, el proceso que utiliza es en serie y solo trabaja bajo pedido. Sus principales clientes son:

- La Corporación Eléctrica del Ecuador
- Petro Amazonas
- Ferrisariato
- Ingenio Valdez

Datos de la empresa:

- **Nombre de la empresa:** Calzado Marcia – Buffalo Industrial
- **Contacto:** Arq. Patricio Cherrez / Tlga. Norma Paredes
- **Dirección:** Imbabura s/n y Gertrudiz Esparza,
- **Ciudad:** Ambato - Tungurahua
- **Email gerencia:** pcherrez60@yahoo.es
- **E-mail ventas:** norma_7796@yahoo.com.mx
- **Web:** www.buffaloindustrial.com.ec

MISIÓN

Basadas y sustentadas en la filosofía de nuestra empresa, el excelente trabajo y calidez humana, las vivencias y experiencias adquiridas, la búsqueda de nuevas alternativas, que brinden tecnología de punta a la fabricación de nuestro producto, satisfaciendo necesidades y cumpliendo a cabalidad nuestras obligaciones.

VISIÓN

La visión viene desde los inicios de Buffalo Calzado Internacional, proponiendo ser una empresa eficiente, buscando la expansión de sus productos hacia mercados internacionales, basada en estrategias y normas de calidad y rentabilidad, capaz de comercializar sus productos de manera competitiva con grandes mercados.

OBJETIVOS

- Buscar nuevos procesos, maquinarias y tecnologías.
- Extender el producto a mercados internacionales.
- Competir contra grandes marcas a nivel nacional.
- Formular estrategias de venta.
- Comercializar productos de buena calidad
- Entregar el calzado a tiempo y de forma eficaz.
- Presentar al público un producto bueno bonito y barato.
- Ofrecer al cliente una alternativa de mayor comodidad para sus pies.

PRINCIPIOS LABORALES

Además, se ha preocupado por inculcar los principios de lealtad, honestidad, compromiso, espíritu de equipo y de convivencia entre sus colaboradores, lo que han llevado a tener una exitosa permanencia en el mercado. La empresa ofrece gran variedad de productos de calzado de seguridad, gama que se puede apreciar en forma detallada en su página web www.buffaloindustrial.com.ec. A continuación, se muestra desde la Figura 11, 12, 13, 14 y 15 uno de los modelos según la categoría.

Botas Industriales

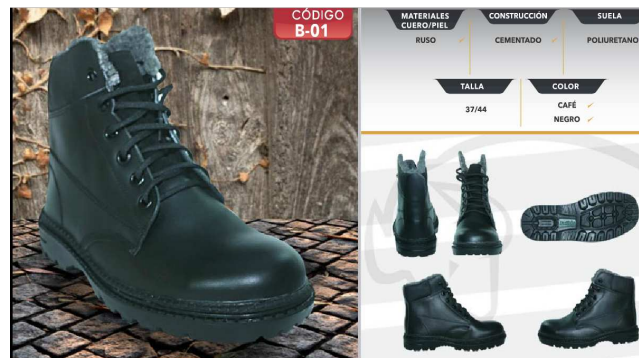


Figura 11. Botas industriales B-01[31].

Dieléctrico Industriales



Figura 12. Dieléctrico Industriales D-01[31].

Mujer Industrial



Figura 13. Mujer Industrial M-01 [31].

Rebajado industrial

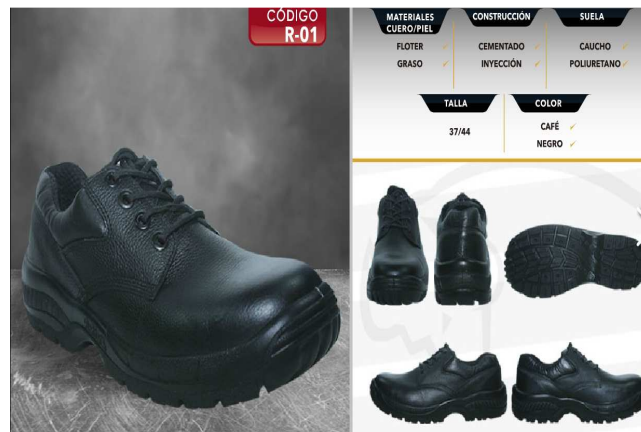


Figura 14. Rebajado industrial R-01 [31].

Semi botines Industrial

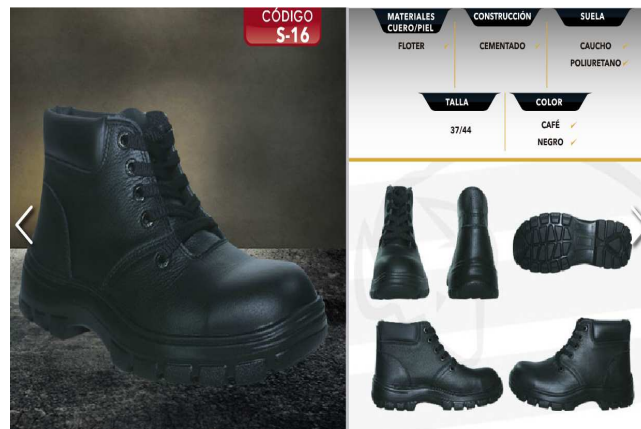


Figura 15. semi botín industrial s-16[31]

4.1.2 Flujo de Procesos de Marcia Buffalo industrial

La empresa tiene distribuido en tres procesos principales que se subdivide en los subprocesos que se muestran en la Figura 16.

Dentro de la fábrica cada proceso tiene un área de producción que se describe en forma más detallada a continuación:

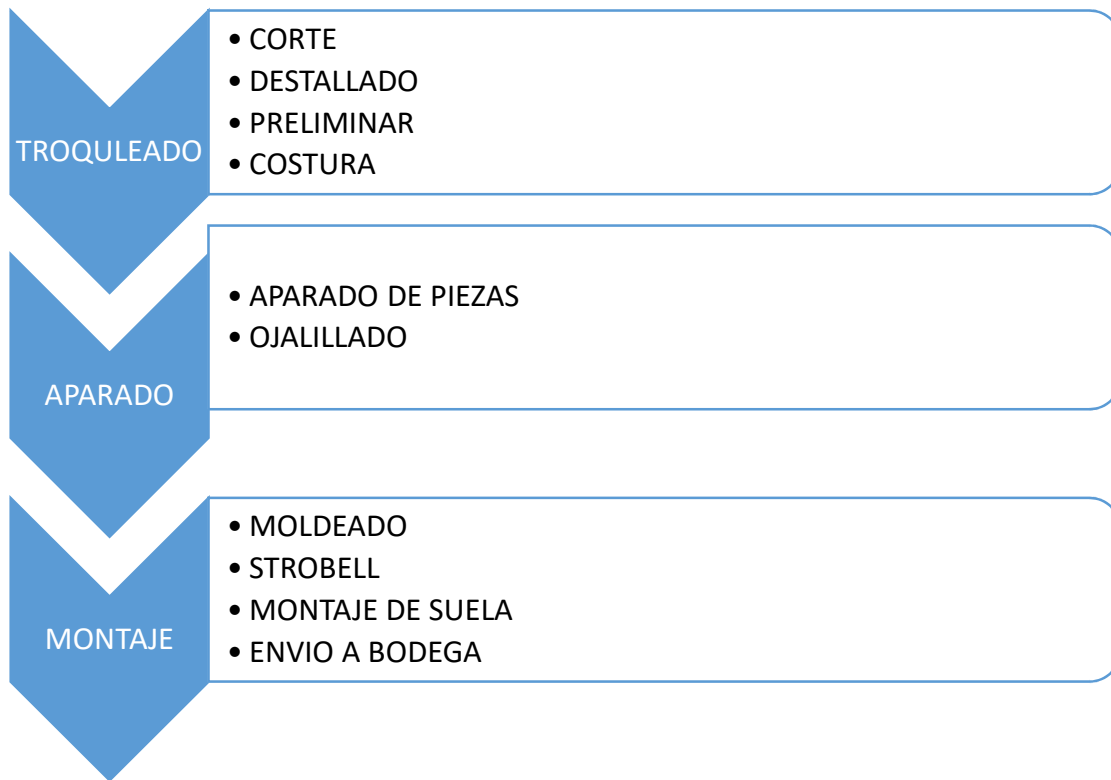


Figura 16. Procesos de fabricación

4.1.2.1 Troquelado

En esta área de trabajo se cuenta con 4 trabajadores, se utiliza matrices de corte para los diferentes modelos, existe además 3 máquinas troqueladoras como se observa en la Figura 17.



Figura 17. Troquelado

Para el troquelado de forros se trabaja con dos maquinarias, las actividades que se realizan aquí son además contrafuertes, punteras, plantillas de armado, terminado, forros y evas, se corta los forros.

4.1.2.2 Aparado

En el área de aparado laboran 7 operarios, aquí se desarrollan el proceso de aparado, consiste en desbastar o disminuir el espesor del cuero en los sitios a ser empatados o doblados. En el puesto de trabajo, se recibe los cortes y complementos elaborados en el área de troquelado para clasificarlos en pares y posteriormente marcarlos, lo cual ayuda a la identificación de la talla, después se unta la pega blanca en los cortes y complementos clasificados de la actividad de preparado y los une manualmente, se unen las partes del modelo solicitado para así poder armar el corte según el requerimiento de producción. Como se ve en las Figura 18, 19 y 20.



Figura 18. Aparada área 1



Figura 19. Aparada área 2



Figura 20. Ojalillado

En el Ojalillado el obrero revisa el corte que llega del aparato y procede a realizar la operación de Ojalillado, el cual consiste en colocar piezas metálicas en cada uno de los ojales.

4.1.2.3 Montaje

En esta área trabajan 5 empleados, En esta sección se unta el cemento de contacto en el talón (dentro del forro) y contrafuerte, se deja secar y posteriormente se coloca en la máquina conformadora de talón en caliente. La máquina conformadora se observa en la Figura 21.



Figura 21. Moldeado

Recibe las plantas necesarias para cada orden de producción y después se procede al cardado o pulido de contorno de las mismas. Prepara las plantas mediante la utilización de aditamentos, Se unta el cemento de contacto en la plantilla y la recuña, para después unirlos, y comenzar el proceso de montaje. Este proceso se observa en la Figura 22.



Figura 22. Montaje de suela 1

Se selecciona las hormas, las puntas de acero y las capelladas, luego se procede a colocar la plantilla y la horma con una grapa, éste puesto de trabajo se muestra en la Figura 22, Se toma la horma y la capellada para unirlos después se lo coloca en la maquina vaporizador para ablandar el cuero, se arma la punta con la ayuda de la máquina armadora de puntas posteriormente se unta cemento de contacto en la punta, para colocarla con el molde. Este proceso culmina con la colocación de la capellada en la banda transportadora. La armadora de puntas se unta pegamento en el contorno de la capellada, luego se arman los lados y después se redondea la parte del talón y se retiran las grapas, finalmente la capellada es puesta en la banda transportadora. En esta sección se marca o raya la parte en el calzado donde se realiza el cardado, ver En esta sección se marca o raya la parte en el calzado donde se realiza el cardado, además se rebaja el excedente existente. Se le da una superficie adecuada a la planta retirando el exceso de cuero como se observa en la Figura 23.



Figura 23. Montaje de suela 2

En esta área se procede a: cortar hilos, quemar hilos, pulir exceso de pega, colocar pasadores, limpieza, abrillantado, enfundar por pares e identificar por tallas. Se acomoda el producto terminado en cartones, para su posterior distribución y entrega, como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Producto terminado

4.1.3 Estructura de la planta

La planta industrial de la empresa Marica-Buffalo Industrial cuenta con las siguientes áreas de trabajo que corresponde a cada uno de los procesos de fabricación que está diseñado para facilitar el flujo de trabajo:

➤ **TROQUELADO**

- Bodega de Materia prima
- Troquelado

➤ **APARADO**

- Aparado
- Ojalillado
- Conformado
- Pulido

➤ **MONTAJE**

- Montaje
- Bodega de producto terminado

La distribución de todas estas áreas se las muestra en la Figura 25.

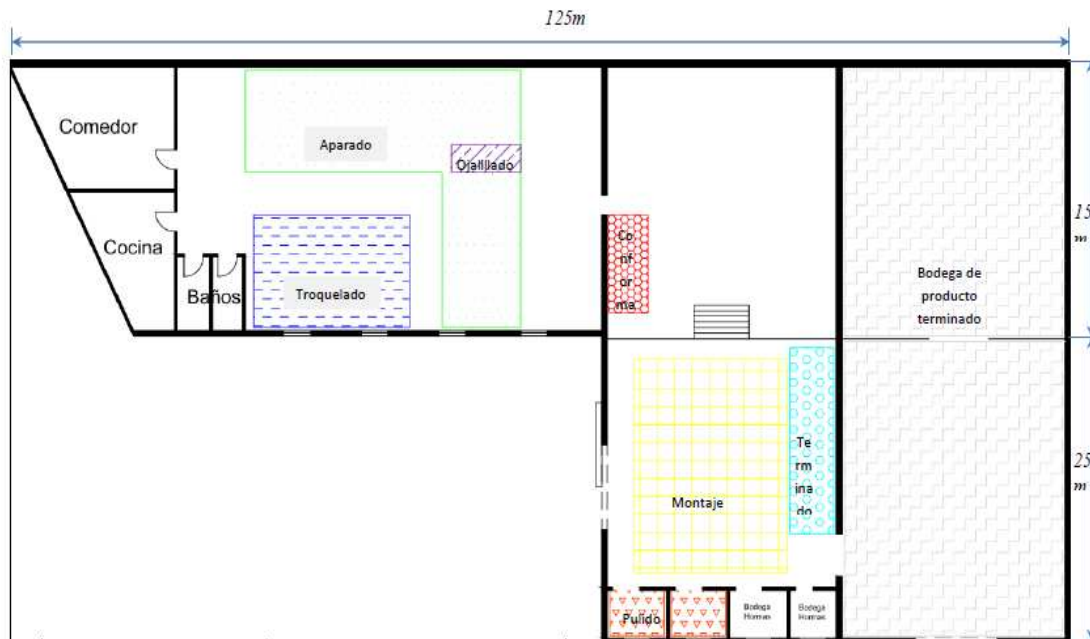


Figura 25. Distribución de la empresa marcia-buffalo industrial [31]

4.2 Experimentación del prototipo del software Faps en tiempo real en la empresa Marcia Buffalo industrial

4.2.1 Descripción del sistema Faps

El sistema FAPS por sus siglas en inglés (footwear advanced planning schedule system) que significa sistema de planificación de avanzada para calzado, es un programa creado por el proyecto de investigación desarrollado en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial que tiene como título “Optimización operacional basada en un sistema dinámico esbelto de alerta de fallas en los procesos de producción para las industrias de calzado”[32], en base a los preceptos de la teoría de producción esbelta y sistemas andon, para su desarrollo se basa en el organigrama que se puede observar en la Figura 26.

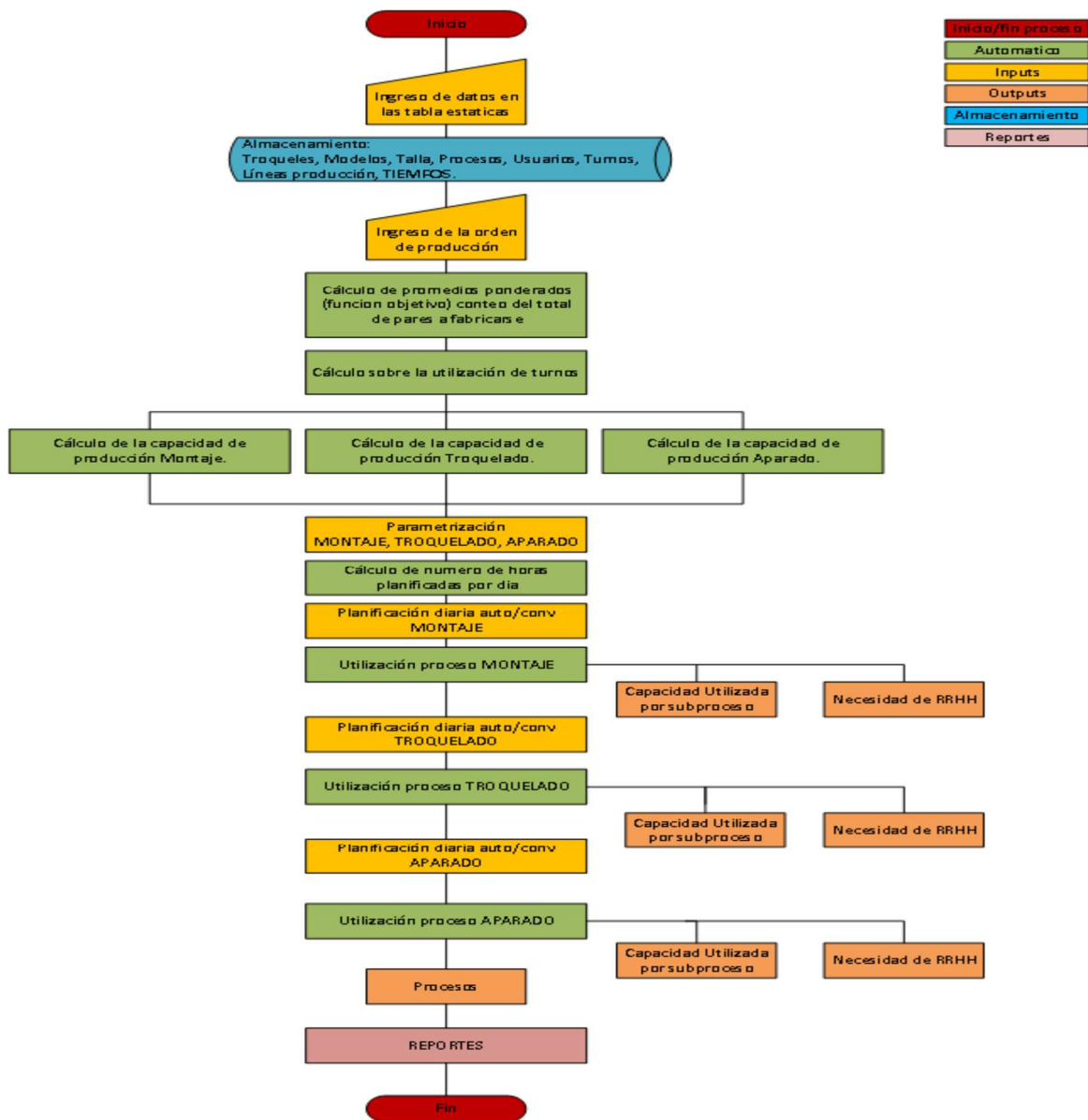


Figura 26. flujo de información del sistema FAPS[33]

4.2.1.1 Desarrollo del sistema FAPS

En la interface para el sistema tiene una master page que servirá como template para todas las pantallas del sistema FAPS, teniendo así un solo formato el cual utilizaremos para las futuras pantallas del desarrollo del aplicativo como se ve en la Figura 27. Al iniciar el sistema existe una pantalla de login en la que debemos ingresar un usuario y una contraseña, en este ejemplo tanto como el usuario y la contraseña es: admin[32].

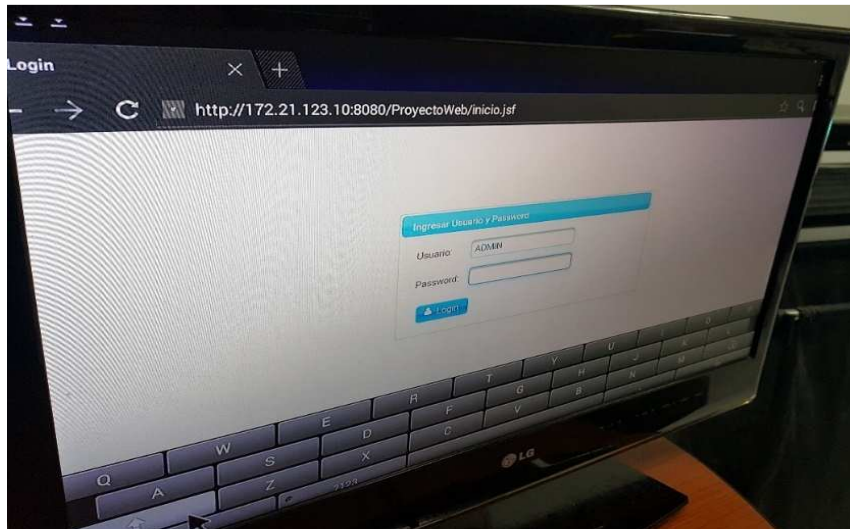


Figura 27. Inicio de interfase FAPS

Después de ingresar al sistema se despliega el menú del sistema con las opciones de las que dispone como se muestra en la Figura 28.

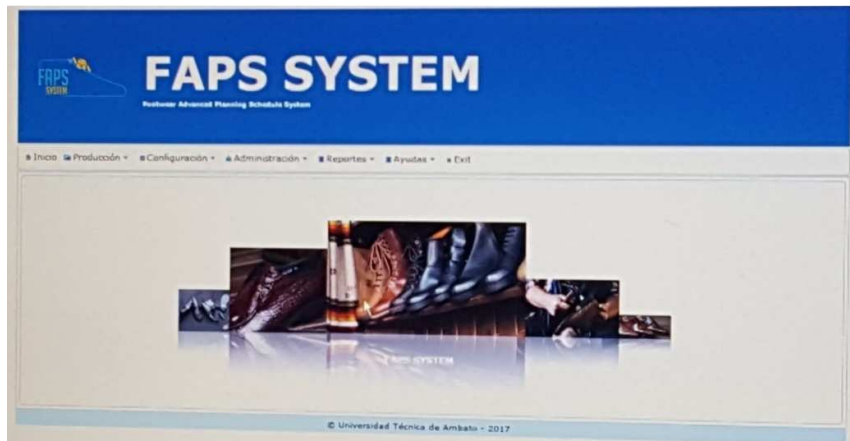


Figura 28. Ventana de menú FAPS

Antes de comenzar a generar la orden de producción debemos llenar los datos que por defecto tienen que contener el sistema como: Modelos, Tallas, Troqueles, Clientes, Usuarios, Turnos, Líneas de Producción etc. Como se muestra en la Figura 29, 30, 31 y 32.

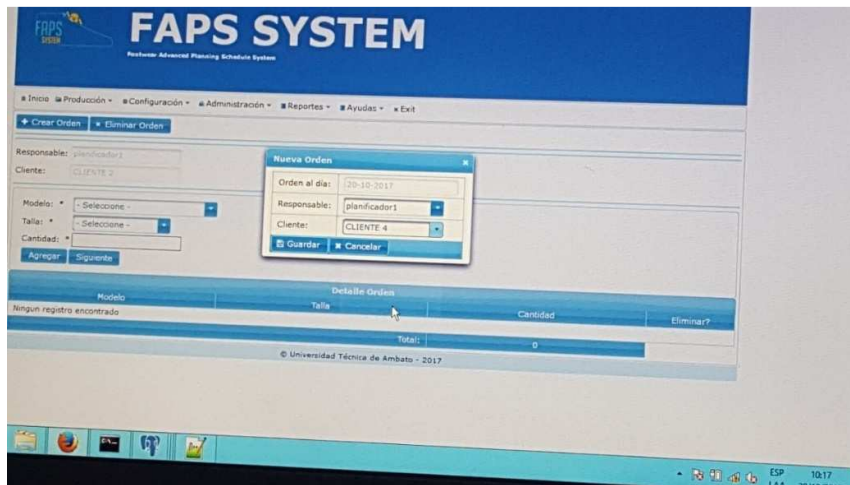


Figura 29: Ingreso de datos del cliente

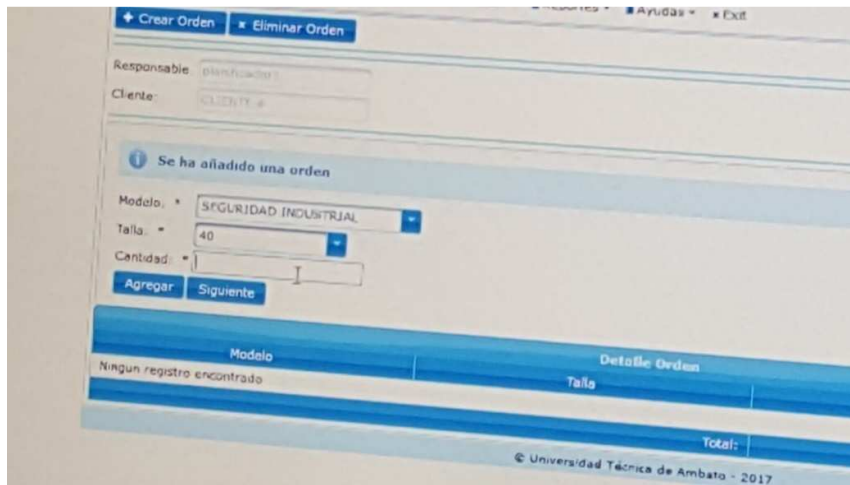


Figura 30. Ingreso de orden.

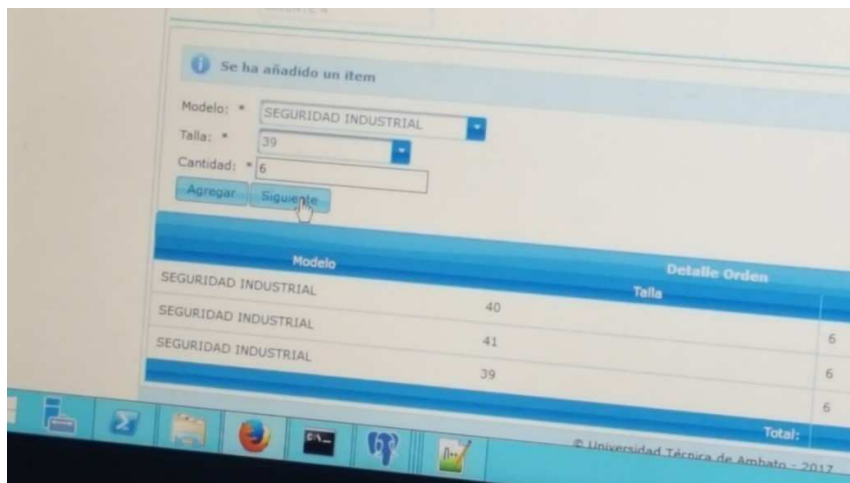


Figura 31. Cantidad de unidades.

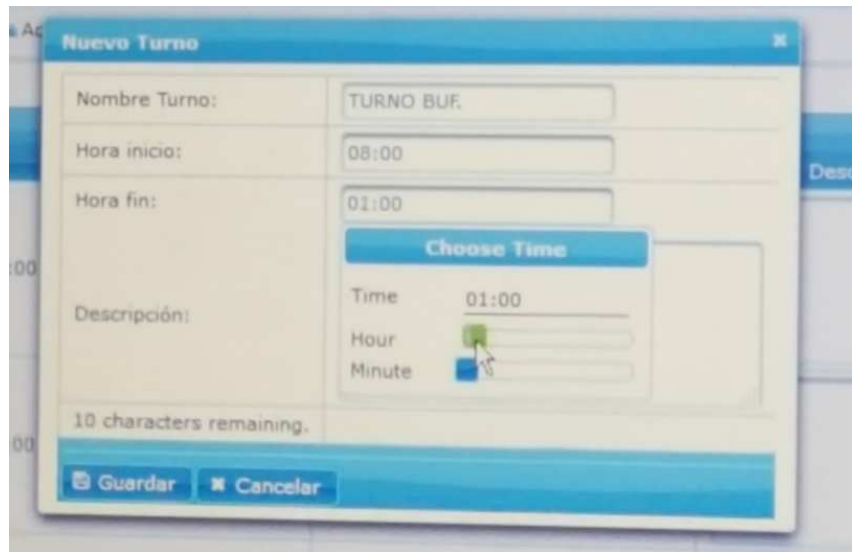


Figura 32. Ingreso de turno

Después de haber ingresado los datos preliminares para que el sistema pueda trabajar debemos añadir los elementos a las áreas de producción como se muestra en la Figura 33 y nos muestra los máximos valores que se pueden obtener en esta línea de producción en esa jornada, además de eso nos genera en un calendario cuantos días tomaría acabar la orden como se muestra en la Figura 34.

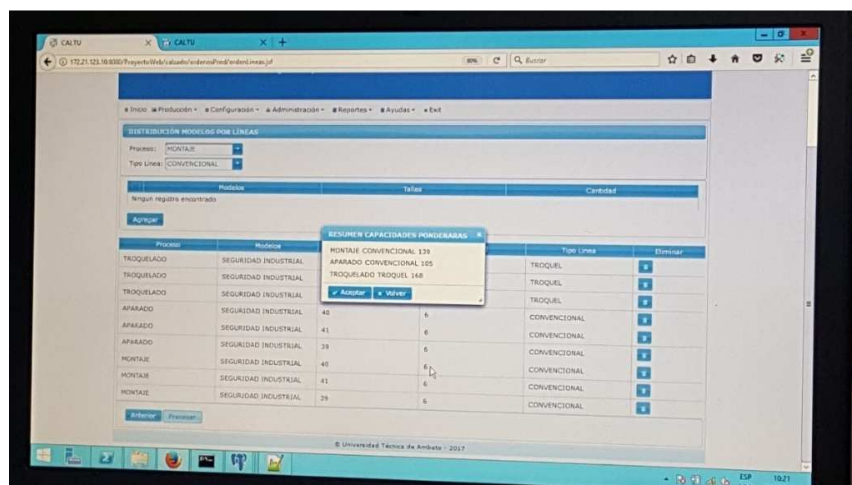


Figura 33. Designación a las líneas de producción.

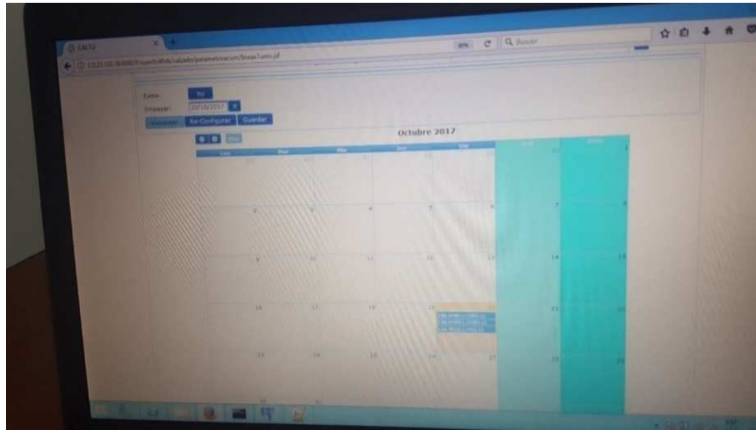


Figura 34. Designación de la orden de trabajo.

Al generara los datos el sistema debemos asignar las cantidades que se va a producir en cada línea y en que turno como se muestra en las Figura 35 y 36.

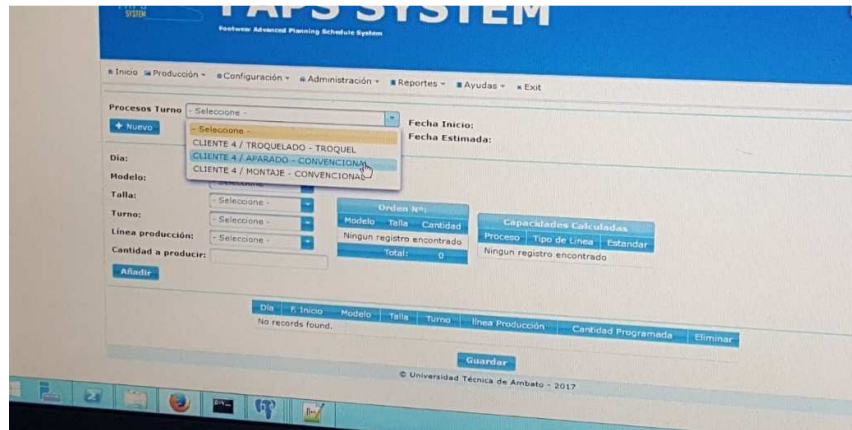


Figura 35. Asignación de líneas de producción.

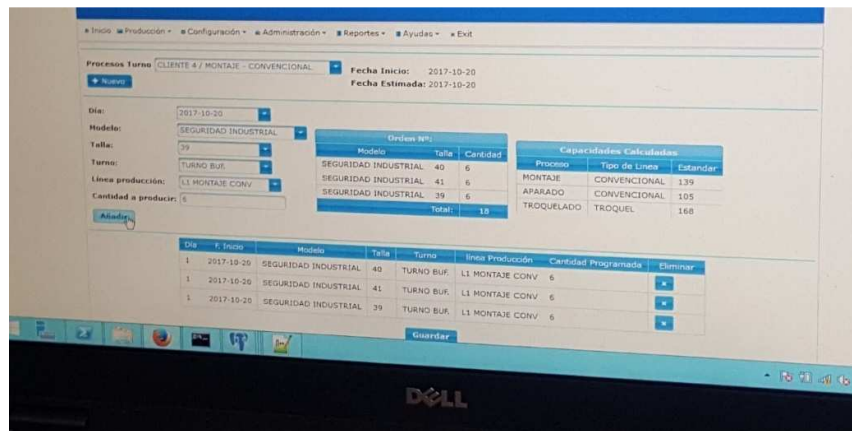


Figura 36. Asignación de líneas

4.3 Diseño del experimento

4.3.1 muestra de experimentación

El objetivo principal del experimento es evaluar el efecto en la productividad de la empresa Marcia Buffalo industrial al experimentar el sistema FAPS, Para la realización los experimentos y la determinación de la muestra por motivos de disponibilidad de la empresa se pudo realizar con los siguientes parámetros:

- Cantidad: 6 unidades por talla
- Tallas: 39, 40 y 41
- Tipo: Zapato de seguridad industrial
- Modelo: s-16
- Lote: 18 unidades

4.3.2 Estado inicial de experimentación

Antes de realizar la experimentación del sistema se hizo una evaluación de una línea de producción para tener valores iniciales, los cuales se muestran en la Tabla I, II y III. Fueron tabulados considerando los principios de medición laboral para tener una perspectiva objetiva, los resultados se muestran en la Tabla VII. Se agregó un 5% en el tiempo observado para conseguir el tiempo normal como recomienda en [9], y el tiempo estándar se calcula con la fórmula 2 con una permisibilidad del 10% que indica como un porcentaje aceptable en [9].

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} (1 + \text{permisibilidad}) \quad (2)$$

Tabla VII: Tabla de tiempos iniciales con reajuste de desempeño

	TIEMPO OBSERVADO (min)			ÍNDICE DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL (min)			PERMISIBILIDAD	TIEMPO ESTÁNDAR (min)		
troquelado	35.00	39.00	34.00	1.05	36.75	40.95	35.70	0.10	40.43	45.05	39.27
aparado	54.00	52.00	46.00	1.05	56.70	54.60	48.30	0.10	62.37	60.06	53.13
montaje	30.00	32.00	35.00	1.05	31.50	33.60	36.75	0.10	34.65	36.96	40.43

En la Tabla VIII se indica los datos iniciales de los tiempos de procesamiento del lote, el tiempo de proceso por unidad y la capacidad de producción por hora. Las líneas que están marcada en color verde en la Tabla VIII son los parámetros con los cuales se realizara el análisis preliminar

al sistema FAPS, porque según los conceptos de lean manufacturing indica que proceso que tenga el mayor tiempo es el que marca el ritmo de la línea[34], [35]. En la Tabla IX se indica los parámetros ideales del sistema FAPS los que están registrados en los reportes los cuales se encuentran en el anexo 1, entre los dos se podrá realizar a comparación entre los parámetros de tiempo de proceso y capacidad de producción.

Tabla VIII: Análisis de parámetros iniciales de desempeño de procesos

	TALLA	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
TROQUELADO	39	0.67	0.11	8.91
	40	0.75	0.13	7.99
	41	0.65	0.11	9.17
TOTAL		2.08	0.35	7.99

	TALLA	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
APARADO	39	1.04	0.17	5.77
	40	1.00	0.16	6.25
	41	0.89	0.15	6.74
TOTAL		2.93	0.49	5.77

	TALLA	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
MONTAJE	39	0.58	0.10	10.39
	40	0.62	0.10	9.74
	41	0.67	0.11	8.91
TOTAL		1.87	0.31	8.91

Tabla IX: Parámetros ideales del sistema de desempeño

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
TROQUELADO	1.41	0.08	12.77
TOTAL	1.41	0.08	12.77

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
APARADO	1.61	0.09	11.18
TOTAL	1.61	0.09	11.18

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
MONTAJE	1.05	0.06	17.14
TOTAL	1.05	0.06	17.14

4.3.3 Datos de experimentación.

Después de haber realizado los experimentos en la fábrica con el sistema FAPS, el sistema genera una serie de reportes donde se muestra la fecha, la hora de inicio, la finalización de la orden y la eficiencia en función del tiempo del proceso. Los datos obtenidos están resumidos en la Tabla X, XII, y XI. Tiene los reajustes de tiempos con la técnica de medición laboral de la ecuación 2 [9].

Tabla X: Tiempos de experimentación

FECHA	TIEMPO ESPERADO TROQUELADO (hr x lote)	TIEMPO ESPERADO APARADO (hr x lote)	TIEMPO ESPERADO MONTAJE (hr x lote)	TIEMPO TROQUELADO (hr x lote)	TIEMPO APARADO (hr x lote)	TIEMPO MONTAJE (hr x lote)
11/11/2017	1.41	1.61	1.05	1.80	2.10	1.41
25/11/2017	1.41	1.61	1.05	1.78	2.47	1.49
2/12/2017	1.41	1.61	1.05	1.92	2.68	1.30
9/12/2017	1.41	1.61	1.05	1.72	2.07	1.40
16/12/2017	1.41	1.61	1.05	1.82	2.13	1.25

Tabla XI: Tiempos reajustados de experimentación

#	TIEMPO OBSERVADO (hr x lote)			INDICE DE DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL (hr x lote)			PERMISIBILIDAD	TIEMPO ESTANDAR (hr x lote)		
	TROQUELADO	APARADO	MONTAJE		TROQUELADO	APARADO	MONTAJE		TROQUELADO	APARADO	MONTAJE
1	1.80	2.10	1.41	1.05	1.89	2.21	1.48	0.10	2.08	2.43	1.63
2	1.78	2.47	1.49	1.05	1.87	2.59	1.56	0.10	2.06	2.85	1.72
3	1.92	2.68	1.30	1.05	2.02	2.81	1.37	0.10	2.22	3.10	1.50
4	1.72	2.07	1.40	1.05	1.81	2.17	1.47	0.10	1.99	2.39	1.62
5	1.82	2.13	1.25	1.05	1.91	2.24	1.31	0.10	2.10	2.46	1.44
								PROMEDIO	2.09	2.64	1.58

Con los datos de la experimentación de la Tabla XI se calcula la eficiencia de cada uno de los procesos, los resultados se muestran en la Tabla XII, y en la Tabla XIII con los tiempos reajustados.

Tabla XII: Análisis de eficiencia del proceso de producción

EXPERIMENTOS	EFICIENCIA TROQUELADA (%)	EFICIENCIA APARADA (%)	EFICIENCIA MONTAJE (%)	EFICIENCIA PROMEDIO DEL PROCESOS (%)
1	78.33	76.67	74.47	76.49
2	79.21	65.18	70.47	71.62
3	73.44	60.07	80.77	71.43
4	81.98	77.78	75.00	78.25
5	77.47	75.59	84.00	79.02
PROMEDIO	78.09	71.06	76.94	75.36

Tabla XIII: Análisis de eficiencia del proceso de producción reajustados

EXPERIMENTOS	EFICIENCIA DEL TROQUELADO (%)	EFICIENCIA DEL APARADO (%)	EFICIENCIA DEL MONTAJE (%)	EFICIENCIA PROMEDIO DEL PROCESO (%)
1	67.82	66.38	64.47	66.22
2	68.58	56.43	61.01	62.01
3	63.58	52.01	69.93	61.84
4	70.98	67.34	64.94	67.75
5	67.08	65.44	72.73	68.42
PROMEDIO	67.61	61.52	66.62	65.25

En la Figura 37 se muestra una visión gráfica de la acción que tiene las eficiencias de cada uno de los procesos tomando en cuenta las perspectivas del sistema lean manufacturing. En base a esto existen dos perspectivas para analizar la eficiencia, la primera es por la teoría lean que considera a la eficiencia del proceso total a la menor de todas las eficiencias que en este caso sería 61.52%. La otra opción es por el análisis promedio de los datos de eficiencia que en este caso la eficiencia promedio será de 65.25% y es la que utilizaremos para este trabajo.

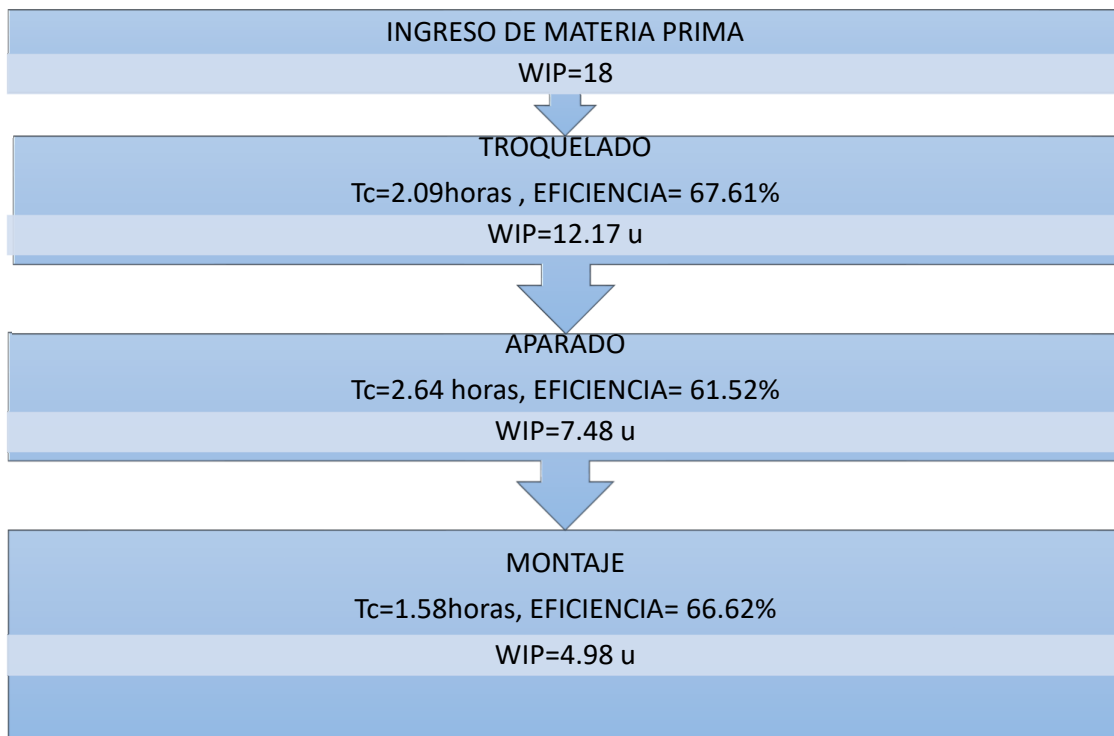


Figura 37: Flujo de proceso

4.4 Análisis de parámetros

Para el análisis del sistema como se indicó en el capítulo III se van a considerar 2 parámetros de la productividad como son:

- Eficiencia en función del tiempo de procesamiento
- La productividad en función de la cantidad de unidades por hora

En la Tabla XIV están los tiempos promedio de la experimentación que se generó en el sistema FAPS, estos datos fueron utilizados para ser comparados con los parámetros iniciales y así evaluar la hipótesis.

Tabla XIV: Análisis de parámetros de experimentación

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
TROQUELADO	2.09	0.12	8.62
total	2.09	0.12	8.62

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
APARADO	2.64	0.15	6.81
total	2.64	0.15	6.81

	TIEMPO DE PROCESAMIENTO (hr x lote)	TIEMPO DE PROCESO (hr/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
MONTAJE	1.58	0.09	11.38
total	1.58	0.09	11.38

4.5 Curva de aprendizaje

En el experimento se tomó en cuenta el valor de la primera muestra para realizar la curva de aprendizaje y los datos del sistema FAPS como datos de la curva para utilizarlos en la fórmula 3, Utilizando un porcentaje de aprendizaje del 95%, en la Tabla XV están los datos iniciales.

Tabla XV: Datos iniciales de la curva de aprendizaje

MUESTRA (pares)	TIEMPO TROQUELADO (hr x lote)	TIEMPO APARADO (hr x lote)	TIEMPO MONTAJE (hr x lote)	TIEMPO TOTAL (hr x lote)
18.00	1.80	2.10	1.41	5.31
	TIEMPO ESPERADO TROQUELADO (hr x lote)	TIEMPO ESPERADO APARADO (hr x lote)	TIEMPO ESPERADO MONTAJE (hr x lote)	TIEMPO ESPERADO TOTAL (hr x lote)
	1.41	1.61	1.05	4.06

Buscando el valor de numero de experimento necesarios para un aprendizaje despejamos la formula (1) dejándolo en la fórmula (3):

$$x = \sqrt[n]{\frac{ym}{k}} \quad (3)$$

Obsérvennos los resultados en la Tabla XVI.

Tabla XVI: Resultado de análisis de la curva de aprendizaje

EXPERIMENTOS REQUERIDOS TROQUELADO	EXPERIMENTOS REQUERIDOS APARADO	EXPERIMENTOS REQUERIDOS MONTAJE	EXPERIMENTOS REQUERIDOS TOTAL
27.11	36.25	53.72	36.37

Se requiere alrededor de 37 experimentos para conseguir un aprendizaje del 95 %, esta medida representaría a la empresa la fabricación de 666 pares. En la Figura 38, 39, 40 y 41 podemos ver las el comportamiento de las curvas de aprendizaje de cada uno de los procesos.

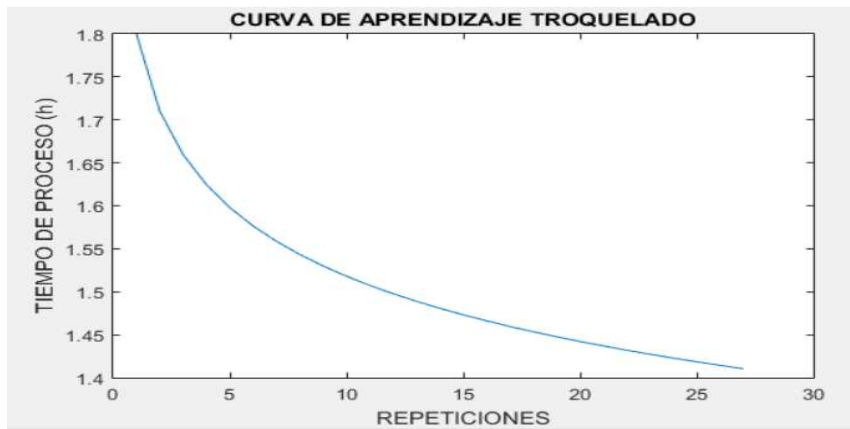


Figura 38: Curva de aprendizaje del sub proceso de troquelado (generado por Matlab 2015)

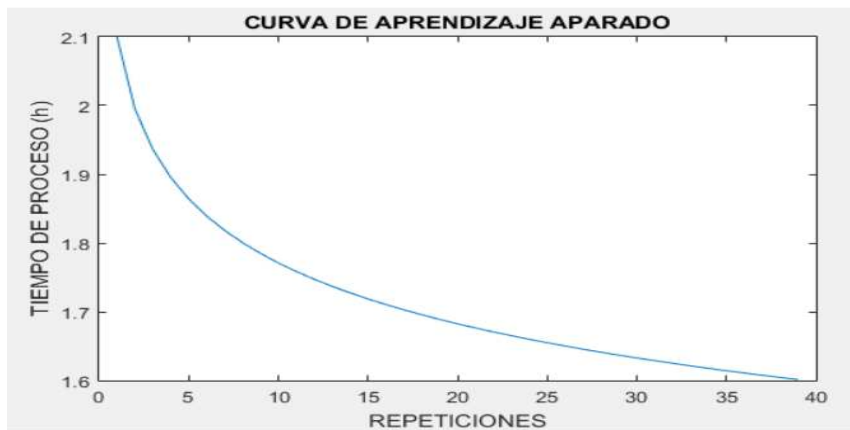


Figura 39: Curva de aprendizaje del sub proceso de Aparado (generado por Matlab 2015)

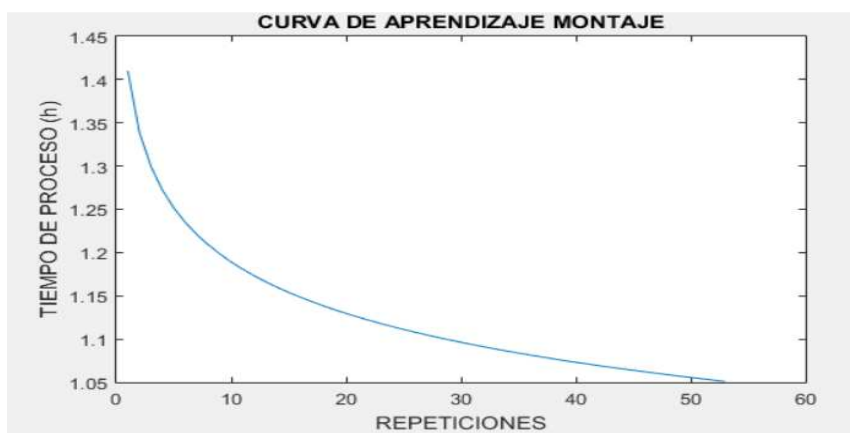


Figura 40: Curva de aprendizaje del sub proceso de Montaje (generado por Matlab 2015)



Figura 41: Curva de aprendizaje del proceso. (generado por Matlab 2015)

4.6 Validación de hipótesis

4.6.1 Planteamiento de la hipótesis

La hipótesis de este proyecto es ¿La implantación de un sistema de programación y control de la producción en calzado mejora la productividad? La cual se plantea de la siguiente manera para poder ser validada.

Hipótesis nula. – No existe mejora en la productividad al implementar un sistema de control y programación en ninguna de las etapas de producción.

$$H_0: \text{productividad final} \leq \text{productividad inicial}$$

Hipótesis alterna. - Si existe mejora en la productividad al implementar un sistema de control y programación en ninguna de las etapas de producción.

$$H_1: \text{productividad final} > \text{productividad inicial}$$

4.6.2 Selección del nivel de significancia

El nivel de significancia con el que se va a evaluar estos experimentos es 0.05 que significa una confiabilidad del 95%.

4.6.3 Análisis de la muestra

Los experimentos se realizaron en 5 días en días iguales, en diferentes semanas en horarios iguales, para para precautelar la similitud en las condiciones de experimentación. Con 18 pares como lote.

4.6.4 Especificación estadística

Se trabajará con la prueba t student puesto que la desviación estándar de la población es estimada de la muestra, por esta razón se usó esta prueba.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s_{\bar{x}}}$$

Donde:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n - 1}}$$

\bar{x} =media aritmética

μ =media poblacional

$s_{\bar{x}}$ =error típico de la media

n =numero de experimentos

S =desviación estándar

4.6.5 Especificación de las regiones de aceptación

Para los valores de se va usar los grados de libertad que se calculan a continuación

$$g=n-1=5-1=4$$

g =grados de libertad para la Tabla t student.

Generando los valores de ± 2.776

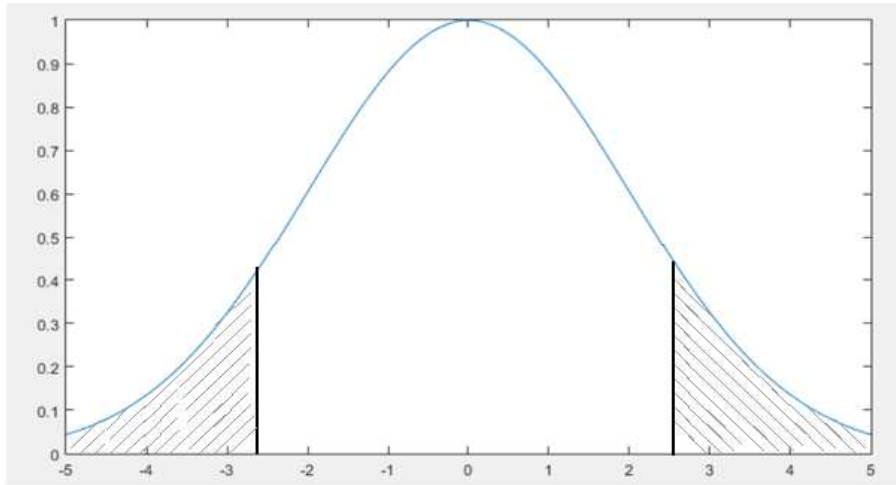


Figura 42: Tabla de distribución t para la validación de la hipótesis. (generado por Matlab 2015)

4.6.6 Recolección de datos estadísticos

En base a los datos de la Tabla XIII sobre la eficiencia promedio de los subprocesos de fabricación y del proceso total se muestra en la Tabla XVII, con ellos se evaluará la eficiencia como parámetro de productividad.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s_{\bar{x}}}$$

Donde:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n - 1}}$$

Tabla XVII: Validación de la experimentación en función de la eficiencia.

	EFICIENCIA TROQUELADO (%)	EFICIENCIA APARADO (%)	EFICIENCIA MONTAJE (%)	EFICIENCIA PROCESO (%)
PROMEDIO	67.61	61.52	66.62	65.25
PARAMETROS				
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2.68	6.88	4.67	3.14
DESVIACIÓN MEDIA POBLACIONAL	62.60	51.63	51.95	55.39
NUMERO DE EXPERIMENTOS	5.00	5.00	5.00	5.00
ERROR TÍPICO DE LA MUESTRA	1.34	3.44	2.33	1.57
RESULTADO (± 2.776)				
PRUEBA t	3.73	2.88	6.29	6.29

El segundo parámetro a evaluar es la capacidad de producción o productividad de cada subproceso y del proceso total el cual se muestran en la Tabla XVIII.

Tabla XVIII: Validación de la experimentación en función de la capacidad de producción

EXPERIMENTOS	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN TROQUELADO (par/hr)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN APARADO (par/hr)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MONTAJE (par/hr)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PROMEDIO (par/hr)
1	8.66	7.42	11.05	9.04
2	8.76	6.31	10.46	8.51
3	8.12	5.82	11.99	8.64
4	9.06	7.53	11.13	9.24
5	8.56	7.32	12.47	9.45
PROMEDIO	8.63	6.88	11.42	8.98
PARÁMETROS				
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.34	0.77	0.80	0.40
MEDIA POBLACIONAL	7.99	5.77	8.91	7.56
# DE EXPERIMENTOS	5.00	5.00	5.00	5.00
ERROR TIPICO DE LA MUESTRA	0.17	0.38	0.40	0.20
RESULTADOS (± 2.776)				
PRUEBA T	3.73	2.88	6.29	7.15

4.6.7 Decisión

Para un nivel de significancia de 95% de fiabilidad con un contraste bilateral se rechaza la hipótesis nula por cuanto los valores resultantes en las 2 pruebas están fuera de los rangos de aceptación, por lo cual se acepta el hecho de que hubo una mejoría en la productividad.

4.7 Evaluación de la productividad para la implementación del sistema FAPS

Después de haber realizado las pruebas para validar la hipótesis encontramos que existe una mejoría en la productividad, en base a los parámetros de capacidad de producción y eficiencia obtenidos se procedió a calcular el porcentaje de mejora que representa estos resultados, los datos finales se muestra a continuación en la Tabla XIX.

Tabla XIX: Presentación de resultados

PRODUCTIVIDAD								
	INICIAL		OBTENIDA		DIFERENCIA		PORCENTAJE	
	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (PAR/HR)	EFICIENCIA (%)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (PAR/HR)	EFICIENCIA (%)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (PAR/HR)	EFICIENCIA (%)	% DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	% DE EFICIENCIA
TROQUELADO	7.99	62.60	8.63	67.61	0.64	5.00	7.99	7.99
APARADO	5.77	61.52	6.88	65.44	1.11	3.92	19.16	6.37
MONTAJE	8.91	51.95	11.42	66.62	2.51	14.67	28.24	28.24
PROMEDIO	7.56	58.69	8.98	66.56	1.42	7.86	18.79	13.40

Como resultado se tiene una mejoría 18.79% en capacidad de producción promedio y una mejora en la eficiencia promedio de 13.40%, con estos datos se considera que el sistema FAPS puede mejorar la productividad en la empresa, por lo que es un sistema viable para ser implementado, pero también debe analizarse parámetros financieros para ver desde otra perspectiva al sistema, por lo cual se analizara este tema en la sección de la propuesta.

Capítulo V

Conclusiones Y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Con el sistema FAPS en base a la estructura lean manufacturing crea una herramienta útil para mejorar la productividad al mantener informado a los trabajadores del estado de la producción elevando el comprometimiento hacia la empresa.
- En la empresa Marcia Buffalo industrial tiene potencial de aplicar un sistema ANDON que es un criterio lean manufacturing gracias a la necesidad de información entre sus líneas de producción segmentada en áreas (montaje, troquelado y aparado).
- La productividad de la línea de producción global mejoró en un 13.40% en eficiencia promedio y un 18.6% en capacidad de producción promedio.
- Para generar un aprendizaje del 95% al momento de la implementación del sistema faps se requiere por lo menos 37 experimentos logrando un manejo adecuado del sistema por parte de la empresa.
- En base al análisis de la hipótesis los datos obtenidos de la productividad representan una mejoría para la empresa.
- Después de haber realizado las pruebas para la implementación del sistema FAPS, este ofrece una gran facilidad al momento de instalar los elementos constitutivos porque para su funcionamiento no requiere de modificaciones invasivas en el área de producción y sus dispositivos de muestreo son inalámbrico.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda crear puntos físicos de datos para los dispositivos de visualización porque al ser un ambiente industrial genera problemas en la transmisión en tiempo real.
- Se recomienda realizar una evaluación económica y financiera para determinar los beneficios del aumento de productividad.
- Para la implementación del sistema FAPS se requiere que exista jefes de producción por cada área de proceso para poder monitorear en tiempo real cada una de las áreas
- Se recomienda usar varios puntos de Access Point para poder cubrir en forma constante el área producción para evitar saturar el envío de datos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema:

“Evaluación financiera de la implementación del sistema de programación y control de producción en una empresa de calzado”

6.1 Datos informativos

Institución: Empresa marcia-buffalo industrial

Beneficiarios: Empresa marcia-buffalo industrial

Ubicación: Imbabura s/n y Gertrudiz Esparza,

Equipo técnico responsable: Investigador y tutor

Costo: Indeterminado

6.2 Antecedentes de la propuesta

A nivel de empresas que están dedicadas al área industrial específicamente a la producción es de vital poder cuantificar en qué estado se encuentran cada proceso de producción, desde que comienza a salir la materia prima hasta que llega al producto terminado, el objeto de estudio del proyecto es el área de producción de calzado específicamente en la empresa Marcia-Buffero industrial que está dedicada a la fabricación de calzado de seguridad industrial.

Para la fabricación de calzado la empresa cuenta con tres procesos definidos que son troquelado, aparado y montaje, y cada uno tiene tres líneas de producción, pero no cuentan ninguna con un sistema con se pueda cuantificar las unidades de producto están en cada área de proceso, solo productos terminados, para la mejora de productividad según las perspectivas lean manufacturing se debe contar con un cruce de información no solo del producto terminado sino del estado productos en proceso.

Uno de los sistemas que se ha podido implementar para lograr el objetivo de tener comunicada las áreas de producción ha sido el sistema ANDON, esto viene del japonés “lampara” que es un sistema de control de producción que puede ser bastante variado, pero en esencia lo que hace es mostrar en forma visual alertas del estado de la producción, en sus inicios en cada área de proceso se colocaba señales de colores para saber si está cumpliendo o no los objetivos de producción, generando así una herramienta con la cual se pueda tomar correctivos sobre la marcha, mejorando el comprometimiento de cada uno de los trabajadores de la empresa.

Para la implementación de los sistemas ANDON es necesario de una inversión económica que dependerá de los requerimientos de la empresa, pero este debe ser analizado en función del beneficio en la productividad, por lo que se debe evaluar en forma financiera cual sería el aporte en implementar este sistema y considerar los factores de inversión inicial.

6.3 Justificación

En la producción de calzado se vuelve necesario tener un control constante sobre el estado en el que se encuentra cada área de producción, porque la materia prima con la que se fabrica el calzado no es numerosa pero las piezas que los conforman son muy diversas, la fabricación de cada pieza depende de un modelo en específico, además en las líneas de producción cambian constantemente para adaptarse a los diferentes modelos.

Para el manejo de información de los procesos de producción el sistema ANDON es de los más utilizados para este fin por su simplicidad al momento de ser expuesto a los trabajadores, en él puede observarse por medio de indicadores visuales el estado de cumplimiento de los objetivos de producción, con el avance tecnológico en comunicaciones se ha logrado unificar la información de las áreas de producción en forma rápida para tener un control en tiempo real del estado en la producción.

La empresa en la que se realizó la investigación es la empresa Marcia Buffalo industrial la cual sirvió para probar el prototipo del sistema FAPS, el cual en la experimentación mostro que existe una mejoría en la productividad de la empresa, pero se vuelve imperativo analizar a corto y mediano plazo el beneficio de implementar este sistema y considerar los efectos de su

inversión inicial, creando así un referente para poder implementarlo en otras industrias del calzado.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

Evaluar financieramente la rentabilidad de la implementación del sistema de programación y control de producción en una empresa de calzado

6.4.2 Objetivos Especifico

- Analizar los efectos en los factores de producción con la implementación del sistema FAPS en la empresa.
- Determinar los costos de inversión inicial de implementar el sistema FAPS.
- Evaluar los beneficios de la implementación del sistema FAPS en la empresa.

6.5 Análisis de Factibilidad

6.5.1 Organizacional

La industria del calzado como se indicó anteriormente en la justificación, requiere para mejorar su producción de un sistema control e intercambio de información rápido y conciso, con el cual se pueda tomar acciones correctivas y preventivas, el sistema FAPS proporciona estos beneficios con una base de datos que se actualiza en tiempo real con la información proporcionada por cada jefe de área de producción, generando así una comunicación entre áreas y generando una herramienta útil para la toma de decisiones.

6.5.2 Ambiental

El sistema FAPS al tener la propiedad de mejorar la productividad y capacidad de producción, por los datos que se encontró en la investigación sería una herramienta que ayudará para la reducción de desperdicio y optimización de recursos como es la materia prima.

6.5.3 Económico financiero

A nivel económico la implementación del sistema FAPS generara beneficio a la empresa por el aumento en la productividad y optimización de los elementos de fabricación, porque al tener un sistema de información entre las áreas optimizara toda la cadena de producción desde el despacho de materia prima hasta el área de almacenamiento reduciendo los costos de producción.

6.5.4 Tecnológico

En el ámbito tecnológico el sistema FAPS que fue desarrollado para el sector de producción de calzado se encuentra en etapa de prototipo, pero por los resultados obtenidos al someterlo a pruebas de campo mostro que puede generar una mejoría en la productividad, este sistema cuenta con un software que muestra factores en la producción además de contar con un hardware instalado en el área de proceso.

Con la implementación de este sistema se obtendrá una herramienta para mejorar la productividad de este sector industrial además de generar una tecnología útil y desarrollada para la realidad de nuestro país.

6.6 Fundamentación científico - técnico

6.6.1 Productividad

La productividad es una medida en la cual se compara si los factores de producción de una organización son bien utilizados, es decir es la relación entre los productos obtenidos por un sistema y los recursos utilizados para obtener dicha producción[9]. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos, Mientras exista un incremento o se mantenga son señal de mejoría en una empresa, la productividad en la mayoría de los casos se define como la cantidad de producto o de valores de uso producidos por unidad de tiempo o por unidad de insumo laboral[36].

6.6.2 Inversión y productividad

El proceso de inversión a partir de la producción, aborda desde su rol esencial en la dinámica del crecimiento económico y sus determinantes fundamentales, La productividad expresada es una medida de la eficiencia de la producción, La productividad es, por otra parte, un rasgo del proceso de trabajo, de la organización técnica de la producción por lo que hablamos del modo de producción, entendiendo este modo como la manera en la cual se relacionan los factores productivos que encarnan la relación social de producción capitalista, los medios de producción y la fuerza de trabajo. Por tanto, no es un rasgo del obrero [36].

Por otro lado, la eficiencia productiva de la inversión es una relación o variable fundamental en el análisis macroeconómico. En primer lugar, con significado económico, ya que la inversión debe incrementar la productividad para reducir los costes de producción y la eficiencia productiva de la inversión, En la medida que la inversión logre incrementar en un mayor grado la capacidad productiva por unidad de trabajo mayor será el margen sobre los salarios y en mayor medida se podrán reducir los costos y así la tasa de ganancia descenderá a un menor ritmo. Por tanto, el aumento de la productividad es un medio para reducir costos de producción, por lo que la mejora de la productividad es positiva para el capital puesto que le permite modificar la distribución del ingreso a su favor, incrementado el beneficio relativo[36].

6.6.3 Análisis de Inversión

Como primer punto vamos a definir que es una inversión, la cual se trata de un desembolso de dinero con el fin de obtener beneficios en un futuro cercano. Analizar una inversión responde a un proceso en el cual se puede conocer sobre la conveniencia de realizarla o no[37].

Los criterios que permiten realizar una selección de inversiones en la siguiente:

- Que el valor del rendimiento sea superior al valor actual del coste de inversión. Es decir que el VAN (valor actual neto), sea positivo.
- Que la empresa pueda sortear el momento que se realiza la inversión financiera y el momento en que se obtienen los beneficios de la inversión.

El análisis de las inversiones permite saber si es conveniente su realización o no, también permite conocer entre varios proyectos cual es más viable con estas dos herramientas Neto – VAN y la Tasa de Retorno de la Inversión – TIR.

6.6.4 VAN - Valor actual neto.

Este criterio señala que el valor capital de una inversión es igual al valor actualizado de todos los rendimientos esperados, es decir, es igual a la diferencia entre el valor actualizado de los ingresos esperados y el valor también actualizado de los pagos previstos[38].

6.6.4.1 Criterio de decisión.

- Si el VAN es mayor a cero, es factible realizar el proyecto
- Si el VAN es igual a cero, es opcional la decisión de invertir
- Si el VAN es menor a cero, se rechaza el proyecto

6.6.4.2 Fórmula.

$$VAN = \text{Sumatoria de flujos netos} - \text{Inversión inicial} \quad (3)$$

6.6.5 TIR - TASA INTERNA DE RETORNO.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto

6.6.5.1 Criterios de decisión

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión[39].

- Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

6.6.5.2 Formula

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Figura 43: Ecuación del VAN en función del TIR[40]

- n=es el número de periodos de tiempo
- I₀= Es la inversión inicial en el periodo t=0
- F_t= Flujo de efectivo de cada periodo

La aplicación de estas herramientas financieras nos ayuda a establecer la rentabilidad del proyecto, la diferencia entre el dinero que entra a la empresa y la cantidad que se invierte en un mismo producto para ver si realmente es un producto (o proyecto) que puede dar beneficios a la empresa productora.

6.7 Metodología

En la siguiente metodología se evaluará indicadores financieros con los cuales podamos analizar los beneficios del sistema FAPS basados en:

- Mano de obra
- Materia prima
- Costos indirectos de fabricación

Para el análisis de la inversión inicial principalmente se utilizará las herramientas TIR y VAN las cuales mostrarán el grado beneficio que representa la inversión del sistema FAPS considerando 2 escenarios como es la proyección de ventas y datos económicos del país.

6.8 Análisis financiero del sistema FAPS

Para tener una visión de los efectos que ocasionara la implementación del sistema FAPS se debe analizar dos aspectos muy importantes:

- Los factores de producción que interviene en la fabricación del calzado.
- El costo inicial de inversión.

En base a esto podremos cuantificar en qué medida el sistema FAPS puede generar un beneficio sobre la empresa.

6.8.1 Análisis de los factores de producción

El sistema FAPS tiene su principal beneficio en gestionar los factores y por consiguiente en el inventario, los componentes de producción que se analizará son los más incidentes dentro de la fabricación como son:

- La materia prima (MP)
- Mano de obra (MO)
- Costos indirectos de fabricación (CIF)

Para este análisis de los factores que intervienen en la producción vamos a tomar en cuenta un listado de ordenes de producción entregados por la empresa que se ejecutaron en el último mes antes de la investigación, para realizar una comparación, en la Tabla XX podemos apreciar el modelo y el número de pares solicitados.

Tabla XX: Ordenes de producción

No	ORDEN PRODUCCION EN BASE A MODELOS	PARES POR ORDEN
1	<i>R-02</i>	780
2	<i>S-10</i>	640
3	<i>R-14</i>	600
4	<i>D-05</i>	780
5	<i>S-18</i>	560
6	<i>S-08</i>	690
7	<i>B-02</i>	340
8	<i>D-02</i>	540
9	<i>S-02</i>	478
10	<i>B-04</i>	560
11	<i>S-06</i>	470
12	<i>D-03</i>	450
13	<i>S-11</i>	560
14	<i>S-16</i>	18
	TOTAL	7466

Para el análisis se utilizó el semi botín industrial s-16 únicamente, para esta sección se tomará en cuenta los datos antes de las pruebas del sistema FAPS.

6.8.1.1 Materia prima

Para el análisis de la materia prima se consideró los siguientes criterios:

- Cantidad o el consumo de cada material que requiere el producto.
- Costo del material requerido en unidades de medida (metro, centímetro, unida, par, litro, kilogramo, gramos, etc.).
- Costo de la cantidad requerida obtenida mediante la multiplicación de la cantidad por el costo.
- Suma de costos individuales y determinación del costo total.

Estos criterios abarcan el análisis económico sobre los materiales que intervienen en la elaboración del calzado que se realizó el estudio. Es necesario tener la cantidad y el costo unitario (par) para obtener el costo total de materia prima que se utiliza en la fabricación. En la Tabla XXI y XXII se muestra estos datos.

Tabla XXI: Costo de materia prima[39]

Proceso	Materiales	Unidad	Cant requerida	Costo (USD)	Total	Desperdicio
Troquelado	CUERO	dc	22	\$ 0.30	\$ 6.60	2
Troquelado	FORRO CAPELLADA	dc	4	\$ 0.16	\$ 0.67	0.2
Troquelado	PIEL BORREGO	dc	10	\$ 0.32	\$ 3.23	0.48
Aparado	NAPA	dc	3.63	\$ 0.11	\$ 0.40	0.33
Aparado	ESPONJA	dc	0.63	\$ 0.35	\$ 0.22	0.03
Aparado	ELASTICO	mtrs	0.16	\$ 0.60	\$ 0.10	0
Aparado	HILOS	mtr	60	\$ 0.00	\$ 0.12	3
Montaje	CONTR	dc	2	\$ 0.07	\$ 0.14	0.092
Montaje	PUNT ACERO	und	1	\$ 1.50	\$ 1.50	
Montaje	PLANTLL ARM	dc	3.69	\$ 0.03	\$ 0.11	0.18
Montaje	PLANT TERMICA	dc	3.6	\$ 0.04	\$ 0.14	0.18
Montaje	PLANTLL TERM	dc	1	\$ 1.00	\$ 1.00	
Montaje	SUELA	par	1	\$ 3.80	\$ 3.80	
Montaje	PEGA PU	grs	35	\$ 0.01	\$ 0.18	0.0050
Montaje	PRAYMER	grs	32.03	\$ 0.01	\$ 0.16	0.0042
Montaje	SOLVENTE	grs	3.39	\$ 0.01	\$ 0.04	0.0021
Montaje	ESPAGETY	kl	0.0088	\$ 0.20	\$ 0.00	
Montaje	NEOPREN	grs	68.8	\$ 0.00	\$ 0.20	0.0080
Montaje	FUNDAS	und	1	\$ 0.06	\$ 0.06	
Montaje	CAJA DE EMBAL	und	1	\$ 0.49	\$ 0.49	
Montaje	BORRA LINEAS	grs	1	\$ 0.05	\$ 0.05	
Montaje	CAJA MADRE	und	1	\$ 0.10	\$ 0.10	
Montaje	CINTA EMBALAG	und	1	\$ 0.05	\$ 0.05	
				TOTAL, COSTO	\$ 19.36	

Tabla XXII: Costo de materia prima por proceso[39]

N°	PROCESO	Actividad	Costo (USD x par)
1	Troquelado	Corte de cuero	\$ 10.50
2	Aparado	Cerrar cortes	\$ 0.84
3	Montaje	Acabado final	\$ 8.02
		Total	\$ 19.36

6.8.1.2 Mano de obra

Para el análisis de mano de obra que interviene en la fabricación se usó los siguientes criterios:

- Costo mensual integral del trabajador.
- Distribución del costo mensual por hora utilizada para la fabricación del producto.
- Suma de costos individuales y determinación del costo total.

Los costos de mano de obra fueron calculados en base a los conceptos determinados por el código de trabajo[41], totalizados de la siguiente forma en la Tabla XXIII:

Tabla XXIII: Conceptos de análisis para el cálculo de mano de obra.

Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Salario Básico Unificado del Año 2017 • Horas Extraordinarias • Horas Suplementarias • Bonos
Recargos Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Aporte Patronal • Décimo Tercero • Décimo Cuarto • Vacaciones • Fondo de Reserva

En base a la investigación realizada se determinó tiempo de producción por proceso antes de las pruebas del sistema FAPS se ejecutarán las cuales se observan en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV: Tiempos de procesos de producción

Procesos	Tiempo cronometrado min/par	Tiempo estándar hora/par
Troquelado	7.80	0.13
Aparado	10.20	0.17
Montaje	6.60	0.11
	24.6	0.41

Con los datos de la investigación se creó la Tabla XXV, en ella están los resultados en base a la cantidad de fabricación y por el tiempo de fabricación.

Tabla XXV: Mano de obra por cantidad y por disponibilidad de tiempo por cada proceso

Nº	PROCESO	COSTO MDO (USD x mes)	FABRICACION POR CANTIDAD		FABRICACION POR TIEMPO	
			Producción (Par)	Costo (USD) / par	Horas disponibles (hr. MO x mes)	Costo hora (USD)/par
1	Troquelado	\$ 2,110.67	7466	\$ 0.28	640	\$ 3.30
2	Aparado	\$ 3,651.44	7466	\$ 0.49	1120	\$ 3.26
3	Montaje	\$ 2,742.86	7466	\$ 0.37	800	\$ 3.43
	TOTAL	\$ 8,504.97	7466	\$ 1.14	2560	\$ 3.32

6.8.1.3 Costos indirectos de fabricación

Los costos indirectos de fabricación son todos los costos que son necesarios para la fabricación del producto, pero no están inmersos en la producción, estos se pueden apreciar en la Tabla XXVII y para el cálculo de la depreciación de activos se utilizó los valores de la Tabla XXVI.

Tabla XXVI: Porcentajes de depreciación[39]

Depreciación Edificios	13%
Depreciación Maquinaria	34%

Tabla XXVII: Costos indirectos de fabricación[39]

CIF	COSTO(USD)
seguridad	\$ 20.00
transporte y arriendo	\$ 1,500.00
luz	\$ 700.00
agua	\$ 40.00
teléfono	\$ 205.95
Seguro Incendio	\$ 65.28
Depreciación Edificios	\$ 650.00
Depreciación Maquinaria	\$ 1,700.00
MOI	\$ 3,430.04
TOTAL	\$ 8,311.27

Para poder evaluar los CIF por cada proceso de producción de la empresa se generó una distribución (participación porcentual) en base al número de horas disponibles por área como se muestra en la Tabla XXVIII y así se generó la Tabla XXIX y XXX que muestra los valores por cada proceso para ser comparado con el resto factores de producción.

Tabla XXVIII: Porcentajes de distribución de tiempos

Procesos	Actividad	Horas disponibles (hr x mes)	Distribución
Troquelado	Corte de cuero	640	25%
Aparado	Cerrar cortes	1120	44%
Montaje	Acabado final	800	31%
	total	2560	100%

Tabla XXIX: CIF por cantidad de producción

N°	PROCESO	Costo (USD)	Producción (par)	Costo x par (USD)
1	Troquelado	\$ 2,077.82	7466	\$ 0.28
2	Aparado	\$ 3,636.18	7466	\$ 0.49
3	Montaje	\$ 2,597.27	7466	\$ 0.35
	total	\$ 8,311.27	7466	\$ 1.11

Tabla XXX: CIF por tiempo disponible

N°	PROCESO	Costo (USD)	Horas disponibles (hr x mes)	Costo x par (USD)
1	Troquelado	\$ 2,077.82	640	\$ 3.25
2	Aparado	\$ 3,636.18	1120	\$ 3.25
3	Montaje	\$ 2,597.27	800	\$ 3.25
	total	\$ 8,311.27	2560	\$ 9.74

6.8.2 Resultados análisis de factores de producción

Analizando los parámetros descritos en la sección anterior usamos los resultados de la investigación y estos fueron los resultados:

6.8.2.1 Tiempo de producción

El beneficio obtenido con las pruebas del sistema FAPS en la productividad con el lote propuesto fue de una reducción de 3 min por par como se muestra en la Tabla XXXI lo que representa una mejora del 13.88% en el tiempo de la fabricación, con lo que se demuestra que el sistema FAPS genera una mejoría en este parámetro.

Tabla XXXI: Tiempo de producción

Procesos	Normal		FAPS	
	Tiempo inicial (min/par)	Tiempo estándar (hora/par)	Tiempo experimental (min/par)	Tiempo experimental (hora/par)
Troquelado	7.80	0.13	7.20	0.12
Aparado	10.20	0.17	9.00	0.15
Montaje	6.60	0.11	5.40	0.09
	24.60	0.41	21.60	0.36

6.8.2.2 Cantidad de producción

Al obtener una mejoría en el tiempo de producción esto se ve reflejado en la cantidad de producción, para verificar eso se utilizó los datos de las ordenes con los tiempos antes y después del sistema dando los resultados como se ven en la Tabla XXXII.

Tabla XXXII: Cantidad de producción,

	Horas de M.O. proyectadas en función de la producción		Producción proyectada en función horas M.O. disponibles	
	Producción (par)	M.O. Horas Utilizadas	Producción Proyectada (par)	M.O. Horas disponibles Mes
Normal	7466	3061	6244	2560
FAPS	7466	2688	7111	2560

De estos resultados se puede obtener dos conclusiones:

- Existe una mejoría en la cantidad de producción de 867 pares por mes con la cantidad de horas disponibles por mes que representa una mejoría del 13.88%.
- Mejora la cantidad de horas-hombre que se requiere para la fabricación la cantidad de unidades analizada por mes es del 13.87% que representa una reducción de 373 horas hombre.

6.8.2.3 Costo de producción por unidad

En lo que respecta al costo de producción el componente de materia prima se mantiene constante para la cantidad de producción, para el análisis se tomó en cuenta que el costo de la mano de obra se incrementará para la fecha implementación del sistema FAPS, porque se espera que sea implementado en el año 2018.

Los Costos Indirectos de Fabricación se sostienen, pero su valor varío en función de la producción obtenida. En la Tabla XXXIII se realiza lisa un análisis de un escenario propuesto y uno ideal como referencia, en el ideal se toma en cuenta que la mejora de producción del 13.88% conseguida por el sistema FAPS es el 100% del adicional de unidades producidas.

Tabla XXXIII: Costo de fabricación escenarios en base a la cantidad por mes

ESCENARIO IDEAL: 100% DE UNIDADES ADICIONALES POR MEJORA DE PRODUCCIÓN (13.88%)						
	UNIDADES PRODUCIDAS (par)	COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL (USD)	M.P. (USD x par)	M.O. (USD x par)	C.I.F. (USD x par)	COSTO DE PRODUCCION (USD x par)
NORMAL	7466	8,504.97	19.36	1.14	1.11	21.61
FAPS	8502	8,808.62	19.36	1.04	0.98	21.37
					resultado	0.24
ESCENARIO PROPUESTO: 75% DE UNIDADES ADICIONALES POR MEJORA DE PRODUCCIÓN (10.41%)						
	UNIDADES PRODUCIDAS (par)	COSTO DE MANO DE OBRA TOTAL (USD)	M.P. (USD x par)	M.O. (USD x par)	C.I.F. (USD x par)	COSTO DE PRODUCCION (USD x par)
NORMAL	7466	8,504.97	19.36	1.14	1.11	21.61
FAPS	8274	8,808.62	19.36	1.07	1.01	21.43
					resultado	0.18

En el escenario propuesto la cantidad de producción adicional que genera la optimización de la mano de obra por el uso del sistema FAPS se pueda vender el 75%, esto generaría un ahorro 0.84% en el costo de producción que representa 18 centavos por par.

6.9 Análisis de inversión inicial del sistema FAPS

Para el análisis de inversión se realizó un presupuesto en base a un diseño realizado por el investigador como una de las mejores opciones para la implementación y montaje del sistema FAPS.

6.9.1 Elementos del presupuesto

A continuación, se describe los elementos que básicos que debe tener un presupuesto de inversión para poder ser evaluado como son el

- presupuesto base
- análisis de precios unitarios
- cronograma
- fórmula polinómica
- desagregación tecnológica

6.9.1.1 Presupuesto

El presupuesto está contemplado los rubros necesarios para una instalación fiable y apta para un área industrial, Esta cuenta con los requerimientos eléctricos y electrónicos para el correcto funcionamiento del sistema FAPS, el cual se muestra en la Tabla XXXIV.

Tabla XXXIV: Presupuesto sistema FAPS (generado por PROEXCEL)

ITEN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (USD)	TOTAL
	SISTEMA ELECTRICO				5,406.13
1	PUNTO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN (TERMINADO) TUBO Y ACCESORIOS EMT 1/2"	u	8.00	32.56	260.48
2	BANDEJA TIPO FLEX 200X50 GALVANIZADA INSTALADA	m	125.00	28.07	3,508.75
3	PUNTO DE TOMACORRIENTE REGULADO	U	7.00	52.91	370.37
4	TUBERIA EMT 1/2" CON ACCESORIOS	m	100.00	5.71	571.00
5	TUBERIA EMT 3/4" CON ACCESORIOS	m	50.00	6.03	301.50
6	CENTRO DE CARGA TRIFASICO 20 ESPACIOS	U	1.00	210.68	210.68
7	BREAKER 1 POLO DE 16 A HASTA 63 A (INCLUYE INSTALACIÓN Y CONEXIONADO)	U	5.00	9.03	45.15
8	TUBERIA EMT 1" CON ACCESORIOS	m	10.00	13.82	138.20
	SISTEMA DE VOZ Y DATOS				26,438.35
9	CAJAS DE 20X20 METALICAS DE PASO	U	6.00	18.65	111.90
10	PUNTO DE DATOS CAT 6A BLINDADO SIMPLE	U	11.00	175.00	1,925.00
11	JACK BLINDADO METÁLICO CAT6A	U	22.00	24.24	533.28
12	ORGANIZADOR HORIZONTAL 80X80	U	1.00	94.17	94.17
13	REGLETA MULTITOMA	U	1.00	133.11	133.11
14	RACK 37 UR	U	1.00	1,691.71	1,691.71
15	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT 6A MODULAR BLINDADO	U	1.00	200.25	200.25
16	PRUEBAS DE CATEGORÍA CERTIFICACIÓN	U	11.00	7.02	77.22
17	PATCH CORD DE 3FT CAT 6A FTP 1MT	U	22.00	24.61	541.42
18	AP DE TECHO ROAMING	U	3.00	431.92	1,295.76
19	SWITCH 24 PUERTOS POE	U	1.00	3,339.99	3,339.99
20	UPS ON LINE KR-6000	u	1.00	2,738.90	2,738.90
21	PUNTO HDMI INCLUYE CABLE Y PLACA	U	1.00	209.00	209.00
22	SMART TV 4K 65 PULGADAS	U	8.00	1,693.33	13,546.64
		TOTAL:			31,844.48

El valor del presupuesto este hecho en base a los salarios vigentes en el 2017 y en la Tabla XXXV se muestra el desglose de elementos que componen el presupuesto. El valor de la inversión es sin considerar el I.V.A. vigente a la fecha de la inversión.

Tabla XXXV: Desglose de componentes de presupuesto del sistema FAPS (generado por PROEXCEL)

Iten	Materiales (USD)	Mano de Obra (USD)	Equipo (USD)	Costo Directo (USD)	Costo Indirecto (USD)	Precio Unitario (USD)
1	17.35	10.13	0.35	27.83	4.73	32.56
2	22.47	1.52	0.00	23.99	4.08	28.07
3	40.10	5.11	0.01	45.22	7.69	52.91
4	2.71	2.17	0.00	4.88	0.83	5.71
5	2.99	2.16	0.00	5.15	0.88	6.03
6	155.50	22.07	2.50	180.07	30.61	210.68
7	7.00	0.72	0.00	7.72	1.31	9.03
8	8.19	3.61	0.01	11.81	2.01	13.82
9	12.30	3.63	0.01	15.94	2.71	18.65
10	120.44	28.75	0.38	149.57	25.43	175.00
11	20.00	0.72	0.00	20.72	3.52	24.24
12	73.20	7.28	0.01	80.49	13.68	94.17
13	111.60	2.17	0.00	113.77	19.34	133.11

Tabla XXXV: Desglose de componentes de presupuesto del sistema FAPS (generado por PROEXCEL)

14	1,300.00	145.66	0.25	1,445.91	245.80	1,691.71
15	160.20	10.93	0.02	171.15	29.10	200.25
16	5.00	1.00	0.00	6.00	1.02	7.02
17	20.00	1.03	0.00	21.03	3.58	24.61
18	360.15	8.99	0.02	369.16	62.76	431.92
19	2,679.60	174.79	0.30	2,854.69	485.30	3,339.99
20	2,319.05	21.85	0.04	2,340.94	397.96	2,738.90
21	156.74	21.85	0.04	178.63	30.37	209.00
22	1,440.00	7.28	0.01	1,447.29	246.04	1,693.33
subtotales	9,034.59	483.42	3.95	9,521.96	1,618.75	11,140.71

6.9.1.2 Análisis de precios unitarios

Los análisis de precios unitarios con la desagregación tecnológica respectiva están en el anexo 3 de este documento.

6.9.1.3 Cronograma

Para la ejecución de la inversión necesaria del sistema FAPS en la Figura 44 se muestra la curva de inversión del proyecto que es hecha en base al cronograma que se encuentra en el anexo 3, se adjunta la Tabla XXXV

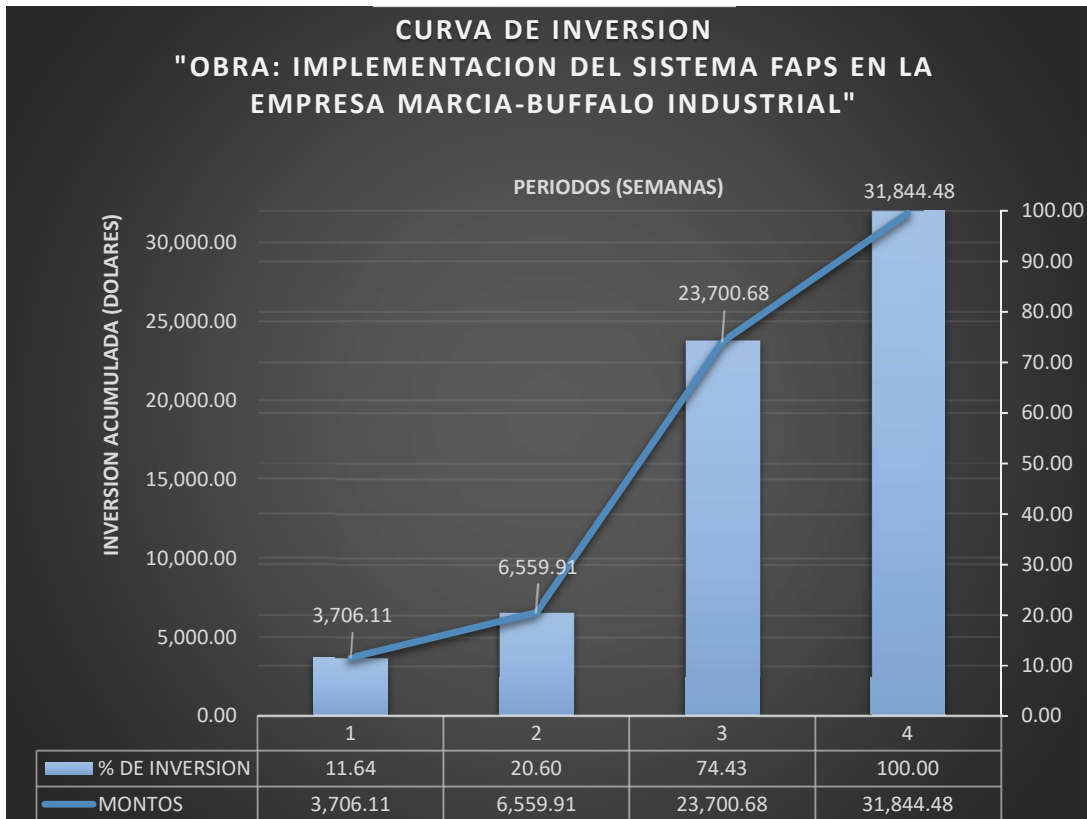


Figura 44: Curva de inversión del proyecto.

Tabla XXXVI: Desembolso del cronograma valorado

TABLA DE DESEMBOLSOS				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
MONTO PARCIAL	3,706.11	2,853.81	17,140.77	8,143.80
PORCENTAJE PARCIAL	11.64	8.96	53.83	25.57
MONTO ACUMULADO	3,706.11	6,559.91	23,700.68	31,844.48
PORCENTAJE ACUMULADO	11.64	20.60	74.43	100.00

6.9.1.4 Fórmula polinómica

Por cuestiones de que la implementación del sistema FAPS es un proyecto que dependerá de los intereses de la empresa, para ello se tomó en cuenta la fórmula polinómica del proyecto para que sin importar el periodo en el que se vaya ejecutar exista la manera de reajustar los precios del presupuesto. En la Tabla XXXVII se encuentra dichos datos.

Tabla XXXVII: Fórmula polinómica del proyecto FAPS

FORMULA POLINOMICA PARA EL REAJUSTE DE PRECIOS		
PROYECTO: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FAPS EN LA EMPRESA MARCIA-BUFFALO INDUSTRIAL		
$Pr=Po (0.079 B1/Bo + 0.003 C1/Co + 0.915 D1/Do + 0.001 E1/Eo + 0.002 X1/Xo)$		
Coefficientes y símbolos de esta fórmula		
PR = Valor reajustado del anticipo o de la planilla		
Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con cantidades de obra ejecutadas a los precios contractuales descontado la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado		
TERMINOS		
B	Mano de Obra	0.079
C	Equipo Electrónicos	0.003
D	Instalaciones eléctricas	0.915
E	Elementos de construcción	0.001
X	Componentes No Principales	0.002
		1.000
CUADRILLA TIPO		
ESTR. OC. B1		0.043
ESTR. OC. B3		0.039
ESTR. OC. C1		0.003
ESTR. OC. D2		0.453
ESTR. OC. E2		0.462

6.9.1.5 Desagregación tecnológica

La desagregación tecnológica tiene como finalidad descomponer el proyecto de inversión para que pueda implicar la contratación de bienes y servicios de procedencia extranjera en sus diferentes elementos y económicos, en el presupuesto también se tomó en cuenta VAE (valor agregado ecuatoriano) que según la resolución INCOP (Instituto contratación de obras públicas) No. 0095 [42] debe clasificarse y considerarse en el presupuesto de la siguiente forma:

- NP=no tiene procedencia ecuatoriana=0%
- ND=los elementos no son de fabricación ecuatoriana, pero incluye algún factor de producción de procedencia ecuatoriana=40 %
- EP= Bienes producidos en Ecuador= 100%

En base a eso se coloca en cada uno de los componentes de los precios unitarios los cuales pueden revisarlos en el anexo 3 y en la Tabla XXXVIII se muestra los resultados.

Tabla XXXVIII: Desagregación tecnológica del proyecto FAPS

#	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	% Inc	Van Rubro	Van Presupuesto
SISTEMA ELECTRICO								
1	PUNTO ELÉCTRICO ILUMINACIÓN (TERMINADO) TUBO Y ACCESORIOS EMT 1/2"	u	8.00	32.56	260.48	0.82	91.73	0.75
2	BANDEJA TIPO FLEX 200X50 GALVANIZADA INSTALADA	m	125.00	28.07	3508.75	11.02	99.99	11.02
3	PUNTO DE TOMACORRIENTE REGULADO	U	7.00	52.91	370.37	1.16	100.00	1.16
4	TUBERIA EMT 1/2" CON ACCESORIOS	m	100.00	5.71	571.00	1.79	100.00	1.79
5	TUBERIA EMT 3/4" CON ACCESORIOS	m	50.00	6.03	301.50	0.95	100.00	0.95
6	CENTRO DE CARGA TRIFASICO 20 ESPACIOS	U	1.00	210.68	210.68	0.66	95.46	0.63
7	BREAKER 1 POLO DE 16 A HASTA 63 A (INCLUYE INSTALACIÓN Y CONEXIONADO)	U	5.00	9.03	45.15	0.14	45.59	0.06
8	TUBERIA EMT 1" CON ACCESORIOS	m	10.00	13.82	138.20	0.43	99.99	0.43
SISTEMA DE VOZ Y DATOS								
9	CAJAS DE 20X20 METALICAS DE PASO	U	6.00	18.65	111.90	0.35	99.99	0.35
10	PUNTO DE DATOS CAT 6A BLINDADO SIMPLE	U	11.00	175.00	1925.00	6.05	94.93	5.74
11	JACK BLINDADO METÁLICO CAT6A	U	22.00	24.24	533.28	1.67	100.00	1.67
12	ORGANIZADOR HORIZONTAL 80X80	U	1.00	94.17	94.17	0.30	100.00	0.30
13	REGLETA MULTITOMA	U	1.00	133.11	133.11	0.42	100.00	0.42
14	RACK 37 UR	U	1.00	1691.71	1691.71	5.31	46.05	2.45
15	PATCH PANEL 24 PUERTOS CAT 6A MODULAR BLINDADO	U	1.00	200.25	200.25	0.63	6.40	0.04
16	PRUEBAS DE CATEGORÍA CERTIFICACIÓN	U	11.00	7.02	77.22	0.24	16.67	0.04
17	PATCH CORD DE 3FT CAT 6A FTP 1MT	U	22.00	24.61	541.42	1.70	4.90	0.08

Tabla XXXVIII: Desagregación tecnológica del proyecto FAPS

18	AP DE TECHO ROAMING	U	3.00	431.92	1295.76	4.07	2.44	0.10
19	SWITCH 24 PUERTOS POE	U	1.00	3339.99	3339.99	10.49	6.13	0.64
20	UPS ON LINE KR-6000	u	1.00	2738.90	2738.90	8.60	40.55	3.49
21	PUNTO HDMI INCLUYE CABLE Y PLACA	U	1.00	209.00	209.00	0.66	66.59	0.44
22	Smart Tv 4k 65 pulgadas	U	8.00	1693.33	13546.64	42.54	40.31	17.15
							VAE =	49.70

6.9.2 Resultado del análisis de la inversión inicial

En el análisis de la inversión a más de utilizar las herramientas de decisión T.I.R. y V.A.N., se tomará en cuenta las proyecciones de ventas y 2 escenarios para evaluar la viabilidad de la implantación del sistema FAPS.

6.9.2.1 Ventas

De acuerdo a la información obtenida por la empresa que se encuentra en el anexo 2, verificaremos en los estados financieros el flujo anual de la misma con la finalidad de proyectar el movimiento y retorno de la inversión con la aplicación del sistema FAPS. Aplicando la tasa de crecimiento en base a las ventas de los años reportados calculados con la fórmula 4 y los datos de la Tabla XL:

Tabla XL: Ventas netas Marcia Buffalo industria

Ventas 2015 (USD)	Ventas 2016 (USD)
2,299,544.19	2,499,866.53

$$g = \left(\frac{CV_n}{CV_0} \right)^{\left(\frac{1}{n} \right)} - 1 \quad (4)$$

CV_n=Ventas en el año de análisis

CV₀= Ventas en el año anterior

n=número de periodos entre el análisis

Con la aplicación de la fórmula 4, determinamos el porcentaje de crecimiento anual es del 8,71%. Resultando de este análisis el siguiente flujo de ventas proyectado a 5 años como se ve en la Tabla XLI.

Tabla XLI: Proyección de incremento de ventas[39]

Año	FCL
2017	463,530.85
2018	503,910.85
2019	547,808.50
2020	595,530.26
2021	647,409.24

Con estas proyecciones se crea la tabla de flujos de efectivo que está en la Tabla XLII.

Tabla XLII: Flujos de efectivo en función de las ventas

FLUJO DE EFECTIVO INICIAL	2017 (USD)	2018 (USD)	2019 (USD)	2020 (USD)	2021 (USD)
NOF (Necesidades Operativas de Fondo)	\$ 210,337.81	\$ 228,661.16	\$ 248,580.73	\$ 270,235.58	\$ 293,776.86
VARIACION NOF	\$ (223,611.31)	\$ (243,090.97)	\$ (264,267.58)	\$ (287,288.97)	\$ (312,315.84)
Activo No Corriente	\$ 970,805.29	\$ 1,055,375.95	\$ 1,147,313.90	\$ 1,247,260.93	\$ 1,355,914.74
Variación de Activo No Corriente	\$ (114,021.03)	\$ (123,953.85)	\$ (134,751.96)	\$ (146,490.73)	\$ (159,252.11)
Ingresos Financieros	\$ 834,917.80	\$ 907,650.78	\$ 986,719.81	\$ 1,072,676.85	\$ 1,166,121.95
Gastos Financieros	\$ 267,975.72	\$ 291,320.14	\$ 316,698.18	\$ 344,287.01	\$ 374,279.20
Cash Flow	\$ 692,840.60	\$ 753,196.67	\$ 818,810.59	\$ 890,140.40	\$ 967,684.04
Free Cash Flow	\$ 463,530.85	\$ 503,910.85	\$ 547,808.50	\$ 595,530.26	\$ 647,409.24

6.9.2.2 Datos económicos país

De igual forma el porcentaje de crecimiento anual de la situación financiera de la empresa en base a los datos económicos del país con cierre a diciembre del 2017 se calcula con la fórmula 5 con los datos de la Tabla XLIII.

Tabla XLIII: Inflación y PIB del Ecuador diciembre 2017[39]

Inflación	PIB
1.10%	1.5%

$$g = ((1+f) * (1+\Delta\text{PIB})) - 1 \quad (5)$$

- f = % de inflación
- ΔPIB = % de producto interno bruto

Se determinó que el crecimiento anual en base a los datos económicos del país es del 2,62%. Con esos datos se realizó la proyección del flujo de efectivo en base al crecimiento obtenido, resultando se muestra en la Tabla XLIV :

Tabla XLIV: Flujos de efectivo en función de los datos económicos del país

<i>FLUJO DE EFECTIVO INICIAL</i>	2017 (USD)	2018 (USD)	2019 (USD)	2020 (USD)	2021 (USD)
NOF (Necesidades Operativas de Fondo)	\$ 210,337.81	\$ 215,841.29	\$ 221,488.78	\$ 227,284.04	\$ 233,230.92
VARIACION NOF	\$ (223,611.31)	\$ (229,462.10)	\$ (235,465.97)	\$ (241,626.94)	\$ (247,949.11)
Activo No Corriente	\$ 970,805.29	\$ 996,206.41	\$ 1,022,272.15	\$ 1,049,019.90	\$ 1,076,467.50
Variación de Activo No Corriente	\$ (114,021.03)	\$ (117,004.39)	\$ (120,065.81)	\$ (123,207.33)	\$ (126,431.05)
Ingresos Financieros	\$ 834,917.80	\$ 856,763.43	\$ 879,180.64	\$ 902,184.41	\$ 925,790.06
Gastos Financieros	\$ 267,975.72	\$ 274,987.30	\$ 282,182.35	\$ 289,565.65	\$ 297,142.13
Cash Flow	\$ 692,840.60	\$ 710,968.77	\$ 729,571.27	\$ 748,660.50	\$ 768,249.20
Free Cash Flow	\$ 463,530.85	\$ 475,659.13	\$ 488,104.76	\$ 500,876.02	\$ 513,981.44

6.9.2.3 Resultados del análisis del T.I.R y V.A.N.

En esta sección analizaremos los resultados de comparar los flujos de efectivo con el presupuesto de la inversión inicial del sistema FAPS para determinar si es viable la implementación del sistema. En la Tabla XLV y en la Tabla XLVI están los dos escenarios que se tomó en cuenta para analizar la viabilidad del proyecto que son el crecimiento de ventas y la datos económicos del país.

Tabla XLV: Flujo de efectivo para análisis en función de ventas

#	Año	FCL
		\$ (35,665.82)
1	2017	\$ 463,530.85
2	2018	\$ 503,910.85
3	2019	\$ 547,808.50
4	2020	\$ 595,530.26
5	2021	\$ 647,409.24

Tabla XLVI: Flujo de efectivo para análisis en función de datos económicos

	Año	FCL
		\$ (35,665.82)
1	2017	463,530.85
2	2018	475,659.13
3	2019	488,104.76
4	2020	500,876.02
5	2021	513,981.44

En función de estos datos se realizó el análisis T.I.R y V.A.N. que genero los siguientes resultados que se aprecian en la Tabla XLVII, para el análisis se tomó una tasa de interés 4.98% que es interés que se entrega en préstamos a empresas del área productiva[39].

Tabla XLVII: Resultados TIR y VAN

RESULTADOS	
ANÁLISIS EN BASE A VENTAS	
VAN	\$ 59,051.04
TIR	13.08%
ANÁLISIS EN BASE A DATOS ECONOMICOS	
VAN	\$ 57,514.40
TIR	13.02%

Con los resultados obtenidos en los criterios de decisión, se establece que el V.A.N. es mayor a cero, por lo que es factible realizar la inversión en la implementación del sistema FAPS, además de que la T.I.R. es mayor al costo de inversión, lo que nos confirma la decisión de aceptar el proyecto.

6.10 Retorno sobre inversión

6.10.1 Perspectiva en función de los flujos de efectivo

Se calcula el tiempo de retorno de recuperación de la inversión que se determina aplicando la fórmula de PAY BACK como se muestra en la fórmula 6.

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{F_t} \quad (6)$$

Donde:

a = número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

I_0 = inversión inicial del proyecto.

b = suma de los flujos hasta el final del periodo “a”.

F_t = valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión.

Tabla XLVIII: Análisis de retorno de inversión con PAYBACK

Io (USD)	\$ 35,665.82
A (años)	1
b (USD)	\$ 463,530.85
Ft (USD)	\$ 463,530.85
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	
años	meses
0.08	0.92

que define que la inversión será recuperada en un periodo de 0.92 meses a partir del inicio del proyecto considerando los flujos de efectivo.

6.10.2 Perspectiva en función del ahorro en la producción

Evaluando el retorno de la inversión considerando únicamente el ahorro en costo de producción se tomará en cuenta el escenario propuesto en la sección 6.8.2.3 de este trabajo, generando los siguientes resultados.

Tabla XLIX: Análisis de inversión en base a la cantidad de producción

ESCENARIOS	# DE PARES	AHORRO X MES (USD)	TOTAL DE AHORRO (USD)	INVERSIÓN INICIAL (USD)	RETORNO DE INVERSIÓN EN MESES	RETORNO DE INVERSIÓN EN AÑOS
Ideal	8502	0.24	2040.55	35,665.82	17.48	1.46
Propuesto	8243	0.18	1483.78	35,665.82	24.04	2.00

Considerando que el retorno de la inversión sea únicamente por el ingreso proveniente del ahorro en el costo de producción y la cantidad de producción tomaría un periodo de 24.04 meses para recuperar la inversión sin necesidad de depender de la utilidad de la empresa.

6.11 Evaluación de los beneficios de la implementación del sistema FAPS

Con los datos obtenidos en el análisis financiero del sistema FAPS encontramos que puede generar una reducción de en el costo de producción al afectar el costo de mano de obra, se encontró en la evaluación de los factores de producción que redujo 18 centavos por par producido con el escenario propuesto de que solo se venda el 75% de la cantidad adicional y que este ahorro depende del volumen de producción.

Con respecto a la relación entre la inversión y los flujos de efectivo se tomó el escenario propuesto para el análisis, la inversión para implementar el sistema FAPS es totalmente viable en base a lo obtenido en el análisis TIR y VAN, con esta investigación existe un documento con el cual es respaldado el hecho de que el sistema FAPS funciona y tiene la cualidad de mejorar la productividad y la eficiencia para esta área productiva y que debe ser implementado.

6.12 Conclusiones

Después de haber realizado la propuesta de evaluación financiera del sistema FAPS se concluye que:

- El sistema FAPS genera beneficios económicos por medio de optimizar la mano de obra y mantener los gastos de materia prima y costos indirectos de fabricación, El sistema FAPS tiene puede aumentar la capacidad de producción, en el caso de la investigación logro mejorar en un 13.88% el tiempo de producción y un 13.87 en la capacidad de producción.
- Se comprobó que la inversión en la implementación del sistema FAPS es viable en relación a los flujos de efectivo que maneja la empresa, en la Tabla XLVII.

Tabla L: Resultados TIR y VAN

RESULTADOS	
ANÁLISIS EN BASE A VENTAS	
VAN	\$ 59,051.04
TIR	13.08%
ANÁLISIS EN BASE A DATOS ECONOMICOS	
VAN	\$ 57,514.40
TIR	13.02%

- Se estima que la inversión inicial del sistema FAPS será de 31,844.48 dólares con un retorno de inversión en función de los flujos de efectivo es de 0.92 meses y solo tomando en cuenta el ahorro en el costo de producción seria de 24.04 meses.
- Con la implementación del sistema FAPS se logró en la etapa de experimentación con un escenario propuesto de reducir en 18 centavos por cada par producido lo que representa una reducción del 0.84% en el costo de fabricación unitario.
- Después de evaluar los beneficios del sistema FAPS muestra que en un corto periodo de pruebas de 5 semanas se obtuvo beneficio en el área económica por lo cual su implementación representa una ayuda importante en el área financiera de la empresa Marcia Buffalo.

- El beneficio económico es creciente en función del volumen de producción gracias a que el sistema FAPS optimiza el uso de mano de obra ayuda a que el aumento de producción sea más barato a medida que crece como se demuestra en la investigación.

6.13 Recomendaciones

- Se recomienda colocar varios puntos de visualización en el área de producción para evitar retrasos en la producción ocasionados por la movilización de los empleados para ver los datos del sistema.
- Se recomienda tomar en cuenta en una evaluación financiera los datos económicos de la industria para tener una mejor perspectiva de la inversión.
- Se recomienda tomar en cuenta los incrementos de salarios para la viabilidad de un proyecto productivo.
- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento periódico en el sistema FAPS para evitar que se interrumpa la comunicación en tiempo real y la pérdida de la base de datos.
- Por los datos obtenidos en este trabajo se recomienda implementar en la empresa Marcia Buffalo industrial por sus efectos beneficiosos sobre la producción.

Bibliografía

- [1] D. La Prensa, “País produce 28 millones de zapatos al año,” D. La Prensa.
- [2] La Hora, “Industria del calzado genera 100.000 empleos en el Ecuador.”
- [3] Andon Technologies visual solutions, “Sistemas Andon,” 2006. [Online]. Available: <http://www.controlvisual.com/andon.html>.
- [4] A. F. Montenegro Ramírez, “Las pequeñas industrias del calzado de Tungurahua y el cambio de la Matriz Productiva,” Pontificia universidad Católica del Ecuador sede Ambato, 2015.
- [5] El Universo, “Innovación y diseño son aún un desafío para el zapato ecuatoriano,” El Universo, 2015.
- [6] S. Naranjo, M., & Burgos, “Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES Sector Calzado. (El Ministerio de Industrias y Productividad y la Facultad Latinoamericana de Ciencias),” 2010. [Online]. Available: <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/fptpsdjzignfvcgltoiq9cihvxygjk.pdf>.
- [7] J. Heizer and B. Render, Principios de administración de operaciones. Pearson Educación, 2004.
- [8] P. Lilian, “Lean Manufacturing Manufactura Esbelta / Ágil,” Rev. Ing. Prim., vol. 15, no. 15, pp. 64–69, 2010.
- [9] Richard B. Chase, administración de operaciones Producción y cadena de suministros. 2014.
- [10] S. N. Chapman, Planificación y Control de la Producción. Pearson educación, 2006.
- [11] A. Morales Varela, J. A. Rojas Ramírez, L. H. Hernández Gómez, Á. Morales González, and M. Y. Jiménez Reyes, “Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones,” Ingeniare. Rev. Chil. Ing., vol. 23, no. 2, pp. 182–195, 2015.
- [12] L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, Administración de operaciones: estrategia y análisis. Pearson educación, 2000.
- [13] L. F. N. Luna and M. Bednarek, “Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas,” Ide@s CONCYTEG, vol. 5, p. 65, 2010.
- [14] N. G. H. Escanero, “Metodología para la Implementación de un Sistema Esbelto en base a los principales conceptos de la Manufactura Esbelta, Seis Sigma y Teoría de las Restricciones-Edición Única,” 2002.
- [15] R. C. C. Calva, VSM: Mapeo del Flujo de Valor. EVSM: Extendido para Cadena de Suministro. Rafael Carlos Cabrera Calva, 2011.
- [16] J. F. Santos, L. C. Arbós, O. C. Castellsagues, and J. O. Nadal, “Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales,” Universia Bus. Rev., vol. 5, no. 20, 2008.
- [17] A. S. Tejada, “Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos,” Cienc. Soc., 2011.
- [18] D. C. Medina Gutiérrez and Á. M. Navarrete Camelo, “Adecuación del Sistema Andon en la línea móvil de la planta de pintura en GM Colmotores.” Universidad de la Sabana, 2012.
- [19] M. E. Alarcón and J. M. Fuentes, “Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación,” Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres., vol. 13, no. 2, pp. 179–202, 2007.
- [20] G. Maldonado Villalva, “Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad,” 2008.
- [21] J. Castañeda Jiménez and J. A. Cardona Arias, “Implementación del método del ahorro para resolver el VRP aplicado al diseño de una red de logística inversa para la recolección de aceite vehicular usado generado en los puntos de acopio ubicados en Pereira.” Facultad de Ingeniería Industrial.
- [22] L. Rivera, L. Cardona, L. Vásquez, and M. Rodríguez, “Selección de alternativas de redistribución de planta: Un enfoque desde las organizaciones,” Rev. S&T, vol. 10, no. 23, pp. 9–26, 2012.
- [23] M. R. Carreras and J. L. S. García, Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos, 2010.
- [24] F. L. C. Medina-fanny, “Lean Manufacturing: Revision de Literatura y Analisis de la Implementacion.”
- [25] Ingenieriaindustrialonline, “Andon: Control visual,” 2017. [Online]. Available:

- www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/.
- [26] A. M. Angulo Soto and P. C. Gómez Schouben, “Propuestas de mejora para la operación de una zona franca mediante la aplicación de herramientas de lean manufacturing,” 2012.
- [27] J. A. D. Garay, P. F. Cicedo, and L. R. Cadavid, “Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing Applying systems thinking to Lean Manufacturing learning,” Guía implementación HI7 para Sist. Notif. Oblig. en salud pública en Colomb. 3.
- [28] J. M. Villa Parra, “Diseño de un modelo de flexibilización de manufactura para el mejoramiento de los procesos de fabricación de galletas crackers utilizando herramientas de Lean Manufacturing,” Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2013.
- [29] “Andon: Control visual - Ingeniería Industrial.” [Online]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>. [Accessed: 03-May-2017].
- [30] Ingenieriaindustrialonline, “Andon: Control Visual,” 2017. [Online]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>.
- [31] “Buffalo Industrial.” [Online]. Available: <http://www.buffaloindustrial.com.ec/>. [Accessed: 28-Dec-2017].
- [32] J. Reyes et al., “FAPS System: A prototype for Lean Manufacturing Scheduling in Footwear,” SCOPUS, 2017.
- [33] M. E. Coordinador Principal: Ing. John Reyes Vásquez, P. D. Coordinador Subrogante: Ing. Edisson Coba Molina, M. Investigadores: Ing. Renato Urvina, M. Ing. Darwin Aldas, and A. I. S. R. (programador)., “Informe Semestral de Proyecto de Investigación del Proyecto: Optimización Operacional Basada en un Sistema Dinámico Esbelto de Alerta de Fallas en los Procesos de Producción para las Industrias de Calzado,” 2017.
- [34] D. Aldas, J. Reyes, L. Morales, P. Pazmiño, J. Núñez, and B. Toaza, “Impacts Analysis towards a Sustainable Urban Public Transport System,” no. Icores, pp. 38–46, 2018.
- [35] J. Reyes et al., “Finite Progressive Planning for the Assembly Process in Footwear,” IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 212, no. 1, 2017.
- [36] J. P. Mateo Tomee, “«Eficiencia productiva de la inversión y crecimiento económico. Un enfoque desde la teoría laboral del valor,» Ensayos de economía, n° 38,” 2011.
- [37] “El análisis de las inversiones - Gestion.Org.” [Online]. Available: <https://www.gestion.org/el-analisis-de-las-inversiones/>. [Accessed: 14-May-2018].
- [38] R. Pascale, Decisiones financieras, no. 658.15/. 16. Macchi, 1998.
- [39] A. I. M. Caicedo, “Evaluación Financiera de un Modelo de Gestión Operacional Basado en un Sistema Andon para el Control de Producción del Sector de Calzado,” Universidad Técnica De Ambato, 2018.
- [40] “Tasa Interna de Retorno (TIR).” [Online]. Available: <http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. [Accessed: 15-May-2018].
- [41] C. D. E. L. Trabajo, “Codigo del Trabajo,” Bol. la Of. Gen. del Trab., vol. I, no. 2, pp. 45–74, 2012.
- [42] D. Avilés Pazmiño, “Acceso de las MIPyMES al catálogo electrónico del INCOP,” Programa ICT4GP Ser. Doc. Trab. 12, 2011.

ANEXOS