



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

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

Tema:

“SISTEMA DE PRODUCCIÓN *KANBAN* EN LA EMPRESA DE CALZADO
PRODUCALZA”

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

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

AUTOR: Carlos Alberto Moposita Centeno

PROFESOR REVISOR: Ing. César Aníbal Rosero Mantilla Mg.

AMBATO – ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: "SISTEMA DE PRODUCCIÓN KANBAN EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA.", realizado por el señor Carlos Alberto Moposita Centeno, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril 2017

EL TUTOR



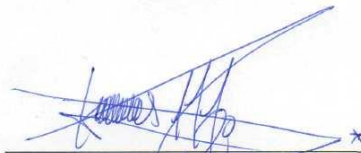
Ing. César Aníbal Rosero Mantilla Mg.

AUTORÍA DE LA TESIS

El presente trabajo de investigación titulado: "SISTEMA DE PRODUCCIÓN KANBAN EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA.", es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril 2017

EL AUTOR



Carlos Alberto Moposita Centeno

C.C.160051032-3

DERECHOS DEL AUTOR

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

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

Ambato, Abril 2017

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, ending with a small asterisk-like flourish on the right side.

Carlos Alberto Moposita Centeno
C.C.160051032-3

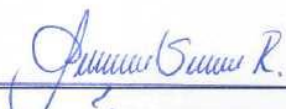
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

La Comisión Calificadora del presente Trabajo conformada por los señores docentes Ing. Fernando Urrutia, Mg e Ing. Carlos Sánchez, Mg , revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: "SISTEMA DE PRODUCCIÓN KANBAN EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA.", presentado por el señor Carlos Alberto Moposita Centeno, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Carlos Sánchez, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Fernando Urrutia, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo ha sido posible gracias a la colaboración y apoyo de mi familia que son personas muy valiosas e importantes en mi vida, brindándome el apoyo incondicional para que yo pueda cumplir con cada una de mis metas propuestas. Por esta razón y con todo el amor dedico este trabajo a mis queridos padres Carmen, Hugo, mis hermanos Bolívar, Carmen, Darío y Víctor siendo ellos el pilar fundamental para que yo haya persistido y alcanzado mi objetivo.

Dedico de manera especial a mi madre Carmen porque gracias a ella a todo lo que mi inculco hoy culmino con otra etapa de mi vida. Gracias por tu apoyo y todo tu amor incondicional y estar ahí en cada momento de mi vida.

Carlos Moposita

AGRADECIMIENTO

A DIOS quien me ha dado la vida, la salud para seguir cada día luchando por alcanzar mis metas.

A mis queridos padres Carmen Centeno y Hugo Moposita por ser mi guía y mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por educarme siempre con valores y hacer de mí una persona de bien.

Y a mí querida Universidad Técnica de Ambato, a sus autoridades y maestros que supieron impartir sus conocimientos de la mejor manera, en especial al Ing. Cesar Rosero, tutor de este trabajo, mis sinceros agradecimientos.

Carlos Moposita

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE LA TESIS	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xix
ACRÓNIMOS	xx
INTRODUCCIÓN	xxi
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.3 DELIMITACIÓN.....	2
1.3.1. De Contenido	2
1.3.2. Espacial.....	3
1.3.3. Temporal.....	3

1.4	JUSTIFICACIÓN	3
1.5	OBJETIVOS	4
1.5.1	Objetivo General	4
1.5.2	Objetivos Específicos	4
CAPITULO II		5
MARCO TEÓRICO		5
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.2.1	Medición del Trabajo	7
2.2.2	Técnicas de medición del trabajo	7
2.2.3	Estudio de tiempos.....	8
2.2.4	Balanceo de líneas de ensamble	13
2.2.5	Manufactura Esbelta	16
2.2.6	Just in Time	16
2.2.7	El sistema Kanban	17
2.2.8	Principios Kanban	17
2.2.9	Funciones del sistema Kanban	17
2.2.10	Tipos de procesos	19
2.2.11	Como determinar el número de kanbanes necesarios.	19
2.2.12	Tipos de Kanban	20
2.2.13	Ejecución del Kanban entre dos estación.....	21
2.2.14	Reglas básicas del Kanban	24
2.2.15	Criterios antes de implementar Kanban.....	24
2.2.16	Fases para la implementación del Kanban.....	25
2.3	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	25

CAPITULO III	26
METODOLOGÍA	26
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	27
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	27
3.6 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	28
CAPÍTULO IV	29
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
4.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	29
4.2 LÍNEA DE CALZADO	30
4.3 LEVANTAMIENTO DE PROCESOS.....	31
4.4 LAYOUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	32
4.5 DIAGRAMA DE PROCESOS.....	34
4.6 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS QUE CONTEMPLA LA ELABORACIÓN DE CALZADO.....	37
4.7 CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO.....	42
4.8 PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO.	45
4.8.1 Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.	45
4.8.2 Registrar a detalle información del trabajo.	46
4.8.3 Método de trabajo actual en la línea de producción.	46
4.8.4 Cursograma analítico actual para la elaboración de calzado	47
4.8.5 Diagrama de recorrido actual de la planta de producción	50

4.8.6	Análisis de situación actual de la línea de producción	51
4.9	ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO.....	52
4.10	RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR DE LAS OPERACIONES.....	56
4.11	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS OPERACIONES.....	57
4.12	CUELLO DE BOTELLA.....	58
4.13	BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	59
4.14	CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO.....	68
4.15	DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	72
4.16	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO.....	73
4.17	RUTA KANBAN DENTRO DEL RECORRIDO PROPUESTO PARA PRODUCCIÓN.....	73
4.18	MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA KANBAN EN LA EMPRESA.....	74
4.19	LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN KANBAN EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA	79
1.	Introducción.....	79
2.	Disposiciones generales para la implementación del sistema Kanban ..	79
3.	Objetivos de la propuesta.....	80
4.	Diseño propuesto de Tarjeta Kanban y Tablero Kanban.....	80
5.	Conformación de las estaciones de trabajo.	82
6.	Fases de Implementación del sistema Kanban	83
7.	Beneficios esperados en una correcta implementación	90

CAPÍTULO V.....	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1 CONCLUSIONES.....	91
5.2 RECOMENDACIONES	92
ANEXO 1	99
ANEXO 2	109
ANEXO 3	110
ANEXO 4	112
ANEXO 5	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de miembros que conforman PRODUCALZA.....	27
Tabla 2 Línea de calzado.....	30
Tabla 3 Detalles de operaciones e inspecciones.....	42
Tabla 4 Cursograma analítico actual.....	47
Tabla 5 Resumen cursograma analítico actual.....	49
Tabla 6 Elementos de la operación corte a mano.....	53
Tabla 7 Detalle de número de observación.....	53
Tabla 8 Estudio de tiempo: Corte a mano.....	55
Tabla 9 Cálculo de suplementos: Corte a mano.....	56
Tabla 10 Resumen de tiempos estándar.....	57
Tabla 11 Capacidad de producción por operación.....	58
Tabla 12 Actividades para elaborar Modelo ALEN 120.....	59
Tabla 13 Núm. Tareas subsiguientes.....	61
Tabla 14 Asignación de tareas a estaciones.....	62
Tabla 15 Estaciones con operaciones.....	64
Tabla 16 Capacidad producción por estación de trabajo.....	66
Tabla 17 Número de operarios por estación.....	68
Tabla 18 Cursograma analítico propuesto.....	69
Tabla 19 Resumen cursograma analítico propuesto.....	71
Tabla 20 Estación - Actividades.....	83
Tabla 21 Adquisición de materia prima.....	99
Tabla 22 Flujograma Adquisición de MP.....	100
Tabla 23 Cortado y destallado.....	101
Tabla 24 Flujograma cortado y destallado.....	102
Tabla 25 Aparado.....	103
Tabla 26 Flujograma de Aparado.....	104
Tabla 27 Armado.....	105
Tabla 28 Flujograma de Aparado.....	106
Tabla 29 Arreglado y empacado.....	107
Tabla 30 Flujograma de terminado y empacado.....	108
Tabla 31 Criterio de la <i>General Electric</i>	109

Tabla 32 Valoración porcentual de suplementos	110
Tabla 33 Cálculo general de suplementos	112
Tabla 34 Elementos de la operación: Cambrado de pala	113
Tabla 35 Estudio de tiempos: Cambrado de pala	113
Tabla 36 Elementos de la operación: Destallado	114
Tabla 37 Estudio de tiempos: Destallado	114
Tabla 38 Elementos de la operación: Pintado de bordes	115
Tabla 39 Estudio de tiempos: Pintado de bordes	115
Tabla 40 Elementos de la operación: Aplicar pega y doblar bordes	116
Tabla 41 Estudio de tiempos: Aplicar pega y doblar bordes	116
Tabla 42 Elementos de la operación: Unir piezas mediante costura	117
Tabla 43 Estudio de tiempos: Unir piezas mediante costura	117
Tabla 44 Elementos de operación: Cortar excesos forros y colocar adornos	118
Tabla 45 Estudio de tiempos: Cortar excesos de forros y colocar adornos ...	118
Tabla 46 Elementos de la operación: Preparado de hormas	119
Tabla 47 Estudio de tiempos: Preparado de hormas	119
Tabla 48 Elementos de la operación: Armado a mano	120
Tabla 49 Estudio de tiempos: Armado a mano	120
Tabla 50 Elementos de la operación: Rayar, cardar y aplicar pegamento	121
Tabla 51 Estudio de tiempos: Rayar, cardar y aplicar pegamento	121
Tabla 52 Elementos de la operación: Preparado de suelas	122
Tabla 53 Estudio de tiempos: Preparado de suelas	122
Tabla 54 Elementos de la operación: Reactivado de pega y prensado	123
Tabla 55 Estudio de tiempos: Reactivado de pega y prensado	123
Tabla 56 Elementos de la operación: Retirar horma	124
Tabla 57 Estudio de tiempos: Retirar horma	124
Tabla 58 Elementos de la operación: Arreglos finales y empaçado	125
Tabla 59 Estudio de tiempos: Arreglos finales y empaçado	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Medición del trabajo [17].	8
Fig. 2 Descomposición del tiempo estándar.	13
Fig. 3 Ejemplo de diagrama de precedencia	14
Fig. 4 Sistema <i>Kanban</i> con una sola tarjeta [24].	18
Fig. 5 Ejemplo de <i>Kanban</i> de Producción.	21
Fig. 6 Ejemplo de <i>Kanban</i> de transporte [27].	21
Fig. 7 Estación A y B.	22
Fig. 8 Cliente presente	22
Fig. 9 Entrega de pedido	22
Fig. 10 No hacer nada si nadie lo pide	23
Fig. 11 Nuevo cliente	23
Fig. 12 Ciclo <i>Kanban</i> .	23
Fig. 13 Segundo piso Bodega de suelas.	32
Fig. 14 Segundo piso Bodega de cueros	32
Fig. 15 Área administrativa.	32
Fig. 16 Bodega de materia prima Accesorios	33
Fig. 17 Área de destallado	33
Fig. 18 Área de aparado	33
Fig. 19 Área de modelado	33
Fig. 20 Área de armado	33
Fig. 21 Área de terminado.	33
Fig. 22 Primer piso <i>Layout</i> área administrativa.	34
Fig. 23 Segundo piso <i>Layout</i> bodega de cuero y suelas.	34
Fig. 24 <i>Layout</i> planta baja, área de producción.	35
Fig. 25 Flujograma general del proceso productivo.	36
Fig. 26 Diseño y modelado de calzado.	38
Fig. 27 Cortado de forros y cueros.	38
Fig. 28 Cambrado de pala.	38
Fig. 29 Reducción el espesor del cuero.	38
Fig. 30 Unión de piezas de cuero y forro.	39

Fig. 31 Preparado de hormas.....	40
Fig. 32 Armado del calzado a mano.....	40
Fig. 33 Rayado y cardado de la base.....	41
Fig. 34 Preparado de suelas y tacos.....	41
Fig. 35 Prensado de corte aparado y suela.	41
Fig. 36 Sacado de hormas y asegurado de tacón.....	41
Fig. 37 Realización de terminado y empackado.	41
Fig. 38 Cursograma sinóptico del proceso de elaboración de calzado.	44
Fig. 39 Recorrido actual.	50
Fig. 40 Diagrama de precedencia Modelo Alen 120	60
Fig. 41 Asignación de tareas en estaciones.....	64
Fig. 42 Diagrama de recorrido propuesto.....	72
Fig. 43 Manipulación del tablero K.....	76
Fig. 44 Diagrama de ruta del <i>Kanban</i>	78
Fig. 45 Tarjeta <i>Kanban</i> propuesta para PRODUCALZA	81
Fig. 46 Tablero <i>Kanban</i> propuesto.....	82
Fig. 47 Contenedor plástico.	88

RESUMEN

La empresa de calzado PRODUCALZA objeto de estudio, dentro de su línea de producción no posee un control de la producción eficiente, puesto a que es muy difícil determinar el lugar en el que se encuentra procesando el producto.

Para lograr dar solución a dicho problema, se aplica el estudio de métodos del trabajo, se realiza un estudio de tiempos el cual ayudo a determinar los tiempos estándares para la ejecución de cada operación presente en el proceso, los mismos que son necesarios para posteriormente realizar un balance de líneas, donde se establece estaciones mínimas de trabajo con una carga de trabajo similar, con el afán de agilizar la línea. Partiendo de esto se desarrolla una propuesta de implementación del sistema *Kanban* como herramienta *Lean* de control visual de la producción, con el propósito de mejorar la comunicación entre procesos, logrando conseguir productos de mejor calidad que satisfagan las necesidades del cliente, minimizando el tiempo de entrega.

Obteniendo como resultados satisfactorios para la empresa una eliminación de despilfarros en ciertos puestos de trabajo, se consigue formar estaciones de trabajo con cargas de trabajo similares, a su vez se reduce la mano de obra necesaria para satisfacer la demanda diaria, dichos resultados se tiene antes de aplicar *Kanban*, puesto que al aplicarse se logra poseer un sistema de control visual mucho más ágil, el cual permite controlar la producción generando una entrega oportuna del producto al cliente.

Por lo tanto *Kanban* se puede decir que es una herramienta que al aplicar cambios sencillos que no generan costos elevados, se logra conseguir resultados sumamente satisfactorios para la empresa, siendo cada vez más eficiente.

Descriptores: Estudio de tiempos, Balance de líneas, Eficiencia, *Lean Manufacturing*, *Kanban*, Control de producción, Mejora de procesos.

ABSTRACT

The footwear PRODUCALZA company under study, within its production line, does not have efficient production control, since it is very difficult to determine the place where the product is being processed.

In order to solve this problem, the study of work methods is applied, a time study is performed which helps to determine the standard times for the execution of each operation present in the process, the same ones that are necessary for later realization A balance of lines, which establishes minimum working stations with a similar workload, in an effort to streamline the line. Based on this, a proposal is made to implement the Kanban system as a Lean tool for visual control of production, with the aim of improving communication between processes, achieving better quality products that meet customer needs, minimizing delivery time.

Obtaining as satisfactory results for the company a waste elimination in certain jobs, it is possible to form workstations with similar workloads, in turn reduces the labor necessary to meet the daily demand, these results are obtained before To apply Kanban, since when applied it is possible to have a visual control system much more agile, which allows to control the production generating a timely delivery of the product to the customer.

Therefore Kanban can be said that it is a tool that when applying simple changes that do not generate high costs, it is possible to obtain results extremely satisfactory for the company, becoming more and more efficient.

Keywords: Time Tracking, Line Balance, Efficiency, Lean Manufacturing, Kanban, Production Control, Process Improvement.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Estudio de tiempos: Procedimiento que usa un cronómetro para establecer estándares.

Calificación del ritmo: Método para calificar la velocidad mediante el empleo de una serie de puntos de comparación para ayudar a definir el desempeño.

Suplemento: Tiempo que se agrega al tiempo normal para permitir demoras personales, inevitables y por fatiga.

Tiempo estándar: Valor en unidades de tiempo para realizar una tarea, determinado con la aplicación correcta de las técnicas de medición del trabajo por personal calificado.

Balanceo de líneas: Problema que consiste en determinar el número ideal de trabajadores asignados a una línea de producción.

Ciclo de trabajo: Secuencia total de movimientos y eventos que comprende una sola operación.

Elemento: División del trabajo que se puede medir con un cronómetro y que tiene puntos terminales o de quiebre fácilmente identificables.

Eficiencia: Razón de la producción real sobre la producción estándar.

Manufactura esbelta: Manufactura que sostiene que la producción debe trabajar sin pausas para eliminar el desperdicio, reducir los costos e incrementar la eficiencia.

Kanban: Tarjeta similar a una etiqueta con información del producto que sigue al producto durante todo su ciclo de producción para mantener el JIT.

Justo a tiempo (JIT): Técnica que requiere que los proveedores entreguen partes sólo cuando se necesitan, lo que elimina los grandes inventarios.

Muda: Desperdicios que deben eliminarse.

ACRÓNIMOS

TB: Tiempo Básico o Normal

Te: Tiempo Estándar

T.A.M: Tiempo Manual

T.M: Tiempo Maquina

T: Total

V: Valoración ritmo

CP: Capacidad de producción

TC: Tiempo de ciclo

N: Número mínimo de estaciones de trabajo

K: Numero de grupo de tarjetas *Kanban*

L: Tiempo de reabastecimiento de un pedido.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas manufactureras han encontrado en los sistemas de producción un factor principal para llegar a obtener una línea de producción eficiente, para permanecer dentro del mercado competitivo generando ventajas como desarrollar innovaciones en productos y procesos [1].

RODUCALZA como industria manufacturera de calzado, presenta varios problemas en su línea de producción, la que se persigue solucionar es el ineficiente y rustico método de control de la producción, el mismo que hoy en día ocasiona un desorden en la producción y acumulación de ordenes difíciles de ser controladas, generando demoras en las entregas de pedidos.

El motivo por el cual se lleva a cabo este proyecto, es por la necesidad de aplicar el sistema *Kanban* de producción, el cual se ha visto que es mundialmente conocido pero poco utilizado dentro de la industria nacional, pero a su vez da solución al problema que se presenta en PRODUCALZA.

Este proyecto de investigación se desarrolla con el fin de conseguir que la empresa manufacturera obtenga un mejor método de control visual de la producción que agilice la producción con un integramiento total del personal que labora en el área de producción. Además de demostrar a la empresa productora de calzado cuan útil es implementar sistemas de producción *Lean*.

Con el Sistema de producción *Kanban* aplicado al presente trabajo de investigación existe una mejora en la producción, estableciendo estándares de tiempos que serán de gran utilizar para un posterior estudio, asignando estaciones de trabajo con igual carga de trabajo, eliminando distancias de transporte de material, haciendo que la línea de producción se mucho más eficiente, organizado y con un control vial ágil.

Capítulo I: se desarrollan los conceptos de cómo surge el problema de investigación, sus delimitaciones, por qué investigar el problema planteado una vez definido este punto se plantean objetivos para el desarrollo llegando a dar solución.

Capítulo II: se presentan antecedentes investigación con respecto al problema planteado en la capítulo anterior, consecuentemente se desarrolla un campo conceptual bibliográfico con el que se llegara a dar solución al problema, para finalmente plantear la propuesta de solución hacia el problema presente.

Capítulo III: se refleja el tipo de investigación a desarrollarse, para este proyecto se describe el por qué se desarrolla una investigación aplicada, a su vez realiza una descripción del procedimiento de recolección y procesamiento de los datos necesarios obtener resultados, por último se presenta una lista detalla y ordenada de las actividades a seguir para llegar a cumplir con los objetivos planteados.

Capítulo IV: se desarrollan cada una de las actividades que se precisan en capítulo anterior de forma ordenada, que llegaran a desarrollar paulatinamente el proyecto hasta llegar a dar la solución al problema que se presentó en la empresa en estudio.

Capítulo V: se presentan las conclusiones que se obtuvieron al implementar cada uno de los métodos y procedimientos para resolver el problema, a su vez se realizan recomendaciones hacia la empresa con respecto a aspectos favorables para el mismo.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

“Sistema de producción *Kanban* en la empresa de calzado PRODUCALZA.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

En la última década el interés por la implementación de la manufactura esbelta ha incrementado drásticamente, debido a que las empresas han visto la necesidad de hacerlo para permanecer competitivas en el mercado mundial actual. Adoptar esta filosofía requiere explorar las herramientas de manufactura esbelta (mapeo de la cadena de valor, 5's, SMED, *Just in Time*, *Kanban*, *Kaizen*); ya que buscan mejorar las utilidades y eliminar la mayor cantidad de desperdicios como son movimientos innecesarios, pasos de producción que no generan valor agregado y el exceso de inventarios en la cadena productiva [2].

Alpargatas S.A empresa Argentina que aplicó el sistema *Kanban* a fines de mejorar su capacidad para responder a la demanda del mercado, representa un símbolo de buena calidad en la industria del calzado casual. La compañía cuenta con nueve plantas en el país y otra en Uruguay. El mercado ahora demandaba mayor calidad a menor costo. Ya no habría más lugar para demoras en la entrega, problemas de calidad y retrasos en el lanzamiento de productos. Un sistema de producción flexible y efectivo debía ser diseñado e implementado en toda la estructura [3].

Las empresas nacionales no se encuentran adoptando la filosofía del Lean Manufacturing, perdiendo así llegar a tener un grado de competitividad mayor,

que aquellas que la consideran, teniendo en cuenta el avance en términos de eficiencia, medible en la estructura de costos dentro de cada organización [4].

Así la implementación del sistema de producción Kanban, está encaminado al control de la producción (integración de diferentes procesos) y la mejora de procesos; buscando mejoras continuas para eliminar desperdicios tales como reducción de tiempos de alistamiento y organización de áreas de trabajo. Kanban en combinación con elementos del JIT se enfoca en la eliminación de sobreproducción y facilita el control de materiales. Está definido para fábricas de producción con procesos repetitivos [5].

En la empresa de calzado PRODUCALZA se presenta un poco interés por implementar metodologías para mejorar la producción tal vez por llevar una mala administración, no presenta personal técnico que busque mejoras, se mantiene aún en un tipo de manufactura artesanal poco tecnificada con una incorrecta disposición de puestos de trabajo, como consecuencia genera varios problemas dentro de la línea de producción, uno de ellos es el ineficiente control del material en proceso de producción muchas de las veces ocasionando que los pedidos se retrasen por un estancamiento o pérdida del mismo, por ende se presenta un desorden laboral el mismo que para la empresa se convierte en pérdidas económicas, dichas pérdidas también se reflejan en el incumplimiento con sus clientes, tener personal en demasía, tiempos de ejecución elevados, la utilización de insumos sin control se puede decir que su producción es ineficiente.

1.3 DELIMITACIÓN

1.3.1. De Contenido

Área: Industrial

Línea: Industrial y Manufactura

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

1.3.2. Espacial

El presente proyecto de investigación se desarrollará en la empresa de calzado “PRODUCALZA”, ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en las calles Imbabura s/n e Isidro Viteri.

1.3.3. Temporal

El presente proyecto de investigación se desarrollará en el ciclo académico Abril/Septiembre 2016, una vez aprobado por el Honorable Consejo Directivo de Facultad.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se hace necesaria en conjunto, primero por la necesidad de la empresa en obtener un mejor control visual de la producción el cual permita a su vez elevar su productividad, segundo para obtener un nuevo tema dentro de las líneas de investigación que usualmente no son tomadas en cuenta por los estudiantes, sabiendo que esta investigación se encontrará en el repositorio de la institución universitaria, para posteriores estudios referenciados.

El desarrollo de la presente investigación tiene gran relevancia debido que mediante la aplicación del sistema *Kanban* como herramienta de *Lean*, va a generar una línea de producción continua de elaboración del calzado, permitiendo controlar el flujo de material, reducir los niveles de inventario y desperdicios, manteniendo una correcta organización y flexibilidad en las diferentes áreas de producción.

Para el presente trabajo, el beneficiario directo será la empresa de calzado PRODUCALZA, ya que se va a lograr tener ahorros en la producción manteniendo la calidad de sus productos, permitiendo entregar de manera oportuna los pedidos a sus clientes, lo que ayudará a un más a consolidarse dentro del mercado competitivo; los empleados tendrán una línea de producción ordenada y eficiente, lo que les permitirá tener un mejor desempeño en sus labores, esto a su vez influye directamente a la economía del país ya

que si una empresa manufacturera es eficiente y productiva genera fuentes de empleo directos e indirectos. Se considera también como beneficiario a la Universidad Técnica de Ambato, por poseer un nuevo tema investigación dentro de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización; considerando al investigador como otro beneficiario por ahondar sus conocimientos sobre tema y aplicándolos directamente en la empresa.

El proyecto encaminado es factible gracias a la predisposición de los directivos de la empresa en mejorar; mediante la firma de una carta de compromiso con el investigador (Anexo 5), se compromete en, brinda toda la información necesaria de producción y datos relevantes, a su vez se cuenta con información adicional como son datos bibliográficos y técnicos, que servirán de guía en el desarrollo del proyecto a fin.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Desarrollar una propuesta para la implementación del Sistema de Producción *Kanban* en la empresa de calzado “PRODUCALZA”.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Recolectar información necesaria para un análisis que permita conocer la situación actual del proceso de producción de la empresa de calzado.
- Establecer el mecanismo de funcionamiento del sistema de producción *Kanban*.
- Establecer una ruta *Kanban* para reflejar el flujo de materiales dentro del área de producción de calzado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Toda aplicación de métodos, técnicas, estrategias de producción o gestión se encuentran orientadas a lograr los mayores niveles de calidad.

El cliente, la persona quien usa o se beneficia de un producto o proceso, juega un rol clave en el mejoramiento de la calidad porque es él quien define en primer lugar la calidad. Así, aunque el estudio de la calidad está vinculado en sus inicios al área de producción, ha ido ampliando su área de incidencia hacia otros ámbitos de la actividad empresarial, dada su consideración de variable estratégica relevante susceptible de ser gestionada [6].

El diseño del plan de mejoras se basa en la implementación de técnicas de Manufactura Esbelta que permiten crear un sistema eficiente, reduciendo el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación del desperdicio [7].

Implementar una filosofía de Mejora Continua que permita a las compañías reducir costos de producción en un 50%, reducir inventarios, mejoras de procesos, eliminar desperdicios, reducir Tiempos de Entrega (*Lead Time*), mejorar la calidad (satisfacción del cliente), incrementar la eficiencia de sus equipos, mantener sus márgenes de utilidad, elevar los niveles de competitividad, reducir defectos y el control del sistema productivo. Beneficios que se alcanzan como resultado de implementar los principios de la filosofía de Manufactura Esbelta, porque más que un método de trabajo es una nueva forma de administración y cultura de la empresa, todo esto con una visión mínima de capital [8].

El Sistema de Manufactura Esbelta es esencialmente un sistema integrado de producción, el cual busca la eliminación de toda clase de desperdicio, estableciendo un flujo continuo a través de todo el proceso, siendo lo suficientemente flexible para ser adaptado a los cambios del mercado con el apoyo de diversas metodologías de mejora [9].

Los resultados obtenidos revelan que existen tareas innecesarias en los procesos de producción, provocando pérdidas de tiempo y a su vez pérdidas económicas para la empresa, así también como la falta de capacitación de los integrantes de la empresa en lo que respecta a nuevos productos y de cómo se debe llevar una correcta planificación de sus actividades, por lo cual se pretende mejorar la calidad de los procesos mediante la eliminación sistemática de los problemas y la mejora continua de los procesos, ya que esto inevitablemente conduce a mejorar la productividad de la empresa y bienestar de sus empleados, generando eficiencia, eficacia y productividad bajo lineamientos de calidad [10].

Para competir en el mercado actual, las compañías tienen que aprender a ser más eficientes y concentrarse en eliminar el desperdicio en todos sus procesos. Una herramienta que ayuda a lograr este cometido es la metodología 5`s, *Kaizen* y *Kanban*, las cuales enseñan a los empleados a tener conciencia del desperdicio en todo lo que hacen, mejorando la seguridad y el flujo de trabajo, permitiendo a la vez manejar mejor el proceso como un todo [11].

Para el programa de reducción de desperdicios inicia con un enlace entre las necesidades identificadas en el diagnóstico y la identificación de criterios de diseño para el programa que permiten crear la base para el desarrollo de herramientas importantes como: Cinco "S", Mantenimiento Productivo Total, Nivelación de la Producción, *Kanban*, S.M.E.D, *Poka Yoke*, Administración visual y Trabajo Estandarizado entre otras [12].

Gracias al *Kanban* el equipo de trabajo puede conocer rápidamente la cantidad de tareas asignadas por trabajador, la velocidad de trabajo, los trabajos en espera o los que estén parados por alguna circunstancia en el proceso (cuellos

de botella), fechas tope de entrega, generando un movimiento ágil de materiales, procesos y servicios, dependiendo del caso [13].

En el sistema *Kanban* H con sólo el indicador de petición de programación se produce en todas las etapas de producción y por lo tanto las banderas de solicitud sólo juegan el ID de función y la señal para el envío de más recipientes llenos de piezas. Este sistema es una adaptación que no sigue la lógica original, empuja la producción ha centralizado el control, no limita el nivel máximo de existencias y utiliza sólo un tipo de bandera. En la literatura, el mismo sistema no está claramente separado del sistema de *Kanban* original, ya que tuvo su desarrollo al mismo tiempo [14].

El equipo funcional trabajó cercanamente a la producción planificada y a las áreas de las células a fines de desarrollar un sistema *Kanban* que pudiera ayudar a mantener los requerimientos específicos de la empresa (la existencia de distintos colores y talles genera desafío extra). Administrar 400 “SKU” (*Stock Keeping Units*) es extremadamente complejo, más aún cuando existen diversos tipos de materiales, bloques y moldes de zapatos. Previo a la implementación *Kanban*, Alpargatas solía trabajar en un lote de 100 pares, que fueron reducidos a 20 [15].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como temas importantes a ser tomados en cuenta para el desarrollo del presente trabajo de investigación, es necesario adentrarnos en la teoría de:

2.2.1 Medición del Trabajo

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida [16].

2.2.2 Técnicas de medición del trabajo

Dentro de la medición del trabajo se encuentran las principales técnicas que se muestran a continuación:

- Muestreo de trabajo
- Estimación estructurada
- Estudio de tiempos
- Normas de tiempo predeterminadas (NTPD)
- Datos tipo

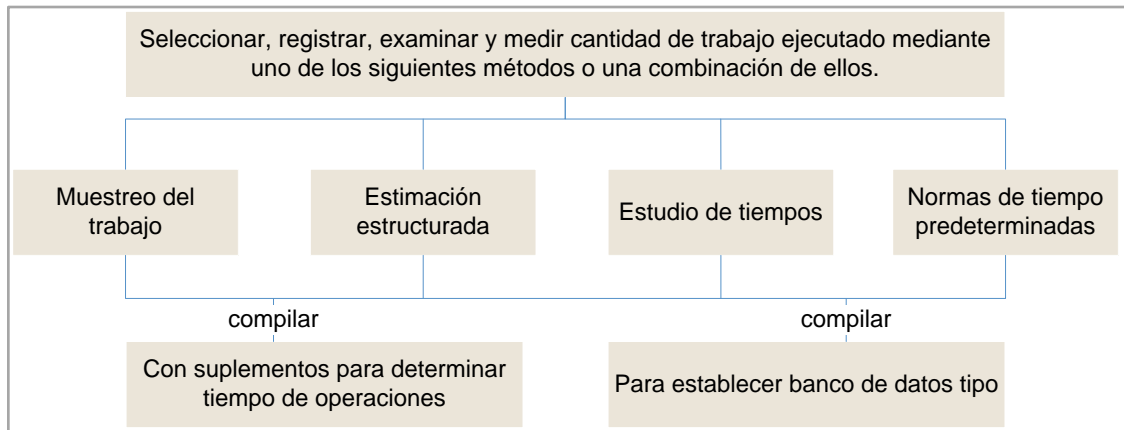


Fig. 1 Medición del trabajo [17].

2.2.3 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida [16].

Material fundamental

El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye un cronómetro, un tablero de estudio de tiempos, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. Un equipo de videograbación también puede ser muy útil [17].

Etapas del estudio de tiempos

Una vez seleccionado el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de ocho etapas:

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el tiempo tipo propio de la operación [17].

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea.

A partir de la observación directa se deberá registrar toda la información necesaria o los datos aplicables a la operación del caso, por si acaso se debe consultar posteriormente el estudio de tiempos.

Las fichas de levantamientos de procesos del Anexo 1, las Tablas 6 y 7, poseen la información necesaria para el estudio de tiempos. Dicha información permite: hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite, identificar con exactitud el producto que se elabore, el proceso, el método, la instalación o la máquina, al operario, duración del estudio y condiciones físicas de trabajo.

2. Descomponer las operaciones en elementos.

Para facilitar su medición, la operación debe dividirse en grupos de movimientos conocidos como elementos. Con el fin de dividir la operación en sus elementos individuales, el analista debe observar al operario durante varios ciclos [17].

Reglas para la clasificación en elementos

- Definir cada elemento del trabajo de modo que dure poco tiempo, pero lo bastante para cronometrarlo y anotarlo.
- Si el operario trabaja con equipo que funciona por separado (es decir, si el operario desempeña una actividad y el equipo funciona de modo independiente), dividir las acciones del operario y las del equipo en elementos diferentes.
- Definir las demoras del operador o del equipo en elementos separados [18].

Tipos de elementos

Los elementos se han dividido en ocho tipos:

- Elementos repetitivos: son los que aparecen en cada ciclo del trabajo estudiado.
- Elementos casuales: son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.
- Elementos constantes: son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.
- Elementos variables: son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características de producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.
- Elementos manuales: son los que realiza el trabajador.

- Elementos mecánicos: son los realizados automáticamente por una maquina a base de fuerza motriz.
- Elementos dominantes: son los que duran más tiempo que cualquier de los demás elementos realizados simultáneamente.
- Elementos extraños: son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo [16].

3. Tamaño de la muestra.

El número de ciclos que se deberá observar para obtener un tiempo medio representativo de una operación, se determina mediante el procedimiento que estableció *General Electric Company*, como una guía aproximada para el número de ciclos, la cual se puede apreciar en el Anexo 2.

4. Cronometrar y registrar el tiempo de cada elemento.

Una vez delimitados y descritos los elementos se puede empezar el cronometraje, siguiendo cualquiera de estos dos principios:

- Cronometraje acumulativo: El reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se lo detiene hasta acabar el estudio, teniendo la seguridad de registrar todo el tiempo en el que el trabajo está sometido a observación.
- Cronometraje con vuelta a cero: Los tiempos se toman directamente, al terminar cada elemento se hace volver la manecilla a cero y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente [16].

5. Valoración del ritmo.

Valorar el ritmo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los

trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde y se les ha dado para aplicar. Pues al ritmo tipo se le atribuirá el valor de 100.

Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicara un factor inferior a 100, lo que parezca representar la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicara un factor superior a 100 [16].

6. Tiempos observados a tiempos básicos.

El tiempo normal, es el tiempo ocupado para la ejecución de una operación o elemento, aplicando un índice de valoración del ritmo o velocidad que ejecución del trabajo, para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo promedio observado} * \frac{\text{Valoración ritmo}}{\text{Ritmo tipo}}$$

$$TB = \text{Tiempo promedio observado} * \frac{\text{Valoración ritmo}}{100} \quad (2.1)$$

7. Determinar los suplementos

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra como se muestra a continuación:

- a. Interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua.
- b. Fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros.
- c. Retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la adición de una holgura.

Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo

que un trabajador pueda lograr de manera razonable [17]. En el Anexo 3 se puede visualizar un sistema de suplementos por descanso en valor porcentual de los tiempos normales, sustraída de la Organización Internacional del Trabajo.

8. Determinar el tiempo tipo o estándar

El tiempo tipo o estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes y variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales [19].

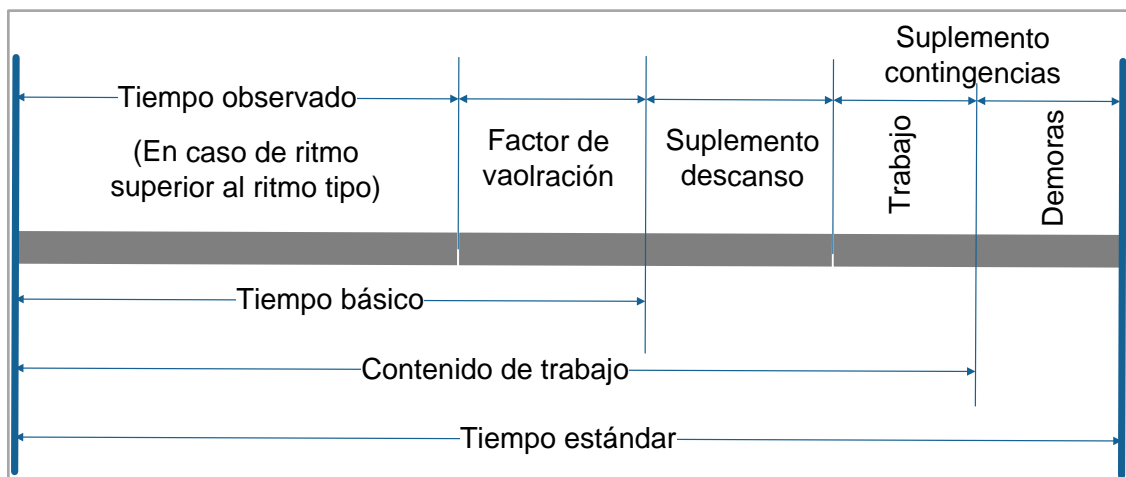


Fig. 2 Descomposición del tiempo estándar.

Para determinar el tiempo tipo o estándar se aplica la ecuación siguiente:

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

$$T_e = T_B + (\text{Suplemento} * T_B) \quad (2.2)$$

2.2.4 Balanceo de líneas de ensamble

Consiste en asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no reciba más de lo que se puede hacer en su tiempo del ciclo, y que el tiempo no asignado (es decir, inactivo) de todas las

estaciones de trabajo sea mínimo. Las relaciones entre las tareas impuestas por el diseño del producto y las tecnologías del proceso complican el problema. Esto se llama relación de precedencia, la cual especifica el orden en que se deben realizar las tareas en el proceso de ensamble [18].

Pasos para balancear una línea de ensamble

1. Especificar la secuencia de las relaciones de las tareas con un diagrama de precedencia, compuesto por círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales, y las flechas, el orden para desempeñarlas como en la Figura 3.

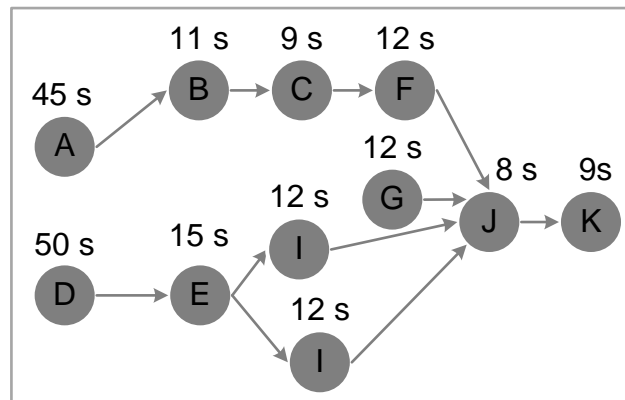


Fig. 3 Ejemplo de diagrama de precedencia

2. Determinar el tiempo de ciclo (TC) que requieren las estaciones de trabajo con la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto requerido por día}} \quad (2.3)$$

3. Determinar la cantidad mínima de estaciones de trabajo (N) que en teoría se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación de trabajo mediante la siguiente fórmula (advertir que se debe redondear al siguiente entero más alto).

$$\text{Número mínimo de estación de trabajo} = \frac{\sum \text{tiempos de operaciones}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (2.4)$$

4. Seleccionar una regla principal para asignar tareas a las estaciones de trabajo y una segunda para desempatar.
 - a. Clasificar las operaciones por orden de prioridad según el número más alto de operaciones subsiguientes.
 - b. En caso de existir empates entre operaciones se debe clasificar por orden dando prioridad a las operaciones con mayor tiempo de ejecución.
5. Asignar tareas, de una en una, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo del ciclo de la estación de trabajo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repita el proceso con la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta asignar todas las tareas.
6. Representar de forma gráfica las estaciones de trabajo conformadas.
7. Evaluar el tiempo ocioso y la eficiencia del balanceo obtenido con la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo ocioso} = \text{N}^\circ \text{ real estaciones trabajo} * \text{TC} - \sum \text{tiempos de operaciones}$$

$$\text{TO} = \text{Número real estaciones trabajo} * \text{TC} - \sum \text{tiempos de operaciones} \quad (2.5)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempos de operaciones}}{\text{Número real estaciones trabajo} * \text{Tiempo ciclo}}$$

$$E = \frac{\sum \text{tiempos de operaciones}}{\text{Número real estaciones trabajo} * \text{TC}} * 100 \quad (2.6)$$

8. Si la eficiencia no es satisfactoria, se balancea de nuevo con otra regla de decisión [18].

Para llegar a comprender el significado que comprende *Kanban* como sistema se de tomar en cuenta los siguientes conceptos que lo contienen:

2.2.5 Manufactura Esbelta

Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. *Lean* mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo [20].

También implica flexibilidad (posibilidad de producir diferentes referencias o números de partes en un medio de producción) y adaptabilidad (capacidad de un medio de producción para producir diferentes volúmenes), una característica común englobada a todas las herramientas y técnicas en este sistema es que son capaces de crear disciplina de trabajo, autocontrol y compromiso en las actividades de desempeño [21].

2.2.6 Just in Time

El origen del sistema JIT probablemente se pueda encontrarse en el ambiente japonés. Debido a una falta de espacio y de recursos naturales, los japoneses han desarrollado una aversión al desperdicio. Consideran el desecho y el reproceso como tal y, por lo tanto, se esfuerzan por tener una calidad perfecta. También creen que el almacenamiento en inventario desperdicia lugar y atora material valioso. Cualquier cosa que no contribuya con valor al producto se considera un desperdicio [22].

En los sistemas de producción JIT el sistema de señales más difundido es el *Kanban*, las señales *Kanban* es una de las herramientas usadas en el sistema *Pull* [5]. Es decir la materia o piezas que constituye el producto a ensamblar son jaladas, de un puesto de trabajo por otra predecesora.

2.2.7 El sistema *Kanban*

Es el método de autorización de producción y del movimiento de materiales en el sistema JIT. *Kanban*, en japonés, significa un marcador (tarjeta, placa u otro dispositivo) que se utiliza para controlar la secuencia de los trabajos a través de un proceso secuencial. El *Kanban* es un subsistema del JIT.

El propósito del *Kanban* es señalar la necesidad de más partes y asegurar que estas se produzcan a tiempo para apoyar a la fabricación o el ensamble subsecuente. Esto se lleva a cabo jalando (*Pull*) partes hasta línea de ensamble final. Solamente esta recibe un programa de la oficina de despacho, casi siempre el mismo cada día. Todos los operadores de máquinas y proveedores reciben las órdenes de producción (tarjeta *Kanban*) de los centros de trabajo subsecuentes [22].

2.2.8 Principios *Kanban*

El sistema *Kanban* funciona bajo ciertos principios, que son los que se enumeran a continuación:

- Eliminación de desperdicios
- Mejora continua
- Participación plena del personal
- Flexibilidad de la mano de obra
- Organización y visibilidad

2.2.9 Funciones del sistema *Kanban*

Básicamente *Kanban* cumple con las siguientes funciones que servirán para:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento.
- Dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo.

- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas.
- Prevenir el exceso de papeleo innecesario [23].

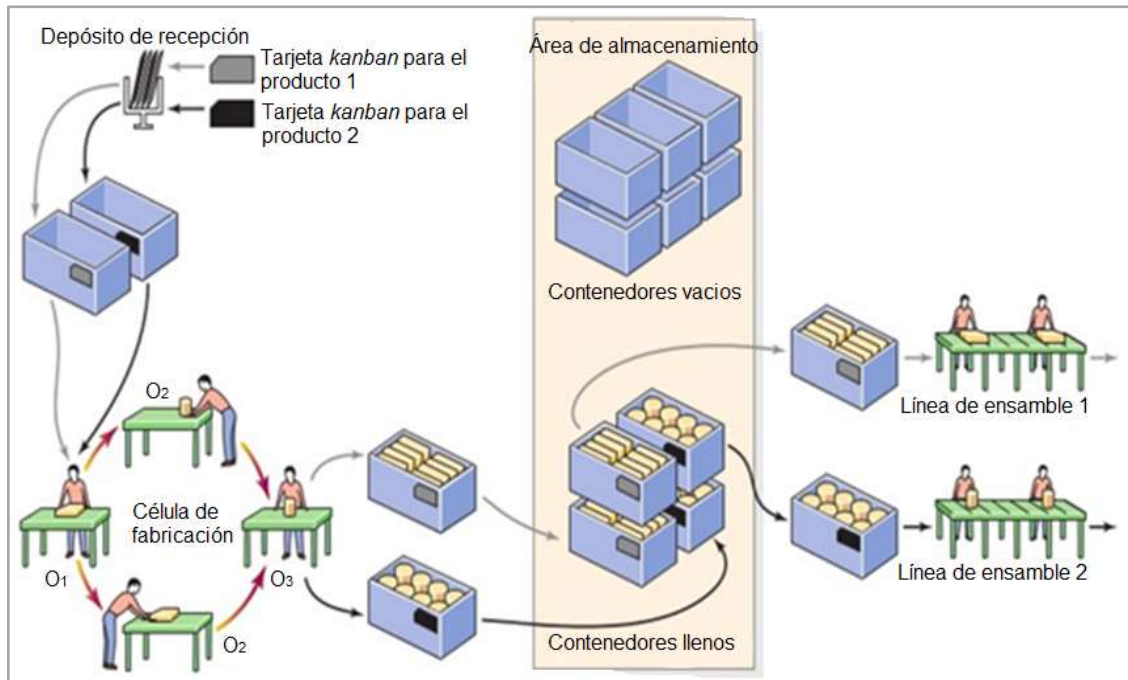


Fig. 4 Sistema Kanban con una sola tarjeta [24].

Control de producción

Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT en la cual los materiales llegan en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores.

Mejora de procesos

Por la función de mejora de procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de *Kanban*, esto se hace mediante diferentes técnicas y herramientas *Lean Manufacturing*, y darían resultados como:

- Eliminación de desperdicios.
- Organización del área de trabajo.

- Reducción del tiempo de preparación.
- Reducción de los niveles de inventario.

Movimiento de material

La etiqueta *Kanban* se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograra lo siguientes puntos:

- Eliminación de la sobreproducción.
- Prioridad en la producción, el *Kanban* con más importancia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control del material [21].

2.2.10 Tipos de procesos

Procesos subsecuentes:

El proceso río abajo dentro del flujo del proceso de manufactura hacia donde el proceso normal lleva las partes se llama proceso subsecuente. El centro de trabajo que recibe las partes ensambladas es el subsecuente al proceso que ensambla las partes.

Procesos precedentes:

Supóngase que se camina hasta el proceso que recibe las partes ya ensambladas y vemos, hacia atrás, hacia el proceso que las ensambla. Este proceso será el precedente al proceso donde nos encontramos ahora [25].

2.2.11 Como determinar el número de kanbanes necesarios.

Cada contenedor o *Kanban* representa la producción mínima por suministrar. Por lo tanto, el número de contenedores controla directamente la cantidad de inventario de trabajo en proceso en el sistema.

El cálculo preciso del tiempo de entrega necesario para fabricar un contenedor de piezas es la clave para determinar el número de contenedores. La duración de este tiempo de entrega está en función del tiempo de procesamiento del

contenedor, cualquier tiempo de espera durante el proceso de producción y el tiempo requerido para transportar el material al usuario. Son necesarios suficientes kanbanes para cubrir la demanda esperada durante este tiempo además de la cantidad adicional de existencias de seguridad [26].

Para el cálculo se utilizan la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\text{Demanda esperada durante el tiempo} + \text{Existencias de seguridad}}{\text{Tamaño del contenedor}}$$

$$K = \frac{D L (1+S)}{C} \quad (2.7)$$

Dónde:

K = Número de grupo de tarjetas *Kanban*

D = Numero promedio de unidades demandadas por periodo (el tiempo de entrega y la demanda se deben expresar en las mismas unidades de tiempo)

L = Tiempo de reabastecimiento de un pedido (expresado en las mismas unidades de la demanda).

S = Existencias de seguridad expresadas como porcentaje de la demanda durante el tiempo de entrega.

C = Tamaño del contendor (Cantidad de pares sugeridos para el contenedor)

Para determinar el tiempo de reabastecimiento de un pedido en unidades de la demanda tenemos que:

$$L = T_e * D * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas jornal}} \quad (2.8)$$

2.2.12 Tipos de *Kanban*

Kanban de producción: indica qué y cuánto hay que fabricar para el proceso posterior, teniendo en cuenta sus características.

KANBAN DE PRODUCCIÓN					
CÓDIGO :			ORDEN N°:		
TAMAÑO DE LOTE :					
TALLA					
DISCRIMINACION DEL LOTE	35	36	37	38	39
CANTIDAD POR PAR					
PROCESO	CANTIDAD (PARES)				
CORTADO					
DESTALLADO					
ARMADO					
APARADO					
TERMINADO					
D-TKP-001					

Fig. 5 Ejemplo de *Kanban* de Producción.

Kanban de transporte: que indica qué y cuánto material se retirará del proceso anterior.


KANBAN DE TRANSPORTE		
Referencia: 896256		De:
Descripción: Pedal		Almacen 1
Modelo: Urban classic		
Cant. caja	Kanban N°	A:
50	1/2	Montaje
		D-TKP-001

Fig. 6 Ejemplo de *Kanban* de transporte [27].

2.2.13 Ejecución del *Kanban* entre dos estación.

El ejemplo se ejecuta entre dos estaciones, donde A suministra componentes a B. Con el objetivo de realizar una explicación breve, sencilla y bien detallada de cómo se maneja el *Kanban*, jalando el producto desde el último proceso hacia sus predecesoras.

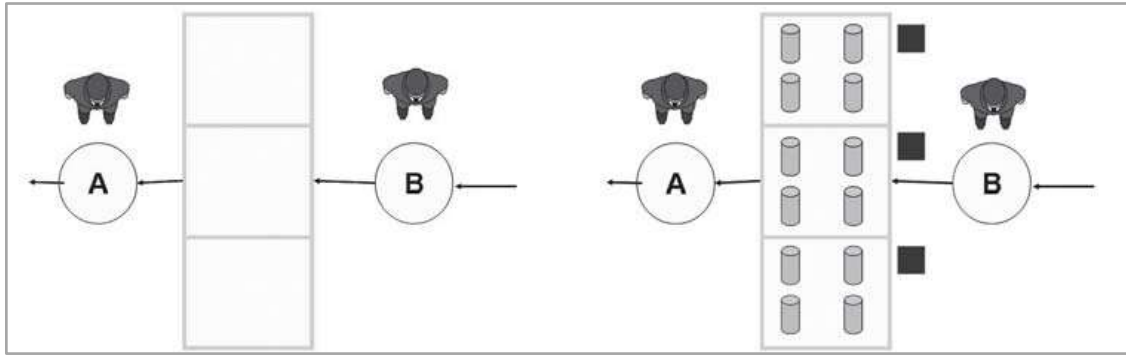


Fig. 7 Estación A y B

Tres *Kanbans* con cuatro unidades por cada *Kanban*. Los operarios A y B están parados puesto que no hay ningún cliente que tire de la producción, como se muestra en la Figura 7.

En la Figura 8, el operario B procesa tres piezas. El operario A no hace nada. No ha quedado ningún *Kanban* libre.

La Figura 9 refleja que el operario B entrega tres piezas al cliente. El operario A no hace nada. No ha quedado ningún *Kanban* libre. Ahora A y B quedan parados.

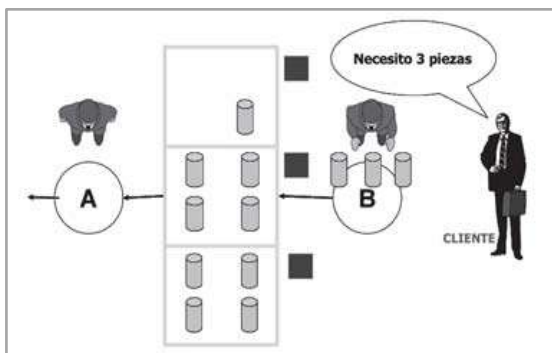


Fig. 8 Cliente presente

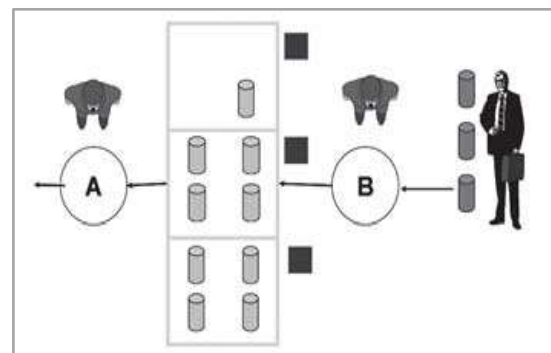


Fig. 9 Entrega de pedido

La Figura 10 muestra que los dos operarios están parados. Puesto a que la filosofía es “no hacer nada si nadie lo pide”.

Aparece un nuevo cliente que necesita cuatro unidades como muestra la Figura 11. El operario B procesa cuatro unidades, quedando un *Kanban* libre que A toma para procesar cuatro unidades para completar el primer cuadro vacío.

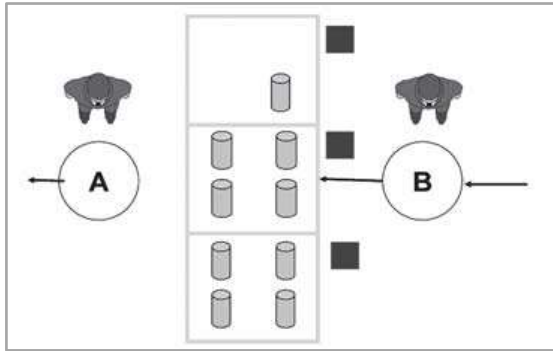


Fig. 10 No hacer nada si nadie lo pide

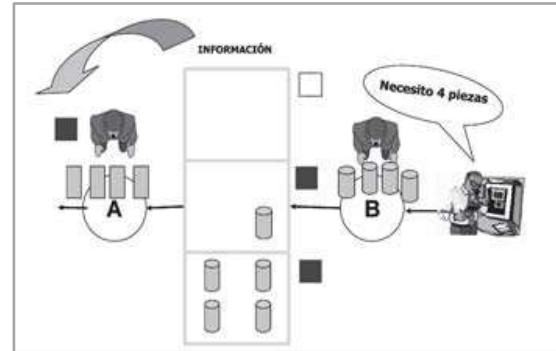


Fig. 11 Nuevo cliente

El operario B ha entregado cuatro unidades al cliente. El operario A ha procesado las cuatro piezas para completar el primer cuadro. El *Kanban* vuelve a su posición. Como se muestra en la Figura 12

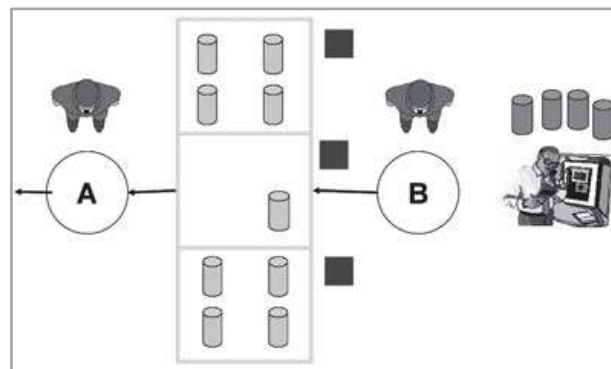


Fig. 12 Ciclo *Kanban*

Entonces se puede decir que en resumen, el funcionamiento de un sistema *Kanban* se basa en las siguientes reglas:

- El proceso posterior recogerá del anterior, en el lugar adecuado, los productos necesarios en las cantidades justas.
- El proceso precedente fabricará sus productos en las cantidades recogidas por el proceso siguiente.
- El número de *kanbans* ha de tender a disminuir.
- Los productos defectuosos nunca han de pasar al proceso siguiente, esto implica que las relaciones con el proveedor son muy importantes, y se basan en una tremenda confianza mutua [27].

2.2.14 Reglas básicas del *Kanban*

Regla 1: El *Kanban* debe moverse sólo cuando el lote que él describe se haya consumido.

Regla 2: No se permite el retiro de partes sin un *Kanban*.

Regla 3: El número de partes enviadas al proceso subsecuente debe ser exactamente el especificado por el *Kanban*.

Regla 4: Un *Kanban* debe de acompañar siempre a los productos físicos.

Regla 5: El proceso precedente siempre debe producir sus partes en las cantidades retiradas por el proceso subsecuente.

Regla 6: Las partes defectuosas nunca deben ser enviadas al proceso subsecuente.

Regla 7: El *Kanban* debe ser procesado en todos los centros de trabajo de manera estricta en el orden en el que llega a éstos [25].

2.2.15 Criterios antes de implementar *Kanban*

Las condiciones mínimas para implementar el sistema *Kanban* son:

- Conocer en detalle la programación de la producción.
- Establecer un flujo racional de materiales.
- Hacer uso del *Kanban*, ya sea de señal, producción o transporte. (Aquí es posible establecer reglas o normas de prioridad)
- Contar con un flujo adecuado de información desde el cliente hasta el cliente.
- Estar en capacidad de actualizar en forma permanente el sistema *Kanban* y hacer su respectiva retroalimentación [28].

2.2.16 Fases para la implementación del *Kanban*

Fase 1: Entrenar a todo el personal para la implementación de *Kanban*, y los beneficios de usarlo.

Fase 2: Implementar *Kanban* en aquellos componentes, con más problemas para facilitar su manufactura.

Fase 3: Implementar *Kanban* en el resto de componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de *Kanban*.

Fase 4: Esta fase consiste de la revisión del sistema *Kanban*, los puntos de reorden y los niveles de reorden [29].

2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

En el presente proyecto se pretende desarrollar e implementar una de las herramientas de *Lean Manufacturing*, en este caso se aplicará el sistema de producción *Kanban*, mismo que permitirá el control de la producción logrando que el material llegue en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica; mejora de los procesos con la eliminación de desperdicios, organización del área de trabajo, reducción de tiempo de preparación y reducción de niveles de inventario; a su vez permitirá el control de movimiento de material, evitando por completo la sobreproducción, prioridad en la producción, facilitando el control del material. De esta manera se espera satisfacer las expectativas y alcanzar los resultados previstos por la empresa de calzado PRODUCALZA.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

A su vez para este proyecto se implementó una investigación de campo debido a que se realizará estudios pertinentes dentro de la empresa de calzado “PRODUCALZA”, para conocer el estado inicial de la misma y posteriormente para la implementación de la propuesta del proyecto a fin.

Se implementa una investigación del tipo bibliográfica-documental, ya que la misma está basada en información de libros, tratados, monografías, revistas, artículos científicos; sustentado con información bibliográfica de las mismas, para un respectivo análisis y comparación del contexto, posteriormente con los resultados que se obtendrá dentro de la investigación realizada.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto tiene como finalidad una investigación aplicada (I) por motivo que se centra a la aplicación de conocimientos adquiridos en la investigación, para la solución del problema de la empresa de calzado en cuestión, dirigidas a conseguir mejoras tanto en procesos como en productos; gracias a que se implementa el sistema de producción *Kanban* “tarjeta de instrucción”; generando un control de la producción, produciendo lo requerido evitando desperdicios de materiales, actividades innecesarias; dentro de los procesos de producción del calzado.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En el proyecto de investigación se aplica una técnica documental, mediante los instrumentos como son: archivos digitales y documentación física, obtenidos de

la parte administrativa de la empresa, con el fin de conocer datos históricos, tipos de productos y de conformación de la empresa. Se implementó otra técnica para la obtención de información dentro del área de producción; como es la de observación con la ayuda de instrumentos como: fichas de levantamiento de procesos, fichas de toma de datos, listas de chequeo; datos importantes para conocer el proceso de producción, su situación inicial, tiempo estándar para la ejecución de operaciones.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que contempla la empresa de calzado “PRODUCALZA” corresponde al número de empleados en la planta de producción y del área administrativa, que corresponde un total de 20 trabajadores, mismos que se encuentran detallados en la Tabla 1.

Tabla 1 Número de miembros que conforman PRODUCALZA.

Miembros	N° Empleados
Obreros	15
Administrativos	5
Total	20

Debido a que el número de la población a estudiarse es inferior a un valor de cien, se trabajó con una muestra igual al número de la población.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos en la planta de producción como son las distancias de recorrido de material fueron procesados mediante cursograma y diagramas de recorrido, una vez analizadas se evidencia de forma más simple el exceso de distancias que recorre el material. Los datos de tiempos tomados en el campo fueron aplicados a un estudio de tiempos para conseguir tiempos estándares de ejecución de tareas, los mismos que fueron procesados mediante un balance de líneas, en el cual se consigue obtener estaciones de trabajo que consiguen una eficiencia efectiva superior al 90%, con un menor número de trabajadores en comparación al número de obreros que se registran actualmente en la empresa.

3.6 DESARROLLO DEL PROYECTO

- Recolección de información básica de la empresa y sus productos.
- Levantamiento de los procesos productivos.
- Descripción de los proceso de producción.
- Diseño de un *Layout* de la planta de producción.
- Elaboración de cursograma sinóptico.
- Elaboración de cursograma analítico actual del proceso.
- Diagrama de recorrido actual del proceso de producción.
- Desarrollar un estudio de tiempos
- Desintegración de tareas en elementos de trabajo.
- Desarrollar fichas para estudio de tiempos.
- Obtención de tiempos de las operaciones con cronómetro.
- Cálculo de suplementos de descanso.
- Cálculo de los tiempos estándar de los procesos.
- Balanceo de la línea de producción.
- Elaboración de cursograma analítico propuesto del proceso.
- Diagrama de recorrido propuesto del proceso de producción.
- Desarrollar el mecanismo de funcionamiento Kanban
- Establecer la ruta de Kanban
- Desarrollar la propuesta de implementación de Kanban en la empresa.
- Elaboración del informe final paper.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se desarrollara la propuesta de implementación del sistema de producción *Kanban*, en la línea de producción de la empresa de calzado PRODUCALZA, mediante el análisis de información recopilada se conoce de manera más precisa el método actual de producción que se está implantando, partiendo de este punto se acondiciona la línea de producción para que sea aplicable el método *Kanban*, y lograr una elaboración de calzado de control mucho más visual de tal modo que sea posible incrementar su productividad.

4.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

PRODUCALZA es una empresa artesanal; que en los últimos años ha ganado prestigio, liderazgo y confianza a nivel nacional; quiere compartir hoy con el mundo globalizado; el arte y don de la elaboración de calzado; centrandolo, especialmente en la línea de botas de dama con su marca conocida “Marjorie Botas”; sin olvidar que poseemos otras marcas para una mejor comercialización.

Fue por el año 2000 que gracias al tesón de su propietario quien empieza a afianzar su posición dentro del sector con la experiencia que tenían en el área de calzado, al año 2003 empieza a destacarse particularmente con las Botas de cuero para Damas.

Su éxito se debe a sus precios competitivos lo que permite al cliente tener opciones de comercialización aseguradas, no haciendo falta mencionar su excelente calidad en todos sus productos. Uno de sus orgullos, es abastecerse de gran cantidad de insumos particularmente cuero al que considera que cumple con todos los requisitos para confeccionar un buen calzado, así como los demás materiales necesarios para el ensamble.

4.2 LÍNEA DE CALZADO

PRODUCALZA elabora exclusivamente calzado de damas, en una diversa gama de modelos, los mismos que están acorde a nuevos diseño de temporada, con la marca comercial Marjorie Botas, encaminada a la satisfacción del cliente y a sobresalir en el mercado competitivo a nivel nacional.

En la Tabla se puede evidenciar los distintos modelos que se encuentran en su línea de fabricación, con sus respectivas especificaciones.

Tabla 2 Línea de calzado.

	DETALLE LÍNEA DE CALZADO	
Modelo: Color: Serie: Material:	Alen 120 Cristal cafe 35-39 Cuero cristal	
Modelo: Color: Serie: Material:	Alen 210 Cristal miel 35-39 Cuero cristal	
Modelo: Color: Serie: Material:	Majo c 101 Cristal cafe 35-39 Cuero cristal	
Modelo: Color: Serie: Material:	Española 201 Gamuzón cafe 35-39 Cuero Gamuzón	
Modelo: Color: Serie: Material:	Alen 211 Cafe 35-39 Cuero Gamuzón – cristal	

Modelo: Color: Serie: Material:	Alen 400 Cristal miel 34-40 Cuero cristal	
Modelo: Color: Serie: Material:	Melitza 507 Cristal negro 34-40 Cuero cristal	
Modelo: Color: Serie: Material:	Italy 511k Plenaflor cafe 34-40 Cuero cristal	

Hay que tomar en cuenta que para el presente proyecto de investigación, se toma como referencia únicamente el botín con tacón medio Modelo ALEN 120, por motivo que el mismo es un calzado de mediana dificultad que recorre toda la línea de producción el mismo que se puede ver sus características en la Tabla 2.

4.3 LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

Como parte inicial del estudio del proyecto de investigación se procede al levantamiento de cada uno de los procesos de producción, para conocer cómo se lleva a cabo la elaboración del calzado de dama dentro de la empresa PRODUCALZA, desde su parte inicial como es la recepción de materia prima, hasta su parte final que es obtener un producto terminado.

Los procesos levantados se pueden observar en el Anexo 1, los cuales tienen un formato unificado con información necesaria durante el desarrollo del proyecto, como: macro proceso, proceso, subproceso, responsable, Objetivo, entradas, salidas, proceso subsecuente, herramientas y maquinaria utilizada, lo

más importante la descripción de las actividades que se realizan en cada área del proceso, a su vez resaltado observaciones que permitan comprender claramente dichas actividades.

4.4 LAYOUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

La planta de producción de calzado de la empresa PRODUCALZA se encuentra conformada de dos tipos de infraestructuras, una posee un tipo de estructura domiciliaria de hormigón y la segunda que se encuentra en la parte posterior del domicilio está construido un galpón.

Tomando en cuenta primeramente la estructura domiciliaria, en el segundo piso están dos bodegas de materia prima, una estrictamente para suelas y la otra para cueros, como se puede observar en las Figuras 13 y 14.



Fig. 13 Segundo piso Bodega de suelas



Fig. 14 Segundo piso Bodega de cueros

En el primer piso se encuentra las oficinas del área administrativa, como se muestra a continuación en la Figura 15.



Fig. 15 Área administrativa.

En la planta baja se encuentra la bodega de materia prima en accesorios, el area de cortado, destallado, area de parado y el area de modelado, como se puede observar en las siguientes Figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21.



Fig. 16 Bodega de materia prima Accesorios



Fig. 17 Área de destallado



Fig. 18 Área de aparato



Fig. 19 Área de modelado



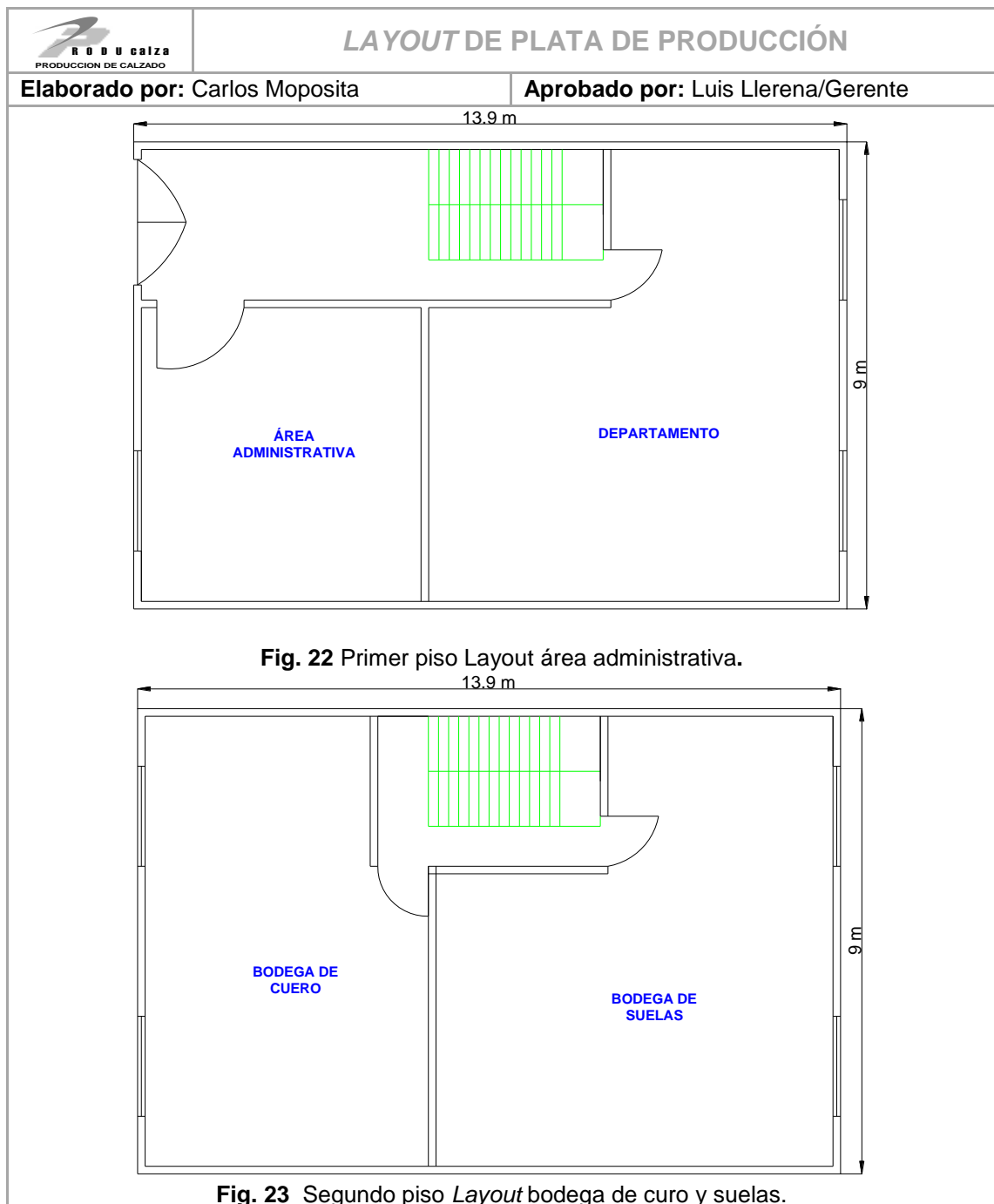
Fig. 20 Área de armado



Fig. 21 Área de terminado

Todas las áreas se pueden observar de mejor manera en las Figuras 22, 23, y 24 detalladas mediante planos que conforman el *Layout* general; que se muestra a continuación, donde se encuentra identificadas cada uno de los puestos de trabajo con maquinaria, bodegas y vías de circulación de material.

Además cabe mencionar que el piso del galpón se encuentra ciertos desniveles que dificulta el transporte de material de un área a otra.



4.5 DIAGRAMA DE PROCESOS

Se muestra de manera general cuales son los pasos y actividades que se realizan dentro del proceso de producción, para obtener un calzado de dama con un terminado final de óptima calidad en la Figura 25.

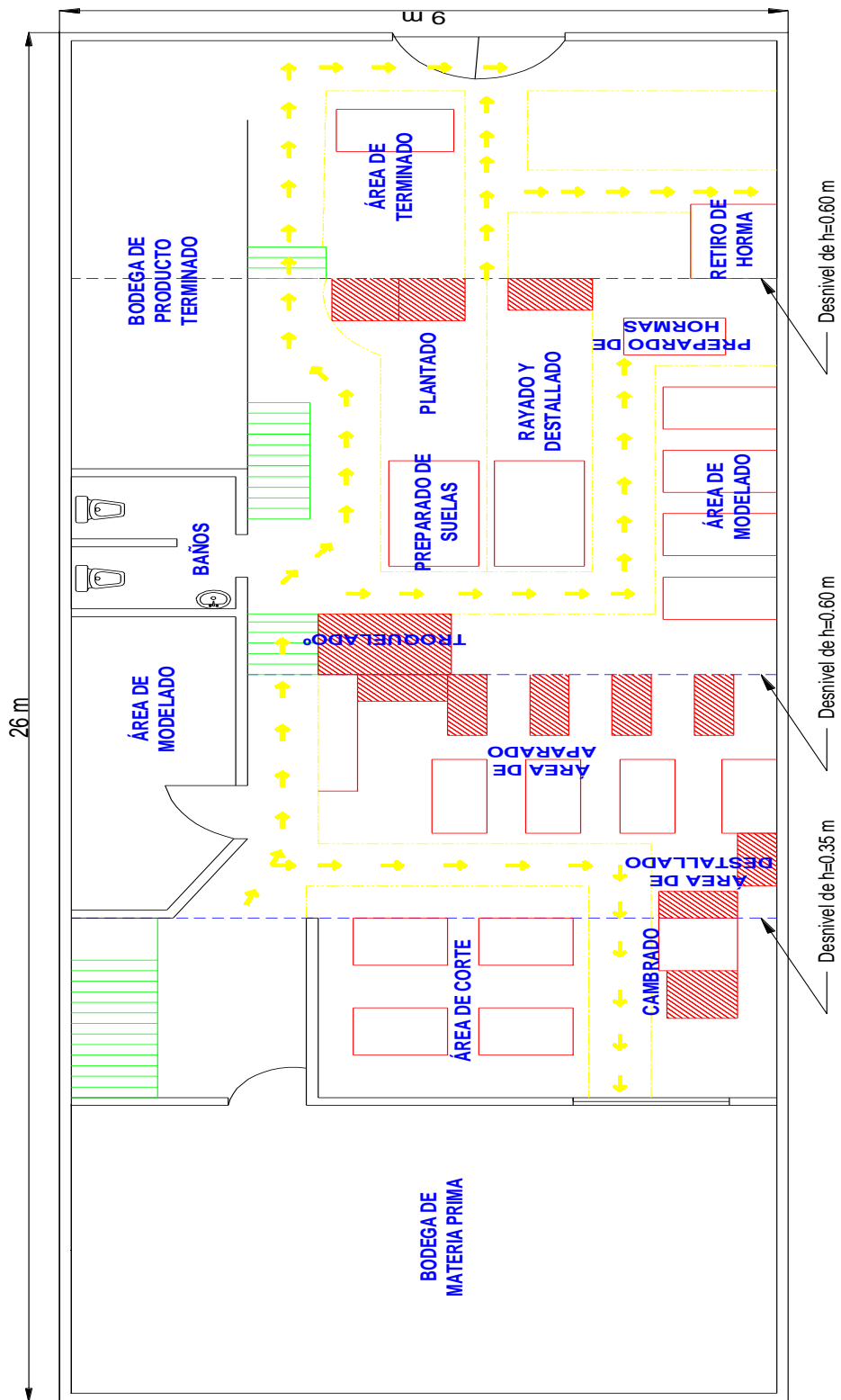


Fig. 24 Layout planta baja, área de producción.

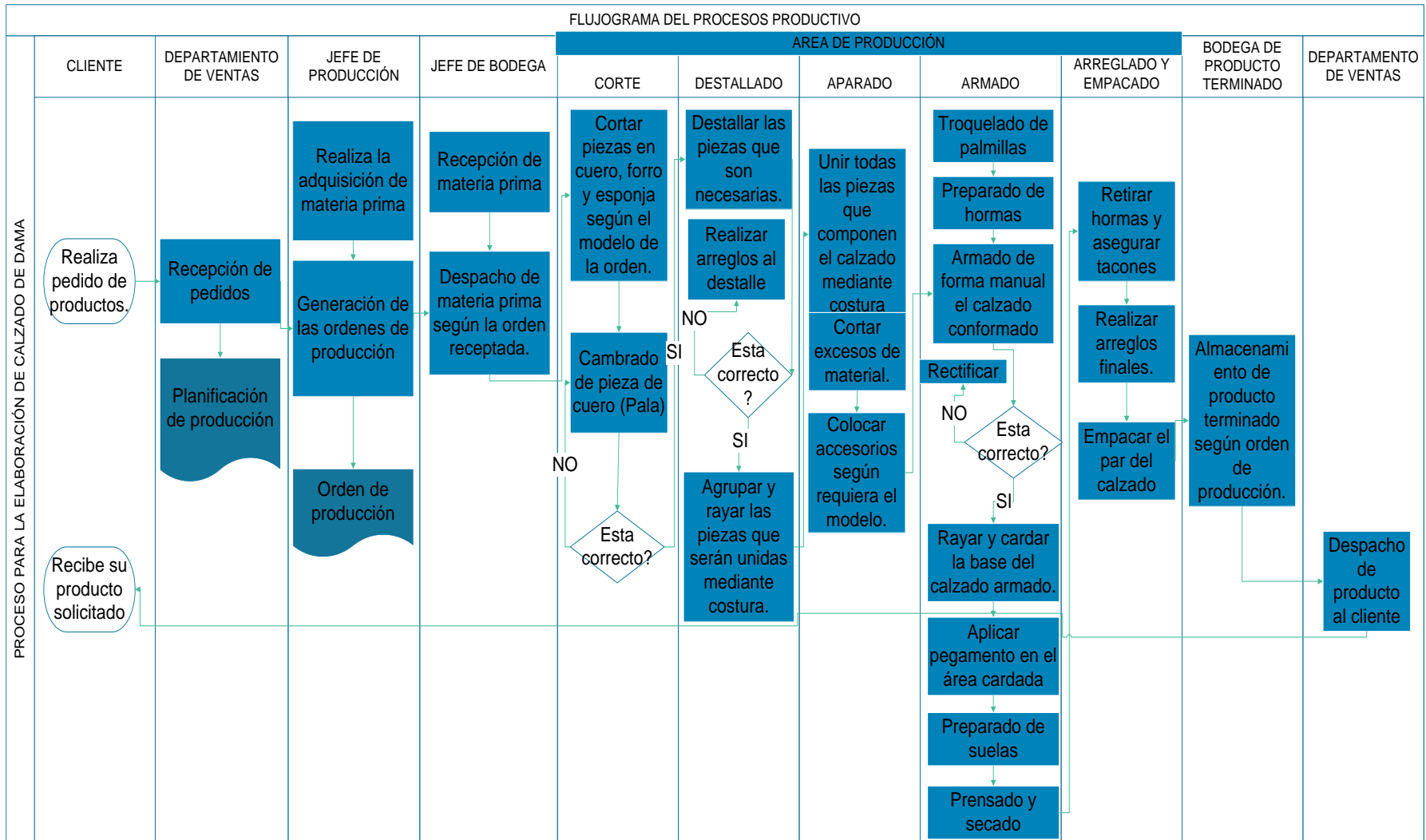


Fig. 25 Flujograma general del proceso productivo.

4.6 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS QUE CONTEMPLA LA ELABORACIÓN DE CALZADO.

Bodega de materia prima.-

Como se pudo evidenciar en el *Layout* de la plata, tanto en la Figura 22, 23 y 24, PRODUCALZA cuenta con tres bodegas de materia prima, la primera de cueros de varios tipos y colores, la segunda suelas, y la tercera de accesorios y materiales de correspondientes a la elaboración de calzado, los mismos que serán de vital importancia para iniciar la elaboración del calzado solicitado por sus clientes.

Diseño y modelado.-

Esta es el área más importante de la línea de fabricación, ya que es el punto inicial donde por medio de una investigación del estado de la moda en calzado, se procese a buscar y seleccionar nuevos modelos de calzado de dama, los mismos que serán seleccionados cuidadosamente, para posteriormente ser diseñados y modelados, a su vez PRODUCALZA posee diseños propios de calzado de dama e incursionando en diseños de calzado urbano de caballero. Como en la Figura 26.

Corte de cuero y forro.-

Gracias a los moldes de varias partes que conforman el calzado, los mismos que fueron diseñados previamente en el área de diseño, se procede a realizar el corte de cuero y forros, sobre una mesa de trabajo que posee un tol metálico. La cantidad de partes depende del modelo que el que cliente solicite al fabricante, al mismo instante que se cortan los dos materiales, con un rayador se marcan los bordes a ser destallado, costura y la talla del mismo. Como en la Figura 27.

Cambrado.-

Debido a que la mayor parte de modelos de calzado de dama son tipo botines y botas, se procese a realizar el Cambrado de la o las piezas que conforma la

parte que cubre el empeine del pie, ya la parte del talón, dicha actividad consiste en darle forma curva a las piezas especificadas, gracias al prensado en caliente de la misma. A su vez se perfila e iguala los bordes que fueron cambrados, mediante una chaveta y un molde de borde para conseguir una pieza simétrica. Como en la Figura 28.

Destallado y pintado

Las piezas que fueron previamente rayador en corte, serán destallados el cual consiste en reducir el espesor del cuero para facilitar la unión mediante costura, se quema los sobrantes generados por el destelle y posteriormente se procese a pintar todos los bordes que quedaran vistos y no serán doblados, del color exacto del cuero. Como en la Figura 29.



Fig. 26 Diseño y modelado de calzado.



Fig. 27 Cortado de forros y cueros.



Fig. 28 Cambrado de pala.



Fig. 29 Reducción el espesor del cuero.

Aparado.-

Mediante costura se une cada una de las piezas tanto de forros como las piezas de cuero, antes de esto se aplican pegamento en ciertas partes y se

doblan los bordes para tener una mejor unión de las mismas, unido completamente todas las partes se procese a colocar ciertos accesorios y adornos al calzado según su modelo. Como en la Figura 30.



Fig. 30 Unión de piezas de cuero y forro.

Troquelado.-

Se obtienen ciertas piezas que conforma el calzado gracias a un prensado manual con moldes metálicos, como las plantillas de cartón para el preparado de las hormas, las plantillas para terminado.

Armando.-

Dentro de este proceso se encuentran varios subprocesos que se realizan para que el corte unido tome la forma del calzado. Estos subprocesos se detallan a continuación:

- **Preparado de hormas:** en el tipo de horma solicitado y de acuerdo a la talla se procede a prepararla, consistiendo en colocar provisionalmente las plantillas de cartón con clavos, rebajando con chaveta los bordes en exceso, y colocando pegamento desde el borde hacia dentro 2 cm aproximadamente. Como en la Figura 31.
- **Armado a mano:** aquí se procede a colocar el corte unido con costura en la horma preparada, se procede a calentar el cuero y jalar el mismo con una pinza martillo hasta que toma la forma de la horma sin arrugas, y asegurando los extremos al pegamento que se colocó en la plantilla de cartón. Como en la Figura 32.

- **Rayado y cardado:** se procede a colocar la suela en la planta del calzado para rayar el contorno, marca por la cual será cardado el cuero que consiste en remover el espesor de la base y darle mayor rugosidad a la zona para mejor adherencia con el pegamento y la suela. Tomando en cuenta que se coloca pegamento en la zona cardada. Como en la Figura 33.
- **Preparado de suelas:** primeramente consiste en colocar limpiador a las suelas para eliminar polvos y grasas, posteriormente se coloca halogenante para obtener una buena adherencia al actuar con el pegamento que se coloca después de 5 minutos de aplicar el halogenante, y se deja secar por 10 minutos más, motivo por el cual se debe preparar con antelación. Como en la Figura 34.
- **Prensado:** antes de prensar el conjunto que forma el calzado, se procese a la reactivación del pegamento en un horno para mejorar sus propiedades adherentes, una vez hecho esto se coloca manualmente el calzado armado con la suela correspondiente que no sobrepase el área cardada, seguidamente se coloca en la prensadora que actúa en un tiempo determinado y por último se deja enfriar. Como en la Figura 35.
- **Sacar horma:** una vez completamente enfriada, se procese a retirar los seguros de la horma para retirarla completamente, en caso de ser por el modelo que posee tacón se asegura con tornillos caso contrario basta con retirar la horma. Como en la Figura 36.



Fig. 31 Preparado de hormas.



Fig. 32 Armado del calzado a mano.



Fig. 33 Rayado y cardado de la base.



Fig. 34 Preparado de suelas y tacos.



Fig. 35 Prensado de corte aparado y suela.



Fig. 36 Sacado de hormas y asegurado de tacón.

Terminados.-

En este procesos se realizan los últimos detalles al calzado, que consiste en primeramente en retiro de pegamento y el rayado, seguidamente un planchado para eliminar arrugar, darle brillo y recuperación del color, se coloca la suela e identificativos como marca y talla, además de aplicar un limpiador a la suela para finalmente colocar en su respectiva caja. Como en la Figura 37.



Fig. 37 Realización de terminado y empackado.

Bodega de producto terminado.-


Una vez que el calzado sale de la etapa de terminados respectivamente empacado es trasladado a esta bodega y almacenado, los mismos que están listos para ser entregados con excelente calidad a sus clientes.

Dentro del proceso productivo de la elaboración de calzado de dama por PRODUCALZA, cada una de estas áreas de trabajo con sus colaboradores forman parte de un compromiso vital en la elaboración del mejor calzado, garantizando su calidad al utilizar el mejor material y la mejor mano de obra calificada.

4.7 CURSOGRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO

Por motivos que en el presente proyecto de investigación se emprenderá un estudio detallado, es necesario primeramente diagramar de forma general la totalidad del proceso en forma secuencial para su ensamble. Los símbolos que conforman el cursograma llevarán pequeñas notas, con el fin de no saturar la figura como en la Figura 32, mientras que en la Tabla 3 se puede visualizar las principales operaciones e inspección que conlleva la elaboración del calzado de dama de forma más detallado, que corresponden al cursograma sinóptico.

Tabla 3 Detalles de operaciones e inspecciones.

	CURSOGRAMA SINÓPTICO
Operación 1	Corta el cuero manualmente con un estilete alrededor del molde metálico, se raya parámetros marcados y la talla respectiva.
Operación 2	Se cortan las piezas de forro de forma manual con estilete, y son marcadas con su respectiva talla.
Operación 3	Cambrado de la pala, consiste en dar forma curva a la pieza que cubrirá el empeine de la horma.

Operación 4	Destallar piezas marcadas, esto consiste en rebajar el espesor del cuero en bordes, y se eliminan hilos generados por el destalle.
Operación 5	Se pintan del color del cuero todos los bordes que no irán doblados y serán visibles.
Inspección 1	Se inspecciona las operaciones 3,4 y 5.
Operación 6	Se aplica pega en los cortes, se dobla los bordes y se unen manualmente ciertas piezas.
Operación 7	Se une mediante costura los cortes de cuero y los forros que conforman el calzado.
Operación 8	Se cortan los excesos de forros y se colocan adornos al calzado.
Inspección 2	Son inspeccionadas las operaciones 6, 7 y 8.
Operación 9	Preparar hormas colocando provisionalmente con clavos plantillas de cartón, refilando el exceso y aplicando pegamento en plantillas.
Operación 10	Arma a mano el corte en la horma, calentando el cuero para mayor flexibilidad y jalando con una pinza hasta pegar el cuero en el borde de la plantilla que posee pega, dando pequeños golpes con martillo, hasta que el cuero tome la forma de la horma sin arrugas.
Operación 11	Colocar la suela provisionalmente al corte armado, rayar el borde, cardar del borde hacia dentro y aplicar pega en el área cardada.
Inspección 3	Se inspecciona que el calzado este correctamente armado.
Operación 12	Preparar las suelas primeramente aplicando un limpiador, seguidamente de un halogenante y por último se aplica la pega.
Operación 13	Reactivar pega del corte armado y suela en horno, ubicar manualmente la suela en el corte armado, colocar en la prensadora y prensar.
Operación 14	Se retiran las hormas procurando no dañar el cuero.
Operación 15	Se coloca plantillas, etiquetas, elimina rayado, se saca brillo, se aplica limpiador a la suela y por último se empaca.
Inspección 4:	Se inspecciona por último la calidad del calzado obtenido.

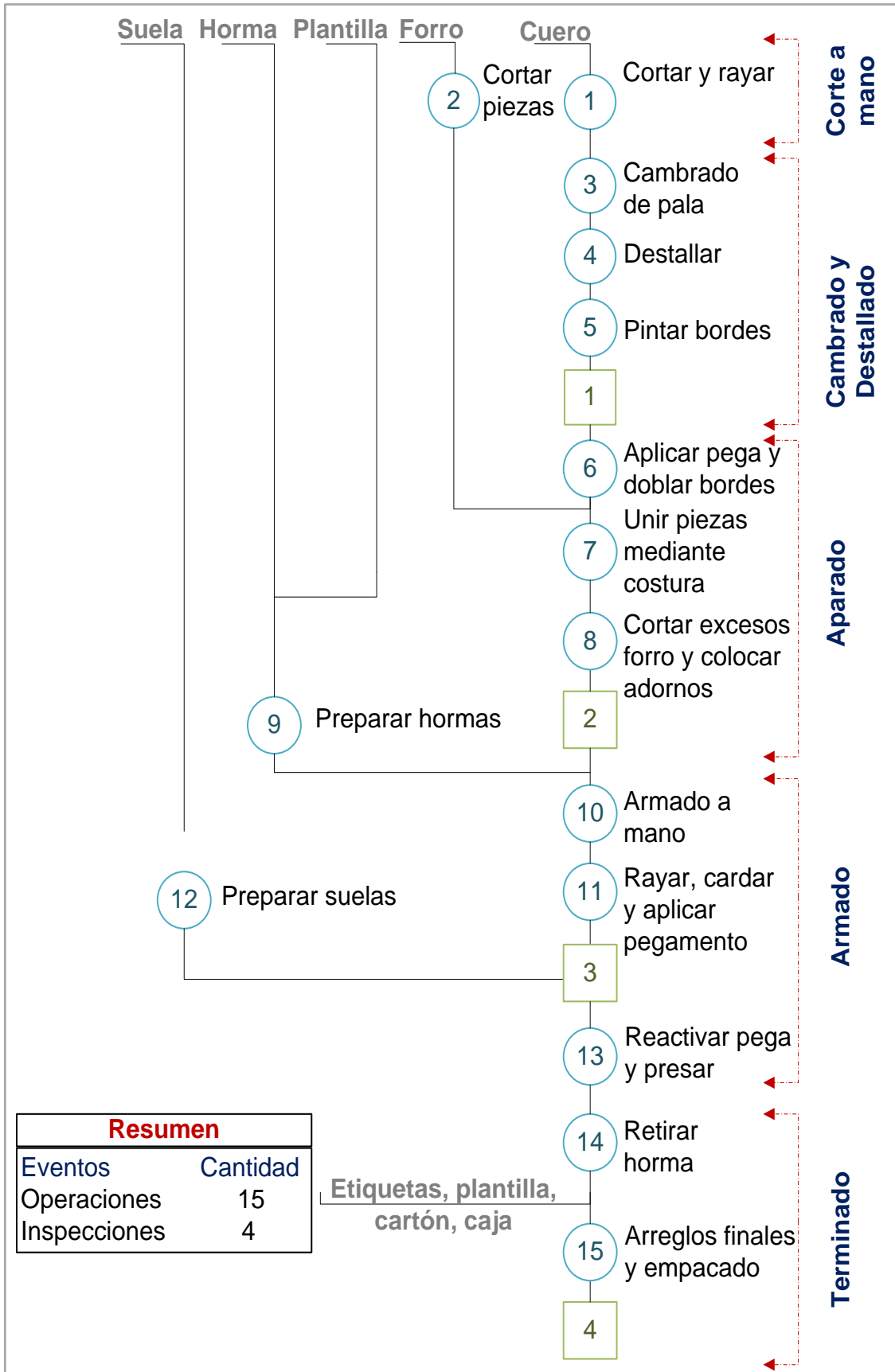


Fig. 38 Cursograma sinóptico del proceso de elaboración de calzado.

Con el propósito de entender el proceso de elaboración del producto de un solo vistazo, se presenta el cursograma sinóptico de la Figura 38 el mismo que presenta poco detalle, pero en secuencia ordenada de las operaciones, inspecciones y materiales para la obtención de calzado como producto final.

El cursograma refleja que son necesarios 15 operaciones y 4 inspecciones, complementarias desde el a bordo de materia prima hacia la primera operación, hasta conseguir un producto empacado y listo para ser entregado al cliente.

4.8 PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO.

Formando parte de la preparación de la línea de producción, dentro del proyecto de investigación de realizar una propuesta de implementación del sistema *Kanban*, se lleva a cabo un estudio de métodos en la empresa de calzado PRODUCALZA, con el objetivo encontrar procedimiento o métodos con menor complejidad y eficaces, siendo esta la una forma de aumentar la productividad del sistema productivo.

Dichas mejoras se lleva a cabo mediante el procedimiento de registro de detalles del trabajo, análisis crítico de los métodos actuales y desarrollo de un método propuesto para realizar el trabajo.

4.8.1 Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.

Con el fin de mejorar la línea de producción, el trabajo seleccionado fue desde la operación de corte hasta la operación de realización de terminados, por motivo que al proponer implementar un sistema *Kanban* en este tipo de manufactura de ensamble en línea requiere el preparado de toda la línea de producción. A su vez se los siguientes puntos de vista para realizar las mejoras:

- **Desde el punto de vista humano:** Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse son los de mayor riesgo de accidente, por ejemplo, aquellos en los que se manipulen sustancias toxicas, en donde haya prensas, máquinas de corte e instalaciones eléctricas.

- **Desde el punto de vista económico:** Se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje del costo del producto terminado, ya que las mejoras que se introduzcan, por pequeñas que sean, serán más beneficiosas que grandes mejoras aplicadas a otros trabajos de valor inferior.
- **Desde el punto de vista funcional del trabajo:** Se deben seleccionar los trabajos que constituyen cuellos de botella y retrasan el resto del proceso de la producción, y los trabajos clave de cuya ejecución dependen otros [19].

4.8.2 Registrar a detalle información del trabajo.

Se registró de forma concisa y clara, información que nos permite conocer exactamente en que consiste el proceso de producción del calzado, el mismo que facilita el análisis para determinar mejoras.

Los diagramas de procesos son una herramienta de análisis de representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso, incluyendo toda la información necesaria para el análisis.

4.8.3 Método de trabajo actual en la línea de producción.


El conocimiento y análisis del método de trabajo actual dentro de la línea de producción de calzado, tiene como fin conocer cómo interactúan todos los recursos físicos y humanos para conseguir un producto desde la entrada del proceso hasta su salida.

Pero uno de los aspectos más importantes del análisis del métodos actual está destinado a identificar actividades improductivas ya fueren de operación, transporte, inspección u almacenamiento , con el fin de reducirlas, combinarlas y en el mejor de los casos eliminarlas, dicha identificación se logró con la elaboración de cursograma sinóptico del proceso, cursograma analítico y diagramas de recorrido.

4.8.4 Cursograma analítico actual para la elaboración de calzado

Una vez obtenido las principales operaciones necesarias para la elaboración del calzado de dama como se puede observar en la Tabla 3 y la Figura 38, se procede a la elaboración de un cursograma analítico donde refleja con mayores detalles el procesamiento y la trayectoria que sigue el material por la línea de fabricación, utilizando símbolos de operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento, según la OIT. Como se muestra en la Tabla 4 y la Figura 39 respectivamente.

Tabla 4 Cursograma analítico actual

		CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Diagr. núm: 1 Hoja núm: 1 de 3		Resumen							
Producto: Calzado de dama Modelo ALEN120		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Elaboración de calzado ALEN120		Operación	○	27					
		Transporte	⇒	11					
		Espera	□	2					
		Inspección	□	4					
		Almacenamiento	▽	1					
Método: Actual		Distancia (m)		76.8 m					
Lugar: Planta de producción		Tiempo (min-hombr)		-	-	-			
Operario:		Costo		-	-	-			
Elaborado por: Carlos Moposita	Fecha:	Mano de obra		-					
Aprobado por: Ing. César Rosero	Fecha:	Material		-					
		Total		-	-	-			
Descripción	Canti- dad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	□	□	▽	
Transportar cueros y forros a corte		26.3							
Cortar cueros y forros									
Transportar a Cambrado		2.1							
Cambrado de pala									
Cortar excesos									
Destallar piezas de cuero									
Eliminar excesos por destalle									
Transportar a pintado		5.3							
Pintar bordes									

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
Diagrama número: 1			Hoja número: 2 de 3							
Descripción	Cantidad d	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo						
				○	⇒	□	▽	Observaciones		
Inspeccionar cortes										
Transportar a armado		2.8								
Aplicar pega a piezas de cuero y forros										
Doblar bordes necesarios										
Unir piezas manualmente										
Unir mediante costura todas las piezas										
Cortar excesos de forros										
Colocar accesorios										
Revisar capellada aparada										
Transportar a armado		9.50								
Capellada en espera en armado										
Preparado de hormas										
Transportar a mesa de armado		2.40								
Armar la capellada con horma										
Transporte a rayado y cardado		1.80								
Rayar borde de suela en la capellada										
Cardar el área rayada										
Aplicar pega en el área cardada										
Capellada preparada en espera										
Transportar suelas a preparado		14.50								
Preparado de suelas										
Transporte de suelas y capellada preparadas a prensado		1.80								
Reactivado de pega en horno de suelas y capellada.										
Unir manual, suela con capellada										
Presar en prensadora										
Revisar el calzado plantado										
Transportar a sacado de hormas		6.20								
Retirar hormas de calzado										
Transportar a terminado final		4.10								
Eliminar manchas y rayones										
Planchar el calzado										
Colocar identificativos										

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama número: 1				Hoja número: 3 de 3					
Descripción	Cantidad d	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	◐	□	▽	
Aplicar limpiador				●					
Inspeccionar producto terminado							●		
Colocar en caja				●					
Almacenar en bodega de producto terminado								●	
TOTAL		76.8		27	11	2	4	1	

El propósito principal que se pretende mediante el análisis del proceso de elaboración de calzado, es reducir o en lo posible eliminar las distancias entre operaciones que pueden estar presentes en el método actual, que lo refleje en un nuevo método propuesto.

Dicha mejora conseguida tendrá un gran aporte en el balanceo de la línea de producción, ya que se conseguirán que operaciones y estaciones estén más próximas minimizando la distancia de recorrido de material, a su vez el tiempo implementado en ello.

Tabla 5 Resumen cursograma analítico actual

Resumen		
Actividad		Actual
Operación	○	27
Transporte	⇒	11
Espera	◐	2
Inspección	□	4
Almacenamiento	▽	1
Distancia (metros)		76.8 m

De acuerdo a la Tabla 5 que corresponde al resumen del cursograma analítico actual, existen 27 operaciones necesarias para la elaboración completa del calzado. Existen 11 transporte entre áreas u operaciones, con una distancia de recorrido de 76.8 metros y existen 2 esperas, consideradas a estas como actividad no productivas, las cuales deben ser reducidas o eliminadas. Aparecen 4 inspecciones primordiales para controlar la calidad del calzado, y existe 1 almacenamiento final.

4.8.5 Diagrama de recorrido actual de la planta de producción

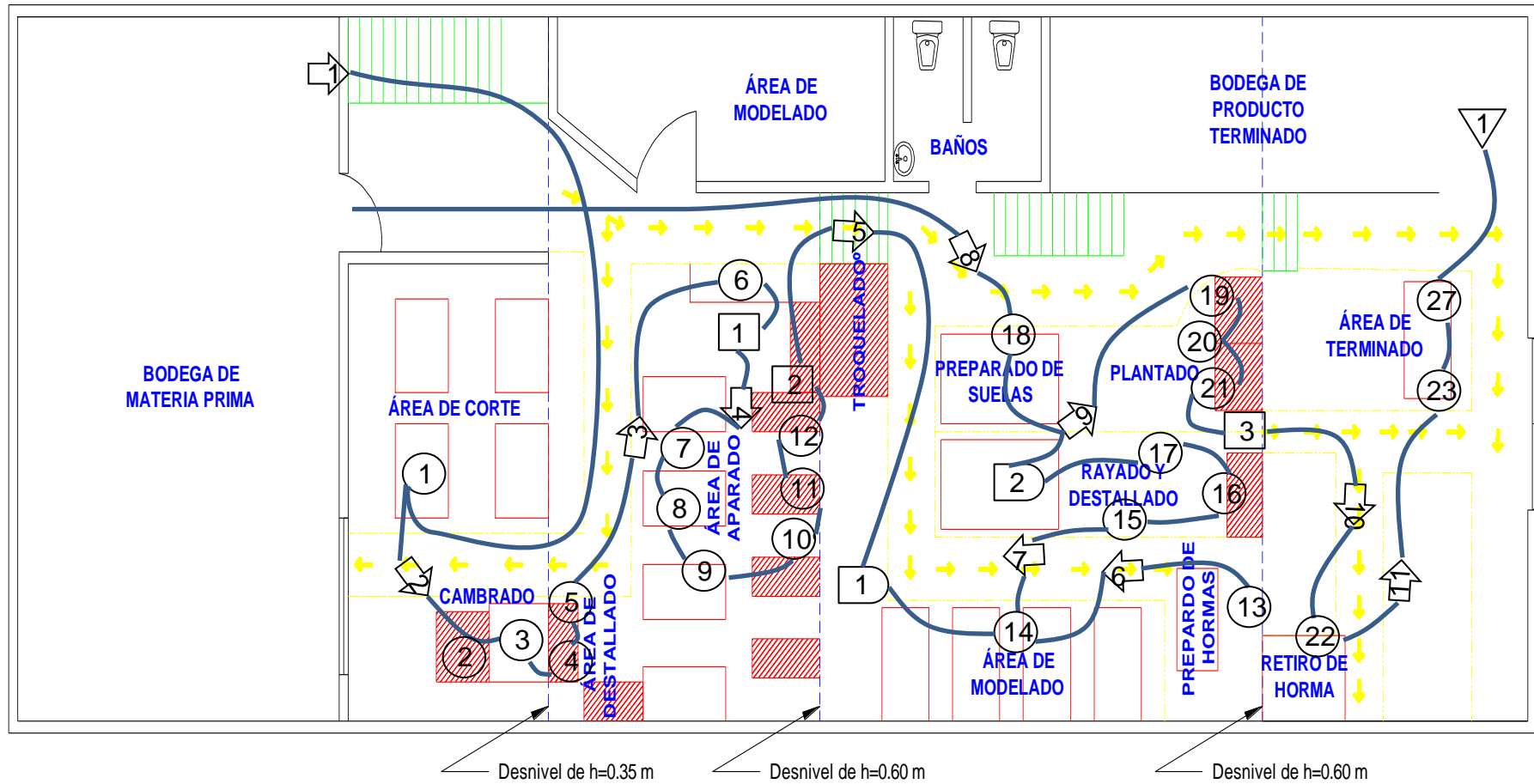


Fig. 39 Recorrido actual.

4.8.6 Análisis de situación actual de la línea de producción

Una vez que se desarrolló el cursograma analítico de la situación actual de la empresa, a su vez fue plasmado en un diagrama de recorrido mediante el cual es posible visualizar de manera más clara la ubicación de los puestos de trabajo y el recorrido que toma el material para conseguir un producto final, de esto se puede decir que existen distancias entre ciertos procesos excesivamente largos, debido a la mala ubicación de los puestos de trabajo y bodegas de materia prima.

Este problema es recurrente en los siguientes puestos de trabajo que se detallan a continuación:

- **Bodega de cueros:** Dicha bodega se encuentra en el Segundo piso dentro de la infraestructura domiciliaria, mientras que la línea de producción se encuentra al nivel de la planta baja, ocasionando un recorrido de la materia prima excesivo y al tener que utilizar los escalones se torna un trabajo más pesado.
- **Destallado:** De igual manera la mesa donde se realiza en pintado de bordes de cueros se encuentra muy distante de su proceso anterior, destallado, ocasionando un recorrido largo innecesario.
- **Aparado:** La disposición de las operaciones se encuentra mal ubicadas, ocasionando que el material en procesamiento siga un recorrido largo, ocupando mucho espacio en el mismo.
- **Preparado de hormas:** Esta operación se encuentra separado de la troqueladora, siendo necesario que se encuentren más juntas, conservando la cercanía a armado a mano, tomando en cuenta que la estantería de hormas debe estar junto.
- **Retiro de horma:** Esta operación también se considera distante de su operación anterior, generando largas distancias de recorrido del calado en proceso. Hay que tomar en cuenta que existe el espacio suficiente para ser reubicados.

Del mayor problema encontrado dentro de la empresa de calzado PRODUCALZA, después de un exhaustivo análisis, es la existencia de distancias de recorridos de material entre bodegas de materia prima a operaciones, entre operaciones y estanterías a operaciones excesivamente largos, habiendo de tomar en cuenta que existe el espacio suficiente para ser reubicados (Figura 39) y puestos lo más cercanos posible, evitando los efectos negativos que ocasionan a la empresa en su productividad, al no eliminar aquellos desperdicios que no agregan valor.

Gracias al levantamiento de información realizado hasta aquí y su respectivo análisis, se llegó a conocer de forma clara y detallada, cada una de las operaciones necesarias que se llevan a cabo para obtener el calzado de dama como producto final, ahora siendo de vital importancia para el resto de la investigación es obtener cada uno de los tiempos que ocupa el operador para realizar dichas operaciones, mediante el desarrollo de un estudio de tiempos.

4.9 ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO

Este estudio tiene el fin de reflejar el tiempo requerido o permitido para realizar una tarea determinada que interviene en la elaboración de un par de zapatos, considerando a su vez fatigas, necesidades personales y retrasos inevitables que se presenta en cada uno de los puestos de trabajo del proceso.

Debido a la magnitud del estudio, únicamente se realiza en esta sección el cálculo del tiempo estándar de la operación de corte a mano, mientras que las restantes se presentaran en el Anexo 4.


Para llegar a determinar el estándar de tiempos es necesario seguir cada una de las etapas descritas a continuación:

1. Descomposición de las operaciones en elementos.

Como primera instancia se debe descomponer la operación en elementos como en la Tabla 6, esto consiste en desglosar o detallar como se lleva a cabo de principio a fin la operación principal mediante actividades, de manera que duren poco tiempo pero lo bastante para ser cronometrados y anotarlos.

Tomando en cuenta que en la descomposición en elementos estos están divididos en ocho tipos: repetitivos, casuales, constante, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños. Los mismos que serán claramente identificados y separados en caso de existir.

Tabla 6 Elementos de la operación corte a mano.

		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
		Ficha número: 1
Producto: Cortes de cuero y forro		
Materiales: Cuero y forro		
Operación: Corte a mano		
Maquinas: No aplica		
Herramientas: Estilete, moldes.		
Asignación	Detalle	
E1	Preparar material en mesa de corte.	
E2	Realizar los cortes mediante estilete y moldes. (Forma manual)	
E3	Rayar en cada pieza la talla.	

2. Determinar el número de observaciones.

Para determinar el número de observaciones necesarias se procederá aplicando el criterio de la *General Electric*, la cual se puede encontrar en el Anexo 2, que arroja el número de observación necesarias en función de la duración del ciclo de la operación en estudio.

En la Tabla 7 refleja el número de observaciones necesarias para cada una de las operaciones aplicadas para obtener un producto terminado, tomando en cuenta la duración del primer ciclo de la primera observación o cronometraje.

Tabla 7 Detalle de número de observación.

Asignación	Operación	Núm. De Observaciones
OP1-2	Corte a mano	10
OP3	Cambrado de pala	20
OP4	Destallado	30
OP5	Pintar bordes	10
OP6	Aplicar pega y doblar bordes	15

OP7	Unir piezas mediante costura	10
OP8	Cortar excesos de forros y colocar adornos	20
OP9	Preparado de hormas	20
OP10	Armado a mano	10
OP11	Rayar, cardar y aplicar pegamento	15
OP12	Preparado de suelas	30
OP13	Reactivado de pega y prensado	20
OP14	Retirar hormas	30
OP15	Arreglos finales y empaclado	10

3. Cronometrado de cada elemento de la operación.

Para realizar el cronometraje de cada elemento de la operación principal, se utiliza el procedimiento de cronometraje acumulativo, en el cual funciona de modo ininterrumpido desde el inicio del primer elemento hasta el último, del primer ciclo de la operación en estudio. Con este tipo de procedimiento se logra garantizar el registro de todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación. Los valores observados se observa en la Tabla 8.


4. Valoración del ritmo de trabajo.

Para valorar el ritmo, se compara el ritmo real del trabajador, con el ritmo tipo cuyo valor atribuido es de 100, valor que representa al ritmo de trabajo de un operador calificado sin esforzarse en su labor diaria. Por motivo que el presente proyecto parte como un estudio inicial, al no presentar registros de tiempo estándar se otorgará a la valoración del ritmo, el valor que corresponde al ritmo tipo (100), a su vez tomando en cuenta que los trabajadores que laboran en la empresa PRODUCALZA están calificados y conocen muy bien la tarea que desempeñan [16].

5. Convertir tiempos observados en tiempos básicos o normales.

Una vez obtenidos los tiempos cronometrados y asignados la valoración del ritmo, es posible determinar el tiempo básico o normal de cada uno de los elementos que corresponde a la operación de corte a mano, utilizando la ecuación (2.1) y como se refleja en la Tabla 8.

Tabla 8 Estudio de tiempo: Corte a mano


		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento: Área de corte							Estudio núm: 1										
							Hoja núm: 1/1										
Operación: Corte a mano							Terminó:										
Maquinas: No aplica							Comenzó:										
Herramientas: Estilete, moldes.							Tiempo trans:										
							Operario:										
							Ficha número: 1										
Producto: Cortes de cuero y forro							Observado por: Carlos Moposita										
Materiales: Cuero y forro							Fecha:										
							Comprobado: Ing. Cesar Rosero										
Elemento	Ciclo (min)										Resumen						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ T	\bar{T}	V	TB			
E1	1.53	1.41	1.43	1.51	1.45	1.38	1.57	1.31	1.32	1.48	14.39	1.44	100	1.44			
E2	4.06	4.13	4.57	4.21	4.01	5.03	4.47	4.41	4.16	4.49	43.54	4.35	100	4.35			
E3	0.36	0.39	0.44	0.52	0.50	0.42	0.39	0.41	0.53	0.38	4.34	0.43	100	0.43			
											Tiempo básico del ciclo			6.22			
											T.A.M (E1+E2+E3)			6.22			
											T.M			0.00			
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; TA.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina																	

6. Determinar los suplementos que se agregaran al tiempo básico de la operación de corte a mano.

Para el estudio de tiempos se consideraran los suplementos por descanso, los cuales permiten al trabajador reponerse de la fatiga y para atender sus necesidades personales, conocidas también como suplementos constantes. Se añade otros suplementos considerados como variables, que dependen de las condiciones de trabajo [19].

Los valores porcentuales que corresponden a cada suplemento se presentan en el Anexo 3, El cálculo se lo obtiene mediante la suma del valor asignado a cada suplemento dependiendo del género del obrero, dicho valor tomado porcentualmente.

Tabla 9 Cálculo de suplementos: Corte a mano

		HOJA DE CÁLCULO DE SUPLEMENTOS	
Operación: Área de corte		Estudio núm: 1	
Sexo obrero: Hombre		Hoja núm: 1/1	
Suplementos constantes			
	Necesidades personales		5
	Por fatiga		4
Suplementos variables			
	Trabajar de pie		2
	Incómodo		2
	Trabajo muy monótono		4
TOTAL			17

La Tabla 9 muestra que para la operación de corte a mano, se identificaron los siguientes suplementos por descanso; necesidades personales, fatiga, trabajo de pie, incómodo y trabajo muy monótono, los mismo que corresponden a un valor porcentual del 17 %.

7. Determinar el tiempo tipo o estándar de la operación.

Para llegar a determinar el tiempo estándar se utiliza la ecuación (2.2), la misma que define al tiempo estándar como el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, para realizar una operación de principio a fin, tomando en cuenta los suplementos como una fracción del tiempo básico.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo básico} + (\text{Suplementos} * \text{Tiempo básico})$$

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 6.22 + (0.17 * 6.22) = 7.28 \text{ min/par}$$

4.10 RESUMEN DE TIEMPOS ESTÁNDAR DE LAS OPERACIONES.

El desarrollo detallado del estudio de tiempos correspondiente al cálculo del tiempo estándar de todas las operaciones necesarias para obtener un producto terminado como es el calzado de dama, se visualiza en el Anexo 4, por

necesidad del desarrollo del proyecto se presenta un resumen de los tiempos estándar en la Tabla 10, tiempos que son necesarios para llegar a efectuar el balanceo de líneas de producción.

Tabla 10 Resumen de tiempos estándar

Asignación	Operación	Tiempo Estándar (min)/par
OP1-2	Corte a mano	7.28
OP3	Cambrado de pala	2.40
OP4	Destallado	1.59
OP5	Pintar bordes	5.96
OP6	Aplicar pega y doblar bordes	4.93
OP7	Unir piezas mediante costura	8.68
OP8	Cortar excesos de forros y colocar adornos	2.5
OP9	Preparado de hormas	2.39
OP10	Armado a mano	10.42
OP11	Rayar, cardar y aplicar pegamento	2.99
OP12	Preparado de suelas	0.57
OP13	Reactivado de pega y prensado	2.12
OP14	Retirar hormas	1.19
OP15	Arreglos finales y empackado	5.91

4.11 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS OPERACIONES

Como dato relevante se determina la cantidad de pares de calzado, que pueden producir cada operación utilizando la ecuación (4.1), habiendo que tomar en cuenta que la empresa de calzado PRODUCALZA, tiene un tiempo de producción por día de 8 horas, es decir 480 minutos por jornada laboral.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{1}{\text{Tiempo Estándar}} * \text{Tiempo de producción diario}$$

$$CP = \frac{1}{T_e} * TPD$$

En la Tabla 11 se muestra la capacidad de producción de cada una de las operaciones, donde se puede notar que la operación más lenta, es decir con

mayor tiempo estándar de ejecución, determina la producción por día siendo posible producir solo 46 pares de calzado, siendo esta la operación de armado a mano.

Tabla 11 Capacidad de producción por operación

Asignación	Operación	Tiempo Estándar min/par	Capacidad Producción (par)
OP1-2	Corte a mano	7.28	66
OP3	Cambrado de pala	2.40	200
OP4	Destallado	1.59	302
OP5	Pintar bordes	5.96	80
OP6	Aplicar pega y doblar bordes	4.93	97
OP7	Unir piezas mediante costura	8.68	55
OP8	Cortar excesos de forros y colocar adornos	2.5	192
OP9	Preparado de hormas	2.39	201
OP10	Armado a mano	10.42	46
OP11	Rayar, cardar y aplicar pegamento	2.99	160
OP12	Preparado de suelas	0.57	842
OP13	Reactivado de pega y prensado	2.12	226
OP14	Retirar hormas	1.19	403
OP15	Arreglos finales y empackado	5.91	81

4.12 CUELLO DE BOTELLA

El cuello de botella son consideradas las fases u operaciones del proceso más lentas es decir con mayor tiempo de ejecución, como las operaciones de corte a mano, unir piezas de cuero con costura y armado a mano, como se puede ver en la Tabla 11 que poseen tiempo por encima de las demás operaciones, ocasionando que el proceso de producción sea más lento, a su vez determinando la capacidad del mismo.

Debido a estos 3 cuellos de botellas, las operaciones siguientes del proceso sufren retrasos en forma de tiempos de parada no deseados, para corregir estos cuellos de botellas, primeramente se realiza un balanceo de la línea de producción, en el cual por la dispersión de tiempos estándar entre operaciones se obtiene estaciones con tiempos inactivos y otros que sobrepasen el tiempo de ciclo calculado. Siendo esto solucionable proponiendo un programa de

apoyo entre estaciones con tiempos inactivos, hacia estaciones que requieren de tiempo para lograr la producción diaria.

4.13 BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Dentro de la línea de producción de calzado de dama de PRODUCALZA, se procede a realizar un balance de la misma, con el fin de asignar por igual la carga de trabajo a ejecutarse en cada estación de trabajo, con el menor número de estaciones de trabajo requeridas.

Actividades para elaborar el Modelo ALEN 120

En la Tabla 12 se logra evidenciar cada una de las actividades que se llevan a cabo para la elaboración de calzado de dama modelo ALEN 120, desde el procesamiento de la materia prima hasta lograr un producto final de buena calidad, con sus respectivos tiempos y actividades que deben preceder.

Tabla 12 Actividades para elaborar Modelo ALEN 120



		MODELO ALEN 120	
		Material: Cuero	
		Color: Cristal café	
		Tallas: 34-40	
			
Actividad	Tiempo de tarea (min)	Descripción	Actividad predecesora
A	7.28	Corte a mano	-
B	2.40	Cambrado de pieza de cuero (Pala).	A
C	1.59	Destallar piezas de cuero.	B
D	5.96	Pintar los bordes de las piezas.	C
E	4.93	Aplicar pegamento a piezas de cuero y doblar bordes	D
F	8.68	Unir todas las piezas mediante costura	E
G	2.5	Cortar excesos de forros y colocar adornos	F
H	2.39	Preparado de horma.	-
I	10.42	Armado de punta, lados y talón. (A mano)	G,H
J	2.99	Rayar, cardar la base del calzado armado y aplicar	I
K	0.57	Preparado de suelas.	-
L	2.12	Reactivar el pegamento de la suela y el calzado	J, K
M	1.19	Retirar horma del calzado.	L
N	5.91	Realizar arreglos finales y empacar en caja	M
TOTAL	58.93		

Diagrama de precedencia.

Para lograr visualizar la relación entre actividades se procede a elaborar el diagrama de precedencia, es decir la relación secuencial en que se realizan las actividades dentro de la elaboración del modelo Alen 120.

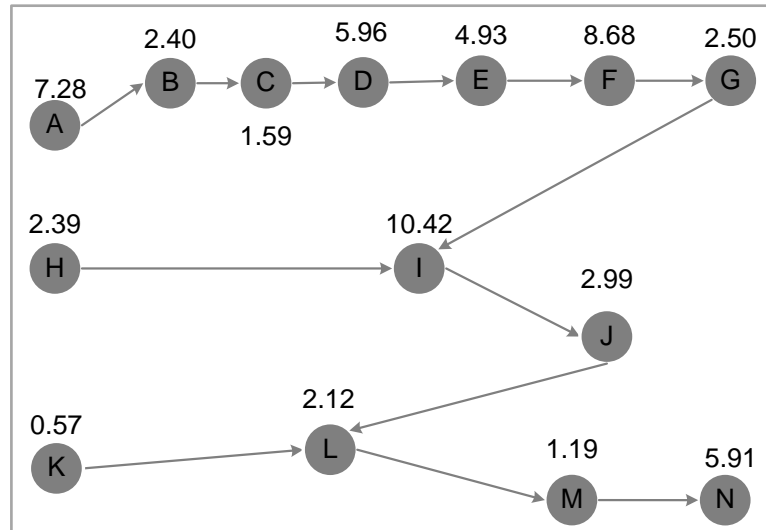


Fig. 40 Diagrama de precedencia Modelo Alen 120

Tiempo de ciclo.

Se calcula el tiempo de ciclo, que es el tiempo máximo permitido en cada estación de trabajo, para una demanda de producción diaria de 70 pares de calzado modelo Alen 120, sabiendo que la planta de producción de calzado PRODUCALZA posee un tiempo de producción diaria de 8 horas.

El tiempo ciclo se obtiene mediante la ecuación (2.3).

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción diaria requerida}}$$

$$TC = \frac{8 \text{ horas}}{70 \text{ pares}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

$$TC = 6.86 \text{ minutos/par}$$

Número mínimo de estaciones de trabajo.

Se determinara el número mínimo de estaciones de trabajo que debe poseer la planta de producción de PRODUCALZA, las mismas que deberán cumplir con la producción diaria requerida.

El número mínimo de estaciones de trabajo se obtiene mediante la ecuación (2.4).

$$N = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$N = \frac{58.93}{6.86}$$

$$N = 8.59 \approx 9 \text{ estaciones de trabajo}$$

Regla de asignación de tareas según método heurístico.

- a) Dar prioridad a las tareas que contengan mayor número de tareas subsiguientes.

Tabla 13 Núm. Tareas subsiguientes

Actividad	Numero tareas subsiguientes
A	11
B	10
C	9
D	8
E	7
F	6
G-H	5
I	4
J-K	3
L	2
M	1
N	0

Por motivo de existir empates en el mismo número de tareas subsiguientes, se debe definir una segunda regla de asignación de tareas, en este caso la Tabla

13 refleja que existen dos empates, la primera entre las actividades G y H, la segunda entre las actividades J y K.

b) Dar prioridad a las tareas que requieran tiempos más largos.

Tabla 14 Asignación de tareas a estaciones.

Estación	Actividad	Tiempo actividad (min)	Tiempo restante no asignado de TC 6.86 min	Candidatos para la estación
1	A	7.28	- 0.42 Sobrepasa al TC	-
2	B	2.40	4.46	C
	C	1.59	2.87 Inactivo	
3	D	5.96	0.9 Inactivo	-
4	E	4.93	1.93 Inactivo	-
5	F	8.68	-1.82 Sobrepasa al TC	-
6	G	2.50	4.36	H
	H	2.39	1.97 Inactivo	
7	I	10.42	-3.56 Sobrepasa al TC	-
8	J	2.99	3.87	K
	K	0.57	3.3	L
	L	2.12	1.19	M
	M	1.19	0	
9	N	5.91	0.95 Inactivo	-

La Tabla 14 muestra la asignación de las operaciones a cada estación de trabajo ajustado el tiempo de ciclo que corresponde a 6.86 min/par, consiguiendo 9 estaciones de trabajo como corresponde al mínimo.

Evaluación del balance de la línea.

En la Tabla 14 de asignación de operaciones a estaciones de trabajo, ajustando al tiempo ciclo, se puede evidenciar gracias a tiempos negativos que existen estaciones que requieren de tiempo adicional para cumplir con la producción diaria. Por lo tanto:

- La estación 1 requiere de 0.42 minutos adicionales, para cumplir la producción diaria de 70 pares.
- La estación 5 requiere de 1.82 minutos adicionales, para lograr cumplir la producción diaria de 70 pares.

- La estación 7 requiere de 3.56 minutos adicionales, para cumplir con la producción diaria de 70 pares.

Por otra parte existen estación como tiempo libre o disponibles, estas estaciones podrán ser capaces de ayudar al resto de estaciones que lo requieren como la 1, 5 y 7.

- La estación 2 dispone de 2.87 minutos, mientras que la estación 4 dispone de 1.93 minutos, tiempos inactivos que pueden ser utilizados en la estación 7 que necesita un tiempo adicional de 3.56 minutos, para cumplir con la producción diaria.
- La estación 3 dispone de 0.9 minutos, tiempo que puede ser ocupado en la estación 1 que necesita un tiempo adicional de 0.42 minutos, para cumplir con la producción diaria.
- La estación 6 dispone de 1.97 minutos, tiempo que puede ser ocupado en la estación 5 que necesita un tiempo adicional de 1.82 minutos, para cumplir con la producción diaria.

Mediante el estudio y el análisis realizado es posible cumplir con la producción diaria de 70 pares de calzado de dama, debido a que se está distribuyendo de manera óptima el personal a las distintas estaciones de trabajo, de manera que todos tengan la misma carga de trabajo, puesto a que existen estaciones de trabajo con tiempos inactivos los mismo que pueden ayudar a las demás estaciones que necesitan.

Asignación de las tareas en las estaciones de trabajo.

Para lograr visualizar de mejor manera las estaciones de trabajo conseguidas, con sus respectivas operaciones, se muestra la Figura 41.

A continuación se muestra en la Tabla 15 las estaciones de trabajo determinadas mediante el balanceo de líneas, con su respectiva denominación y el detalle referente a la actividad que se realiza.

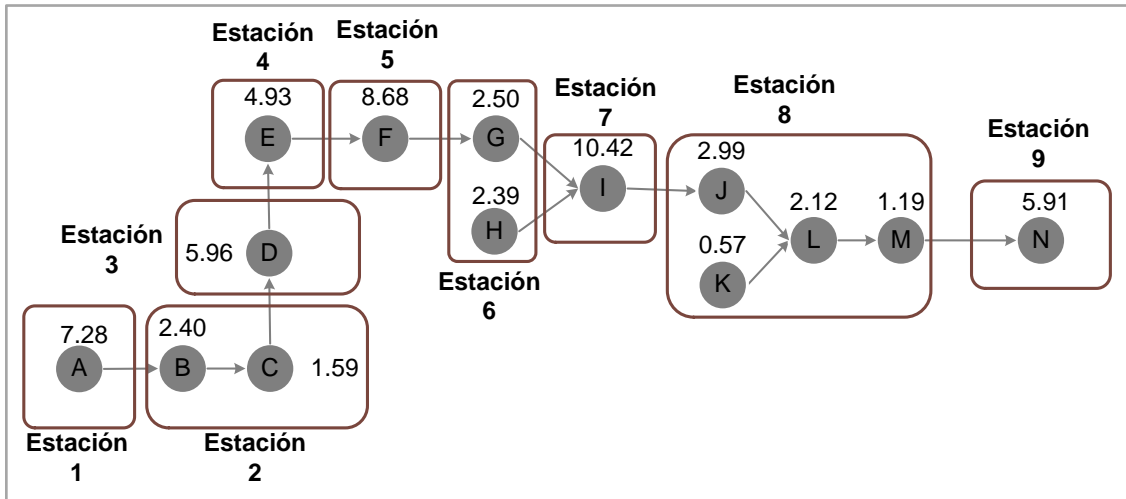


Fig. 41 Asignación de tareas en estaciones.

Tabla 15 Estaciones con operaciones

ESTACIONES	ACTIVIDADES	
Estación 1	A	Corte a mano
Estación 2	B	Cambrado de pieza de cuero (Pala).
	C	Destallar piezas de cuero.
Estación 3	D	Pintar los bordes de las piezas.
Estación 4	E	Aplicar pegamento a piezas de cuero y doblar bordes
Estación 5	F	Unir todas las piezas mediante costura
Estación 6	G	Cortar excesos de forros y colocar adornos
	H	Preparado de horma.
Estación 7	I	Armado de punta, lados y talón. (A mano)
Estación 8	J	Rayar, cardar la base del calzado armado y aplicar pegamento
	K	Preparado de suelas.
	L	Reactivar el pegamento de la suela y el calzado armado en el horno reactivador, unir la suela con el calzado armado, acomodar y presar.
	M	Retirar horma del calzado.
Estación 9	N	Realizar arreglos finales y empacar en caja

Cálculo de eficiencia.

Para determinar la eficiencia del balanceo de la línea que necesario primeramente, evaluar el tiempo ocioso presente a lo largo de la línea de producción, tiempo en el cual las estaciones no realizan trabajo alguno. Para calcular el tiempo ocioso se utiliza la ecuación (2.5).

$$\text{Tiempo ocioso}=(N*TC)-\text{Tiempo total estándar}$$

$$\text{Tiempo ocioso}=(9*6.86 \text{ min})-58.93 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo ocioso}=2.81 \text{ min}$$

Una vez obtenido un tiempo ocioso de 2.81 minutos, en la línea de elaboración de calzado balanceada, se puede decir que posee un tiempo relativamente bajo para la elaboración de 70 pares de calzado por jornada laboral.

La eficiencia del balanceo obtenido se obtiene aplicando la ecuación (2.6).

$$\text{Eficiencia}=\frac{\text{Tiempo total estándar}}{N*TC}$$

$$\text{Eficiencia}=\frac{58.93 \text{ min}}{9*6.86 \text{ min}}*100\%$$

$$\text{Eficiencia}=95.45 \%$$

Finalmente se obtuvo una solución del balanceo un número mínimo de 9 estaciones de trabajo, las mismas que poseen un eficiencia de saturación de 95.45 % con un tiempo ocioso o inactivo de 2.81 minutos, en una producción de 70 pares diarias, de lo cual se puede decir que resulta satisfactorio debido a que se está utilizando todos los recursos de manera óptima, a lo largo de la línea de producción.

Capacidad de producción por estación de trabajo.

Al determinar la capacidad de producción por estaciones de trabajo (Tabla 16), se puede evidenciar que el intervalo en la cantidad de pares a producir por día, es mucho menor que la capacidad de producción por operaciones.

Tabla 16 Capacidad producción por estación de trabajo

Estación	Actividad	Tiempo actividad (min)	Capacidad Producción (par)
1	A	7.28	66
2	B	2.40	120
	C	1.59	
3	D	5.96	80
4	E	4.93	97
5	F	8.68	55
6	G	2.50	98
	H	2.39	
7	I	10.42	46
8	J	2.99	70
	K	0.57	
	L	2.12	
	M	1.19	
9	N	5.91	81

En la Tabla 16 se da a conocer que a pesar de haber equilibrado la línea de producción, mediante la asignación de operaciones a estaciones de trabajo de similar carga de trabajo, existen estaciones de trabajo que son capaces de producir más que otras como es el caso de las estaciones 2, 3, 4, 6 y 9, las cuales requieren de menor número de horas hombre para cumplir con la producción requerida, lo cual determina que, no se está utilizando u ocupando en su totalidad el recurso humano, esto se debe a la desigualdad de tiempos en las estaciones de trabajo, sin embargo tomando en cuenta que en este caso para un correcto equilibrado se utiliza el apoyo laboral con operadores que poseen tiempos inactivos, capaces de apoyar a estaciones que requieren mayor tiempo para cumplir con la producción requerida. Tomando en cuenta que esta es una estrategia que ya se venía aplicando en la empresa para agilizar la producción.

Determinación del número de operadores necesarios para cada estación.

Después de haber asignado cada una de las operaciones a estaciones de trabajo con igual carga de trabajo mediante el balanceo de líneas, es posible adentrarse a mayores detalles como es conocer el número de operadores necesarios para cada estación, corroborar el comportamiento de la estación con su respectivo operario.

Para determinar el número de operarios se realiza una breve explicación de los parámetros a utilizar:

Producción por hora: Indica la cantidad de pares de calzado que se pueden producir en 1 hora.

$$\text{Prod. H} = \frac{1 \text{ hora}}{T_e}$$

Producción por jornada: Indica la cantidad de pares de calzado que se pueden producir en una jornada laboral de 8 horas.

$$\text{Prod. J} = \frac{8 \text{ horas}}{T_e}$$

Hora hombre: Indicar el número de horas necesarias para cumplir con la producción requerida.

$$\text{Hora Hombre} = \frac{\text{Producción requerida por día}}{\text{Producción por hora}}$$

Operadores requeridos: Indica la cantidad de empleados necesarios para cumplir con la producción requerida.

$$\text{Operadores requeridos} = \frac{\text{Hora hombre}}{8 \text{ horas}}$$

Tabla 17 Número de operarios por estación.

Estación	Actividad	Tiempo estándar (min)	Prod. hora	Prod. J	Horas hombre	Núm. operadores
1	A	7.28	8.24	66	8.50	1.06
2	B	2.40	15.04	120	4.65	0.58
	C	1.59				
3	D	5.96	10.07	80	6.95	0.87
4	E	4.93	12.17	97	5.75	0.72
5	F	8.68	6.91	55	10.13	1.27
6	G	2.50	12.27	98	5.70	0.71
	H	2.39				
7	I	10.42	5.76	46	12.15	1.52
8	J	2.99	8.73	70	8.02	1
	K	0.57				
	L	2.12				
	M	1.19				
9	N	5.91	10.15	81	6.90	0.86
Total horas hombre					68.75	
Tiempo de producción por día (hora)					8	
Producción requerida (par)					70	
Empleados requeridos					8.6	

Análisis de mano de obra actual con respecto al propuesto.


Actualmente la empresa PRODUCALZA se encuentra laborando en su línea de producción, con la colaboración de 15 obreros, los mismos que se dividen en 10 hombres y 5 mujeres, dicha cantidad de obreros hoy en día son capaces de producir 70 pares diarios en una jornada de 8 horas. Mientras que al proponer un balance de líneas se determinó (Tabla 17), que es necesario emplear únicamente 9 obreros para producir la misma cantidad de pares de calzado diario, como el número de obreros es igual al número de estaciones se distribuye uno por cada estación de trabajo, apoyándose entre las estaciones que lo requieren, sabiendo que los empleados se encuentran calificados y con la destreza necesaria para cubrir varios puestos fuera del asignado.

4.14 CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE CALZADO

Por medio de la Figura 39, Diagrama de recorrido actual se logró evidenciar de forma visual y rápida que existen mudas que no agregan valor al producto,

como es la muda de transporte, ya que se evidencia que se el material es trasladado distancias largas desde destallado hasta pintado de bordes y volver a aparado que esta al mismo nivel de destallado, por este motivo se propone un nuevo cursograma analítico y diagrama de recorrido.

Tabla 18 Cursograma analítico propuesto

		CURSOGRAMA ANALÍTICO				
Diagr. núm: 1 Hoja núm: 1 de 1		Resumen				
Producto: Calzado de dama Modelo ALEN120		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Elaboración de calzado ALEN120	Método: Actual	Operación	○	27	27	-
		Transporte	⇒	11	10	1
		Espera	◻	2	2	-
		Inspección	□	4	4	-
		Almacenamiento	▽	1	1	-
Lugar: Planta de producción		Distancia (m)	76.8 m	43.15 m	33.65 m	
Operario:		Tiempo (min-hombr)	-	-	-	
Elaborado por: Carlos Moposita	Fecha:	Costo	-	-	-	
Aprobado por: Ing. César Rosero	Fecha:		Mano de obra	-	-	
			Material	-	-	
		Total	-	-	-	
Descripción		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo	Observaciones
Transportar cueros y forros a corte			4.9		○	
Cortar cueros y forros					⇒	
Transportar a Cambrado			2.1		◻	
Cambrado de pala					□	
Cortar excesos					▽	
Destallar piezas de cuero					○	
Eliminar excesos por destalle					⇒	
Pintar bordes					◻	
Inspeccionar cortes					□	
Transportar a aparado			2.25		▽	
Aplicar pega a piezas de cuero y forros					○	
Doblar bordes necesarios					⇒	
Unir piezas manualmente					◻	

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama número: 1			Hoja número: 2 de 2						
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					
				○	⇒	◐	◻	▽	
Unir mediante costura todas la piezas				●					
Cortar excesos de forros				●					
Colocar accesorios				●					
Revisar capellada aparada				●					
Transporta a armado		9.5		●					
Capellada en espera en armado				●					
Preparado de hormas				●					
Transportar a mesa de armado		2.40		●					
Armar la capellada con horma				●					
Transporte a rayado y cardado		1.80		●					
Rayar borde de suela en la capellada				●					
Cardar el área rayada				●					
Aplicar pega en el área cardada				●					
Capellada preparada en espera				●					
Transportar suelas a preparado		14.5		●					
Preparado de suelas				●					
Transporte de suelas y capellada preparadas, a prensado		1.80		●					
Reactivado de pega en horno de suelas y capellada.				●					
Unir manualmente suela con capellada				●					
Presar en prensadora				●					
Revisar el calzado plantado				●					
Transportar a sacado de hormas		2.1		●					
Retirar hormas de calzado				●					
Transportar a terminado final		1.8		●					
Eliminar manchas y rayones				●					
Planchar el calzado				●					
Colocar identificativos				●					
Aplicar limpiador				●					
Inspeccionar producto terminado				●					
Colocar en caja				●					

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
Diagrama número: 1					Hoja número: 3 de 3				
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	◐	□	▽	
Almacenar en bodega de producto terminado									A
TOTAL		43.15		27	10	2	4	1	

Gracias al análisis realizado se logra reducir distancias de recorridos de material y eliminar un transporte innecesario, como se puede evidenciar en el cursograma analítico propuesto Tabla 18, con resultados beneficios para mejorar el desempeño de la línea.

Tabla 19 Resumen cursograma analítico propuesto

Resumen				
Actividad		Actual	Propuesta	Economía
Operación	○	27	27	-
Transporte	⇒	11	10	1
Espera	◐	2	2	-
Inspección	□	4	4	-
Almacenamiento	▽	1	1	-
Distancia (m)		76.8 m	43.15 m	33.65 m

El contenido que refleja la Tabla 19 que corresponde al resumen del Cursograma analítico propuesto, se evidencia que se conservan las 27 operaciones que son necesarias para la elaboración completa del calzado, se reduce de 11 a 10 transportes gracias a la eliminación del transporte de destallado a pintado a de bordes, mientras que 4 transportes se logró disminuir su distancia de recorrido, generando una economía de 33.65 metros. Finalmente se mantienen 2 demoras y 4 inspecciones primordiales para controlar la calidad del calzado, y existe 1 almacenamiento final.

Estos resultados se encuentran de forma visual gracias a la presentación de un diagrama de recorrido propuesto como se presenta en la Figura 42. Claramente realizando una comparación entre las Figuras 39 y la Figura 42 se puede observar cambios notorios en la línea de producción, los mismos que facilitarían para agilizar la elaboración de calzado.

4.15 DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

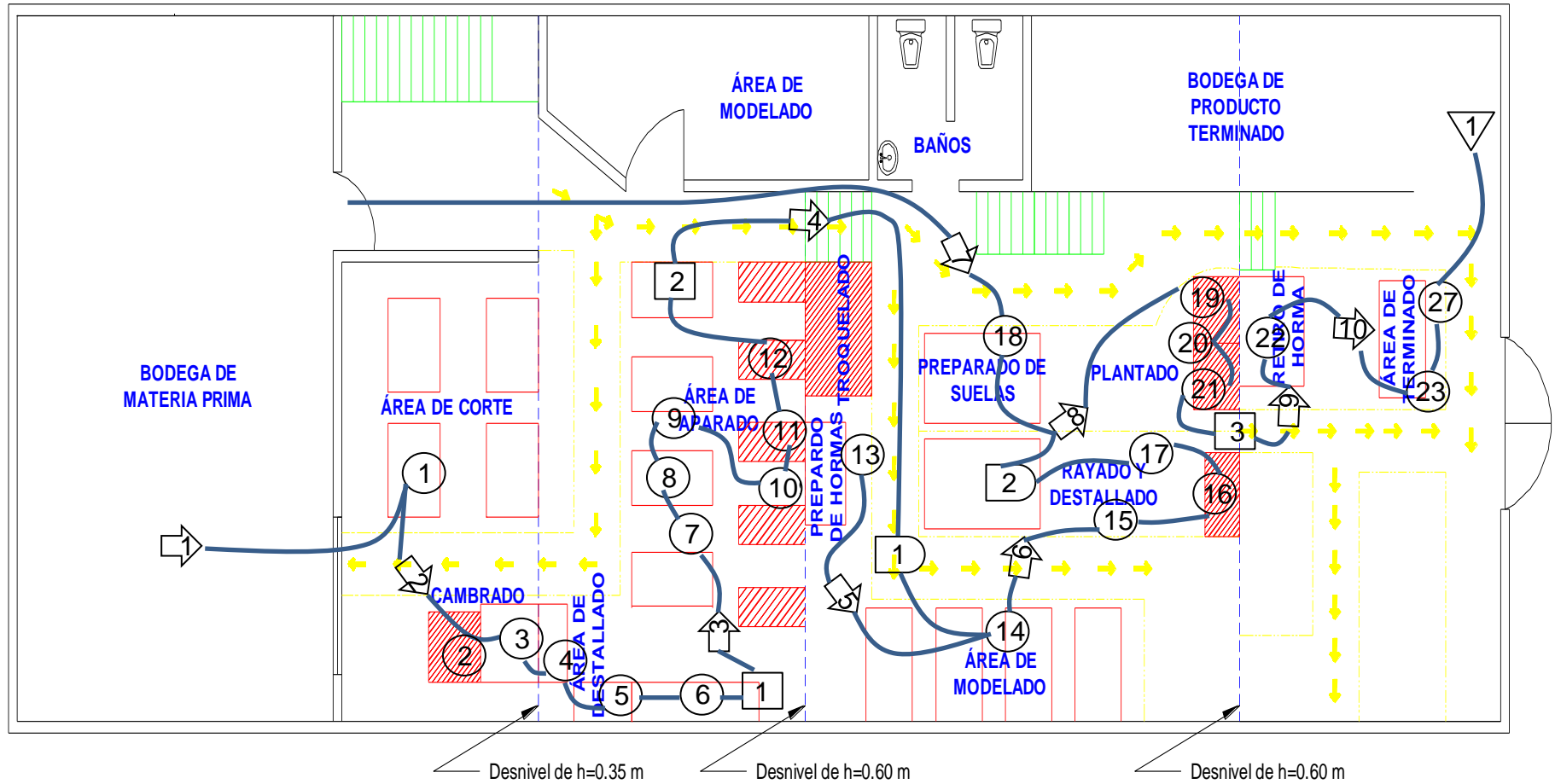


Fig. 42 Diagrama de recorrido propuesto.

4.16 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO.

Mediante el análisis del actual método de trabajo se realizó cambios en las operaciones que presentaban ciertos problemas, como recorridos innecesarios y distancias muy largas para el recorrido del material, agilizando la producción.

Dichos cambios, con el fin de conseguir mejoras se detallan a continuación:

- Para la entrega rápida y oportuna de las láminas de cuero como materia prima al área de corte, se opta por transferir este material a la bodega de materia prima que se encuentra en la planta baja, teniendo una reducción de distancia en metros de 26.3m a 4.9m.
- El transporte de destallado al puesto de pintado de bordes es eliminada, gracias a una redistribución logrando unir estas dos operaciones, sin afectar el flujo de material, en lo contrario se logra agilizarla.
- Con la mejora anterior se hace necesario también redistribuir el área de aparado con el fin de conseguir un flujo continuo, sin generar retrocesos del material en procesamiento.
- Por motivo de la conformación de estaciones de trabajo, se unen las operaciones de corte de excesos de forros y colocado de adornos con la operación de preparado de hormas, que a su vez queda junto a troquelado y armado a mano.
- Se logra reducir la distancia entre plantado y sacado de horma de 6.2 m a 2.1 m, mejorando y agilizando el flujo de material. Gracias a este cambio se automáticamente se reduce la distancia de terminados a retiro de hormas de 4.1 m a 1.8 m.

4.17 RUTA *KANBAN* DENTRO DEL RECORRIDO PROPUESTO PARA PRODUCCIÓN.

Una vez establecidas las estaciones de trabajo gracias al balanceo de la línea de producción, se agrupan las operaciones por estaciones en el *Layout* de la

planta, el *Kanban* se maneja por estaciones y no por operaciones, ya que las mismas se encuentran operadas por un solo trabajador tomando en cuenta que un trabajador dependiendo de la estación puede ejecutar una o varias operaciones que se ajustan a tiempo de ciclo.

La tarjeta *Kanban* recorrerá aguas abajo desde la estación 1 que corresponde a corte a mano hasta la estación 9 que corresponde a terminados (como se muestra en la Figura 44, controlado a la par con el tablero *Kanban*. En el siguiente apartado se explica la razón por la cual *Kanban* se maneja así dentro de la línea de producción de calzado de PRODUCALZA.

4.18 MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA KANBAN EN LA EMPRESA.

Análisis del porque *Kanban* no se ejecutara conceptualmente dentro de la empresa de calzado PRODUCALZA.

Kanban como sistema de producción, se hace referencia únicamente al uso de tarjetas que se manejan desde el último proceso hacia sus predecesores, jalando la producción (*pull*), al momento que exista un pedido de un cliente. Sin hacer referencia que se puede aplicar *Kanban* desde sus principios más básicos como es el tablero *Kanban*, debido que hasta el método más básico producirá un aumento en el rendimiento. Una distribución simple de las tareas, sumado a una monitorización de su flujo de trabajo y el realizar los ajustes apropiados a lo largo del proceso incrementarán su eficiencia.

Para mayor entendimiento se procede a plasmar mediante gráficas y una explicación de cómo funciona *Kanban* teóricamente dentro de una línea de producción. Como se encuentra plasmado en la sección 2.2.13 Ejecución de tarjeta *Kanban*, dentro de la sección 2.2 Fundamentación Teórica, que contiene el Capítulo 2.

Basado en la explicación anterior se puede decir que la empresa de calzado PRODUCALZA no está en la capacidad de aplicar el sistema *Kanban* como anteriormente se explicó debido a las siguientes razones que se detallan:

1. El tipo de empresa manufacturera, sabiendo que la industria del calzado como la textil, se caracterizan por poseer una demanda volátil es decir que cambia con facilidad y de forma poco predecible, temporal o estacional.
2. El alto volumen de datos que generan dentro de esta industria, debido a factores como: estilos, modelos, color, talla, se sabe que dentro de PRODUCALZA está enfocada a calzado de dama, pero con propósitos a incursionar en el calzado para caballero, incrementando aún más el volumen de datos.
3. El tamaño de la empresa influye en gran parte, la misma que se puede definir por la capacidad de producción de la misma, en este caso PRODUCALZA es considerada como pequeña empresa debido a que produce 350 pares de calzado semanales, esta cantidad de calzado posee un gran variedad de modelos, estilos, y tallas, por motivo que la empresa maneja la producción bajo pedidos, muchas de las veces dichos pedidos suelen ser de dos pares.
4. Otro problema es la falta de tecnificación de la planta ya que se maneja de forma artesanal es decir, ciertas operaciones se realizan de forma manual generando altos tiempos de ejecución, los mismos que impiden un aumento de la producción.
5. Al trabajar por estaciones de trabajo niveladas, es imposible trabajar con un sistema *kanban (pull)* como se explicó desde la Figura 7 a la 12, por motivo que se hace necesario poseer *stock* en cada estación y dicho *stock* posee una gran variación por estilo, modelo, color y talla del calzado, generando almacenes temporales que ocuparían mucho espacio.

Por estos motivos presentados se hace imposible la implantación de un sistema *kanban (pull)*, y se propone un sistema *Kanban* de empuje (*push*) básicamente con la implementación de un tablero *Kanban*, para llevar

únicamente un control visual de la producción dentro de la línea de ensamble, como inicialmente fue solicitado por el Gerente de la empresa PRODUCALZA.

Existen registros de una empresa manufacturera del mismo tipo que logro implementar el sistema *Kanban* de características típicas de uno de empuje, donde únicamente el *Kanban* fue aplicado en el transporte de material; dicha empresa es Alpargatas S.A de origen Argentino. Debiendo mencionar que les tomo 4 años para adoptar finalmente las prácticas de una empresa delgada, utilizando métodos como prueba y error para lograr sus objetivos, obteniendo grandes mejoras.

Cómo funciona el tablero *Kanban* en la línea de producción de calzado.

El tablero *Kanban* ofrece la visualización del proceso de producción del calzado, donde las columnas representan las estaciones de trabajo, las órdenes de producción también consideradas tarjetas *Kanban* van recorriendo el tablero de izquierda a derecha hasta ser terminado, a su vez una copia de esta tarjeta también acompañara al contenedor dentro de la línea de producción que recorrerá aguas abajo.

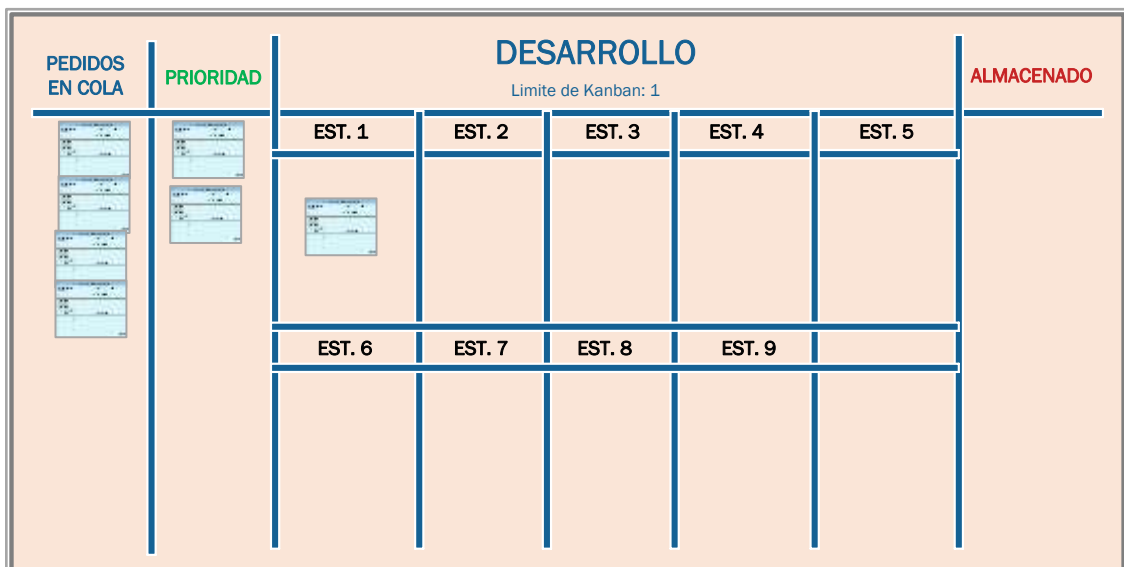


Fig. 43 Manipulación del tablero K

- El manejo del tablero *Kanban* es muy fácil; el jefe de producción generara las órdenes de producción que dentro del tablero se los

considera pedidos en cola, el mismo será el encargado de tomar en cuenta la prioridad de los pedidos y colocar en la segunda columna.

- Cuando el encargado de la estación 1 se quede disponible cojera trabajo de la columna “prioridad”, tomando en cuenta que la prioridad está definida por la tarjeta que se encuentra en la parte superior de la columna. El original de la tarjeta recorrerá el tablero mientras que la copia recorrerá junto al lote dentro su respectivo contenedor en todo momento.
- De forma similar los encargados de las siguientes actividades, recibirán las órdenes de calzado finalizadas en la estación anterior. Cuando se termine de procesar en la última estación, la tarjeta del tablero se moverá a la columna de “Almacenamiento”, mientras que la copia permanecerá junto al lote almacenado en bodega de productos terminados.
- Hay que tomar en cuenta que cada estación solo puede procesar un tarjeta K a la vez.
- En caso de solicitar material en ciertas estaciones como la estación 6 para la operación de colocado de accesorios y preparado de hormas, el encargado de bodega será el responsable de suministrar dicho material, con una tercera copia de la tarjeta, el cual archivara para tener datos sobre el consumo de insumos.

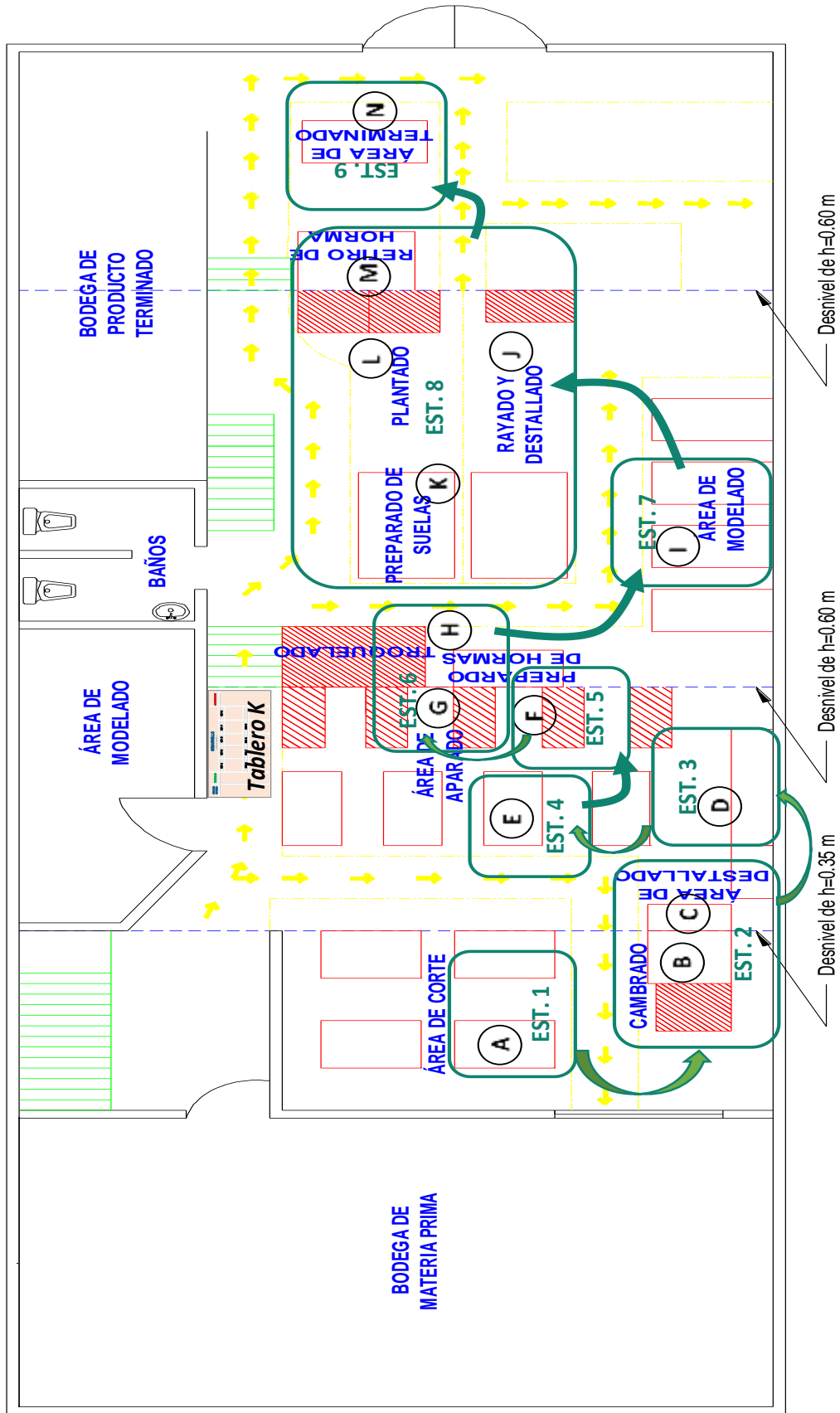


Fig. 44 Diagrama de ruta del Kanban

4.19 LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN *KANBAN* EN LA EMPRESA DE CALZADO PRODUCALZA

1. Introducción

Con el propósito de conseguir mejoras dentro de la línea de producción de calzado de la empresa PRODUCALZA, se pretende introducir el sistema de producción *Kanban*, con el fin de conseguir mayor agilidad en la producción, entregando a tiempo sus pedidos de calidad, generando un control más efectivo de producto y el material.

2. Disposiciones generales para la implementación del sistema *Kanban*

Es de vital importancia establecer ciertas recomendaciones antes de dar inicio a la explicación de la propuesta a establecer, con el fin que la organización u empresa lleve a cabo estos cambios en su centro de producción sin generar una reacción negativa que perjudique a los mismos. Estableciendo el compromiso y participación por parte de los miembros de la organización, a más de:

- Los altos directivos deben conocer del método de producción *Kanban*.
- Se debe poner en funcionamiento una estructura de gerencia para soportar la iniciativa, es decir un líder de proyecto que encabece y lidere las acciones que se deben realizar mediante un cronograma de ejecución de actividades. El enfoque debe estar dirigido en la parte operacional, donde los pasos para crear valor y eliminar desperdicios estén ubicados.
- Hay que comunicar y sensibilizar a la organización en el Sistema *Kanban* con el fin de eliminar la resistencia al cambio.
- Fortalecer los sistemas para recolectar información del cliente externo, el cliente interno, los proveedores y la comunidad.

- Seleccionar a los mejores colaboradores para ser capacitados.
- Asegurar que las actividades de mejoramiento del desempeño cuenten con los recursos adecuados.
- Estar dispuestos y preparados para aceptar cambiar paradigmas de la forma como hacen las cosas. Necesidad de un equipo realmente comprometido.
- No tornearse estáticos, es natural que haya tropiezos, aún más al comienzo.
- Se pretende establecer un cambio organizacional serio, como por ejemplo trabajar en equipos que involucren personas de diferentes jerarquías de la organización.
- Antes de iniciar con la implementación dar una capacitación general de *Lean Manufacturing* enfocado en el sistema *Kanban* a los empleados, a fin de dar a conocer las expectativas y los alcances del proyecto.

3. Objetivos de la propuesta

En la línea de producción se espera establecer por medio de la implementación del sistema *Kanban* una mejor coordinación y control en cada una de las estaciones de trabajo, con lo que se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Mejorar la comunicación entre procesos.
- Obtener mejor control sobre los inventarios.
- Hacer el control de flujo de material.
- Establecer un método que muestre el estado de la producción.

4. Diseño propuesto de Tarjeta *Kanban* y Tablero *Kanban*

Para la implementación del sistema *Kanban* con el concepto de empujar el material, se propone utilizar el tipo de *Kanban* básico, como es el tablero *Kanban* (Figura 46), en conjunto con tarjeta *Kanban* (Figura 45).

Tarjeta propuesta para la implementación, con opción a cambios sugeridos si se encontrase inconformidades o problemas con la tarjeta después de haber implementado el sistema:


KANBAN DE PRODUCCIÓN					
CÓDIGO :			ORDEN N°:		
TAMAÑO DE LOTE :					
TALLA					
DISCRIMINACION DEL LOTE	35	36	37	38	39
CANTIDAD POR PAR					
PROCESO	CANTIDAD (PARES)				
CORTADO					
DESTALLADO					
ARMADO					
APARADO					
TERMINADO					
					D-TKP-001

Fig. 45 Tarjeta *Kanban* propuesta para PRODUCALZA

Para el tamaño de lote, es decir la cantidad de pares que se deberán colocar en cada contenedor, será de decisión de la gerencia, debido a que el sistema *Kanban* permite que la gerencia realice directamente ajustes finos en el flujo de materiales de dicho sistema. Proponiendo como etapa inicial un tamaño de lote de 10 pares por contenedor.

Para el manejo de las tarjetas se hará uso de un tablero *Kanban*, el mismo que deberá ser ubicado en un lugar visible, lugar sugerido revisar Figura 44, por medio del cual se transportaran las tarjetas *Kanban* e indicaran el estado del programa de producción en tiempo real para cualquier directivo, supervisor u operario que lo observe.

Cuando el límite *Kanban* para “tu” columna se ha alcanzado y no tienes nada que hacer, empieza a buscar un cuello de botella aguas abajo (es decir, acumulando puntos a la derecha de la pizarra) y ayuda a resolver el cuello de botella. Si no hay un cuello de botella puede que sea una indicación de que el límite *Kanban* pueda ser demasiado bajo, ya que la razón de tener el límite es

reducir el riesgo de alimentación de los cuellos de botella derivados. Si notas que muchos elementos no son atendidos durante mucho tiempo sin que se esté trabajando, puede ser una señal de que el límite de *Kanban* puede ser demasiado alto.

- Límite *Kanban* demasiado bajo => gente ociosa => mala productividad.
- Límite *Kanban* demasiado alto => tareas ociosas => mal tiempo de respuesta.

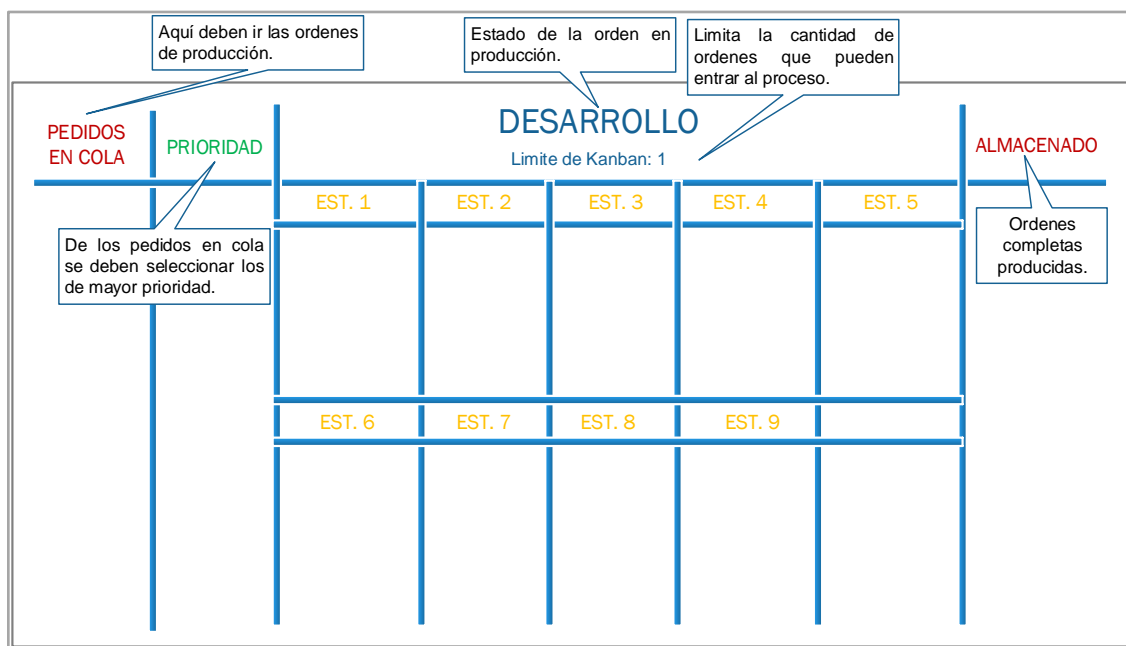


Fig. 46 Tablero *Kanban* propuesto

5. Conformación de las estaciones de trabajo.

Una vez que se balanceo la línea de producción para ajustar a un mejor método de producción con ahorros en la misma. Es necesario dar a conocer a los operadores de que actividades o tareas están conformados las estaciones de trabajo, que serán ejecutadas por un solo obrero, tomando en cuenta que ciertas estaciones aplican el método de apoyo entre estaciones para lograr la demanda diaria. Para ellos se presenta la Tabla 20 con el número de estaciones y las actividades o tareas que les corresponde.

Tabla 20 Estación - Actividades

Numero de Estación de Trabajo	Actividad o Tarea
Estación 1	Corte a mano
Estación 2	Cambrado de pieza de cuero (Pala).
	Destallar piezas de cuero.
Estación 3	Pintar los bordes de las piezas.
Estación 4	Aplicar pegamento a piezas de cuero y doblar bordes
Estación 5	Unir todas las piezas mediante costura
Estación 6	Cortar excesos de forros y colocar adornos
	Preparado de horma.
Estación 7	Armado de punta, lados y talón. (A mano)
Estación 8	Rayar, cardar la base del calzado armado y aplicar pegamento
	Preparado de suelas.
	Reactivar el pegamento de la suela y el calzado armado en el horno reactivador, unir la suela con el calzado armado, acomodar y presar.
	Retirar horma del calzado.
Estación 9	Realizar arreglos finales y empacar en caja

6. Fases de Implementación del sistema *Kanban*

Para lograr una correcta y eficiente implementación del sistema de producción *Kanban* se debe, realizar en orden consecutivos a las siguientes fases:

Fase 1. Entrenar a todo el personal en los principios de *Kanban*, y los beneficios de usar *Kanban*

Fase 2. Implementar *Kanban* en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

Fase 3. Implementar *Kanban* en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de *Kanban*, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va estar a trabajando en su área.

Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema *Kanban*, es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de *Kanban*:

- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia.
- Si se encuentra algún problema notificar al supervisor inmediatamente.

Se detalla a continuación la aplicación de cada una de las fases con respecto a la producción de calzado de dama en la empresa de PRODUCALZA.

FASE 1: CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO AL PERSONAL

Para realizar con éxito la implementación de del sistema de producción *Kanban*, se llevara a cabo un programa detallado a continuación:

I. Reunión para tratar aspecto con los directivos de PRODUCALZA.

En esta reunión inicial deberán estar presentes:

- Gerente propietario de PRODUCALZA.
- Secretaria Administrativa.
- Programador de Producción.
- Jefe de Producción.

Además de cualquier otro colaborador de la empresa que los anteriormente mencionados considere necesario.

En esta primera reunión se trataran los siguientes puntos:

- Sensibilizar inicialmente en que consiste el sistema de producción *Kanban*, como herramienta de *Lean Manufacturing*, y los beneficios que se conseguirán si se realiza su implementación.
- Elección del encargado *Kanban* entre los presentes.
- Se definirá un cronograma de capacitación al personal de área de producción y al encargado *Kanban*.

II. Capacitación al encargado *Kanban* y asignación de funciones.

La capacitación dirigida al encargado *Kanban* deberá ser más intensa, del contenido que se detalla a continuación en el punto 4, tanto en la parte teórico como practica ya que el mismo será la persona responsable de mantener en correcto funcionamiento el sistema, debiendo cumplir con las siguientes funciones:

- Validar que las tarjetas *Kanban* estén en la posición determinada para ellas.
- Asegurar que se lleve a cabo de la mejor manera los procedimientos de la herramienta *Kanban*.
- Asegurar el entrenamiento de los operarios en el sistema *Kanban*.
- Hacer un control de la ejecución de la herramienta, evidenciando problemas y proponiendo soluciones a las mismas.

III. Capacitación a empleados del área de producción.

Esta capacitación estará liderada y dirigida por el encargado *Kanban*, el cual debe dictar el contenido que se detallada en el punto 4. Seguidamente de una etapa de entrenamiento que se desarrollara de la mano de la fase 2 de la implementación del sistema *Kanban*.

IV. Contenido para capacitaciones.

Objetivo general:

Aprender sobre la herramienta *Kanban* aplicado a la industria manufacturera, para conocer de la importancia y beneficios al implementar en la empresa.

Contenido:

- ¿Qué es *Kanban*?
- Características y objetivos de *Kanban*

- Cuáles son las reglas de *Kanban*
- Que es una tarjeta *Kanban*.
- Como proceder como trabajar con tarjeta *Kanban*.
- Beneficios de la herramienta *Kanban* (reducción de inventarios, desperdicios y productos no conformes, provee flexibilidad a la producción, reducción de costos).
- Responsabilidad del empleado como empresa para mejorar la calidad de producción.

FASE 2: IMPLEMENTAR *KANBAN* EN AREA CONSIDERADA CRÍTICA.

Como fase inicial se propone implementar en el área más crítica que se logró determinar gracias al análisis del cursograma analítico del movimiento del material, donde claramente se puede evidenciar desperdicios como: transportes largos. Además que gracias al estudio de tiempos y balanceo de líneas se determinó, se evidencio que en la estación 1 y estación 5, poseen tiempos estándares fuera del margen del tiempo ciclo para cada estación de trabajo. Debido a estos aspectos se implementara inicialmente el área de: Corte, Cambrado, Destallado y pintado, Aparado; que comprenden desde la estación de trabajo 1 a la 6.

A. Identificar el flujo de material en la planta y codificar los sitios oficiales de almacenamiento.

En la Figura 42 y Figura 44 se puede observar el flujo propuesto de material entre estaciones y operaciones, donde previamente fueron eliminados mudas de transporte que no agregan valor al proceso.

Por este mismo flujo la tarjeta *Kanban* empezara su recorrido entre las estaciones establecidas, empujando un pedido de bienes terminados hacia las etapas sucesivas de producción.

La tarjeta *Kanban* trabaja y circula dentro del tablero de la siguiente forma a través de las estaciones seleccionadas del proceso de producción, de la siguiente forma:

Cómo funciona el Tablero *Kanban* y sus tarjetas.

El jefe de producción como encargado de recibir los pedidos solicitados por el cliente generará los *Kanban* de producción, colocándolos en la cola de pedidos del tablero, de los mismos se tomara en cuenta su prioridad. Entonces:

- El manejo del tablero *Kanban* es muy fácil; el jefe de producción generara las órdenes de producción que dentro del tablero se los considera pedidos en cola, el mismo será el encargado de tomar en cuenta la prioridad de los pedidos y colocar en la segunda columna.
- Cuando el encargado de la estación 1 se quede disponible cojera trabajo de la columna “prioridad”, tomando en cuenta que la prioridad está definida por la tarjeta que se encuentra en la parte superior de la columna. El original de la tarjeta recorrerá el tablero mientras que la copia recorrerá junto al lote dentro su respectivo contenedor en todo momento.
- De forma similar los encargados de las siguientes actividades, recibirán las órdenes de calzado finalizadas en la estación anterior. Cuando se termine de procesar en la última estación, la tarjeta del tablero se moverá a la columna de “Almacenamiento”, mientras que la copia permanecerá junto al lote almacenado en bodega de productos terminados.
- Hay que tomar en cuenta que cada estación solo puede procesar un tarjeta K a la vez.
- En caso de solicitar material en ciertas estaciones como la estación 6 para la operación de colocado de accesorios y preparado de hormas,

el encargado de bodega será el responsable de suministrar dicho material, con una tercera copia de la tarjeta, el cual archivara para tener datos sobre el consumo de insumos.

B. Forma y tamaño del contenedor.

Considerando que en la primera etapa de implementación se encuentra en el área donde el producto final considerado es la capellada, el cual posee una flexibilidad para ser doblado y un tamaño considerable para poder colocar una cantidad de 10 pares por contenedor. Se recurrirá a utilizar contenedores que posee el área, los cuales posee las siguientes características: dimensiones 40x60x40.



Fig. 47 Contenedor plástico.

Reglas de la metodología propuesta

Para garantizar el funcionamiento del sistema en la primera fase de implementación es importante generar material que ayude a recordar a los operadores, es por ese motivo que se considera necesario colocar en un lugar visible carteles con las reglas *Kanban*.

Regla 1: El *Kanban* debe moverse sólo cuando el lote que él describe se haya consumido.

Regla 2: No se permite el retiro de partes sin un *Kanban*.

Regla 3: El número de partes enviadas al proceso subsecuente debe ser exactamente el especificado por el *Kanban*.

Regla 4: Un *Kanban* debe de acompañar siempre a los productos físicos.

Regla 5: El proceso precedente siempre debe producir sus partes en las cantidades retiradas por el proceso subsecuente.

Regla 6: Las partes defectuosas nunca deben ser enviadas al proceso subsecuente.

Regla 7: El *Kanban* debe ser procesado en todos los centros de trabajo de manera estricta en el orden en el que llega a éstos

FASE 3: IMPLEMENTAR *KANBAN* EN AREA RESTANTES.

Una vez implementada la fase piloto en las estaciones de la 1 a la 6 que corresponde el área de corte, Cambrado, destallado y pintado, por ultimo aparado, obviamente que el grupo de trabajo entendió y dominado a la perfección como debe funcionar la herramienta *Kanban*, se procese con seguridad a implementar el *Kanban* en el resto de estaciones de la 7 a la 9, que corresponde el área de aparado y terminados finales.

El equipo líder en *Kanban* desarrollara este proyecto asegurándose que el resto del personal de la línea de producción, que intervendrá en la segunda parte de la implementación, tengan muy en claro los procesos y funcionamientos en claro.

Es importante informarles a los operadores que forman parte de la segunda etapa de implementación, con ciertos días de anticipación que el equipo líder de *Kanban* considere, la fecha exacta de cuándo se va estar trabajando en su área.

Los encargados de llevar a cabo la implementación es el equipo líder en *Kanban*, a más de llevar un nuevo control de ejecución para identificar para evidenciar en estas áreas o estaciones de trabajo ciertos problemas presentados en el momento y brindas soluciones inmediatas a las mismas.

FASE 4: REVISIÓN DEL SISTEMA KANBAN.

Esta es la fase más importante ya que en ella se encontraran inconformidades en el funcionamiento del sistema *Kanban*, siendo para esto importante realizar recomendaciones para el correcto funcionamiento de *Kanban*, dentro de reuniones establecidas por el equipo *Kanban*. Los cuales están encargados de revisar constantemente el sistema.

Para facilitar el trabajo de revisión del sistema, se da la potestad al operador de la estación o tarea que se notifique inmediatamente algún problema observado, dejando dar una posible sugerencia de solución. Por motivo que ellos se encuentra a diario inmiscuidos en las labores de ensamblado de calzado.

7. Beneficios esperados en una correcta implementación

Después de una correcta implementación del sistema *Kanban* y un control riguroso del mismo, se espera recibir beneficios tangibles e intangibles para la empresa PRODUCALZA. Seguidamente se enlista los beneficios después de conseguir una correcta implementación:

- Reducción de los niveles de inventario de material en proceso.
- Reducción de tiempos de búsqueda.
- Reducción de costos de almacenamiento.
- Trabajo en equipo, Círculos de Calidad y “empowerment” del trabajador (Fuerza mental para tomar decisiones sobre el proceso), ya que el sistema es administrado directamente por el personal de la planta.
- Proveer información rápida y precisa para evitar especulaciones sobre la producción.
- Minimizar o desaparecer los desperdicios.
- El personal programa su línea, ya que con solo ver las tarjetas sabe lo que necesita y lo que tiene que producir.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Después de haber visitado la empresa y recolectado toda la información necesaria de la misma, se analizó, determinando que el problema principal es la existencia de mudas dentro del proceso de producción, claramente identificada la muda de transporte por motivos que el traslado de la materia prima necesaria se lo realiza desde el segundo piso de la infraestructura tipo domicilio hasta la planta baja donde se encuentra toda la línea de elaboración de calzado, entre otras, las mismas que alcanzaron una distancia de recorrido actual de 76.8 metros, proponiendo una solución que reduciría la distancia de recorrido en 43.15 metros.
- Gracias al estudio detallado de tiempos que se realizó, se pudo conocer que existen operación con tiempos estándares excesivamente elevados con respecto al resto, como los son las operaciones de corte a mano, aparado y armando a mano, los mismos que generan cuellos de botellas. Siendo posible controlar los cuellos de botellas gracias a la aplicación del método de apoyo entre estaciones.
- Al desarrollar un correcto balanceo de líneas, se logró establecer 9 estaciones de trabajo, las mismas que nivelan su carga de trabajo gracias al apoyo entre operadores que poseen tiempos inactivos a operadores que requieren que tiempo extra para completar con la demanda requerida de 70 pares diarios, obteniendo así una eficiencia del 95.45% y un tiempo ocioso de 2.81 minutos.

- Al establecer un nivelado de la línea con 9 estaciones de trabajo, se calculó el número necesario de operadores necesarios para cumplir con la demanda diaria, arrojando una cantidad de 9 operadores una por cada estación de trabajo, determinando que hoy en día PRODUCALZA está teniendo un excedente de mano de obra, en un número de 6 operadores.
- Basta con implementar un *Kanban* básicos para conseguir mejoras, debido a que se necesita preparar la línea y no necesariamente con grandes cambios.
- En el desarrollo de esta investigación se llegó a determinar que es imposible aplicar un sistema *Kanban* como sistema de jalar la producción, debido a que en la industria del calzado se llega a manejar grandes volúmenes de datos como son; estilo, modelo, color y talla, a su vez que la demanda del producto es volátil, estacional y temporal, por tal motivo para la empresa PRODUCALZA se propuso únicamente un sistema de tablero *Kanban* el mismo que posee características de empujar la producción, con el objetivo de conseguir un control visual de la producción para un reconocimiento ágil de una orden cualquiera dentro del flujo de producción.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los Directivos de PRODUCALZA la asignación de los recursos económicos y materiales necesarios para la correcta implementación del sistema de producción *Kanban*. Incentivar y comprometer a los empleados involucrados tanto en las fases de implementación como en la adopción completa del sistema *Kanban*.
- Se recomienda llevar una minuciosa vigilancia tanto en la etapa de implementación, como de ampliación total y conservación del sistema *Kanban*, para encontrar cada problema y ser solucionados de forma inmediata.

- Tomar interés en conocer y aplicar nuevas estrategias de manufactura flexible, para seguir mejorando paso a paso tanto los procesos productivos como el ambiente laboral.
- Dentro de la línea de fabricación se recomienda adoptar recursos tecnológicos para reducir los tiempos empleados en el armado del calzado, teniendo como beneficio el aumento de la producción diaria o aumentado el número de operadores a 2 para reducir su tiempo de trabajo a la mitad.
- Se recomienda tener en la mayoría de la materia prima y los materiales más importantes cerca de la línea de producción, para reducir las demoras en la fabricación a causa de transportes de material largos.
- Si los directivos deciden en implementar el sistema *Kanban*, se deberá realizar de forma definitiva y no dejar en fases iniciales, ya que se perderían recursos y la posibilidad de realizar mejoras en proceso de producción.
- Será muy determinante el correcto uso de la propuesta planteada, tener un vasto conocimiento del tema *Kanban*, ser minuciosos en su implementación y control, para lograr los objetivos que conlleva en si *Kanban*, eliminar problemas presentes, mejora el estilo de producción, tener un mejor control de la producción e inventario, con una velocidad de procesamiento mayor al actual.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. I. Maldonado y L. Cadavid, «Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean,» *Estudios Gerenciales*, vol. 30, nº 130, pp. 40-47, 2014.
- [2] A. Juan, M. Juan, Salcedo.Andrea y Sossa.Steven, «Aplicacion Lean Manufacturing en la Industria Colombiana,» de *9th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Medellín, 2011.
- [3] C. Fajntich y R. María, «Aplicaciones del Just-In-Time en la Argentina,» *Temas de management*, vol. III, nº 20, pp. 17-18, 2012.
- [4] J. Porras, Propuesta para el mejoramiento del proceso productivo de fragancias a través de técnicas Lean en Disaromas S.A, Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [5] P. Pérez, Definición, Clasificación y Aplicación del Sistema Kanban, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2007.
- [6] J. Zhigue, *Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la técnica de la 5`s para la planta envasadora de GLP GASGUAYAS S.A*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2011.
- [7] D. Bravo, *Diseño de un Plan de Mejoras en una Industria de Plástico aplicando técnicas de Manufactura Esbelta*, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litotal, 2008.
- [8] J. Bautista, A. Buatista y S. Rosas, *Metodología para la implementación de la Manufactura Esbelta en los procesos productivos para la mejora continua*, México: Instituto Politécnico Nacional, 2010.
- [9] L. Niño y M. Bednarek, *Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas*, México: Ide@s CONCYTEG, 2010.

- [10] M. Nataly, *Gestión de procesos en el área de producción de la compañía IPC DUBLAUTO Ecuador Ltda.*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [11] E. Paredes, *Adaptación del modelo Kanban, Kaizen, 5`s en la empresa de caucho Miguel García*, Quito: Universidad Politécnica Salesiana , 2013.
- [12] H. Monge, J. Reyes y J. Rodríguez, *Diseño de un programa de reducción de desperdicios apoyado con Manufactura Esbelta*, San Salvador: Universidad de el Salvador, 2007.
- [13] E. T. Visbal Pérez, «Herramientas tecnológicas aplicables al Kanban para la optimización de los procesos en la empresa,» *Visión General*, nº 1, pp. 82-104, 2016.
- [14] L. N. Muris y G. F. Moacir, «Adaptaciones al sistema de Kanban : revisión, clasificación, análisis y evaluación,» *Gestión y Producción*, vol. 15, nº 1, pp. 173-188, 2008.
- [15] M. Neuman y F. Marquina, «Un buen ajuste en la Argentina, una empresa de calzado pasa de ser centrado en la producción de la eficiencia en la fabricación orientada al mercado,» *Industrial Engineer*, vol. 36, nº 1, pp. 40-46, 2004.
- [16] OIT, «Muestreo del trabajo,» de *Introducción al Estudio del Trabajo*, Ginebra, 1996, pp. 251-320.
- [17] B. W. Niebel y A. Freivalds, «Estudio de tiempos,» de *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*, México, Mc Graw Hill Educación, 2009, pp. 327-345.
- [18] R. B. Chase y J. F. Robert, «Técnicas de medición laboral,» de *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministros*, Mexico, Mc Graw Hill Educación, 2009, pp. 141-144.

- [19] R. García Criollo, «Tiempo tipo o estándar,» de *Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, México, Mc Graw Hill Educacion , p. 240.
- [20] J. C. Hernández y A. Vizán Idoipe, *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación*, Madrid: Fundación EOI, 2013.
- [21] G. Maldonado Villalva, *Herramientas y Técnicas Lean Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad*, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2008.
- [22] R. Schroeder, «Sistemas justo a tiempo,» de *Administración de Operaciones Casos y conceptos contemporáneos*, Iztapalapa, México, McGraw-Hill/Interamericana, 2005, pp. 422-440.
- [23] J. A. Estrada, *Sistema Kanban, como una ventaja competitiva en la micro. pequeña y mediana empresa*, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2006.
- [24] L. J. Krajewski, L. P. Ritzman y M. K. Malhotra, «El sistema kanban,» de *Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor*, México, PEARSON Educación, 2008, pp. 356-357.
- [25] G. Sandoval Montes y L. R. Vidal Portilla, *Implantación del método Kanban en una industria textil*, Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2006.
- [26] R. B. Chase y J. F. Robert, «Cadena de suministro esbeltas y sustentables,» de *ADMINISTRACION DE OPERACIONES Produccion y cadena de suministros*, México, Mc GrawHill Educación, 2009, pp. 430-431.
- [27] M. Rajadell y J. L. Sánchez, *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*, Madrid: Díaz de Santos, 2010.

- [28] D. P. Ballesteros Riveros y P. P. Ballesteros Silva, «Una forma práctica para aplicar el sistema Kanban en la MyPIMES Colombianas,» *Scientia et Technica*, vol. 2, nº 39, p. 203, 2008.
- [29] C. L. Chávez Pino, *Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta Kanban en la línea de ensamble de baldes para la empresa ensambladora de vehículos MARESA*, Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 21 Adquisición de materia prima.


	Macro Proceso:	Elaboración de calzado de dama
	Proceso:	Adquisición de materia prima
	Subproceso:	Pedidos y almacenamiento de materia prima
	Responsable(s):	Contador/Bodeguero
Objetivo:	Adquirir materia de óptima calidad	
Entradas:	Cuero en varios colores, suelas, forros, materiales y accesorios.	
Salidas:	Materia prima para la elaboración del calzado	
Proceso subsecuente:	Área de producción	
Herramientas:	No aplica	
Máquinas:	No aplica	
Nº	Actividad/Tarea	Observación
1	Elaborar el listado de pedido de materia prima e insumos necesarios.	Realizar el pedido con anticipación para evitar retrasos en la producción.
2	Recepción de materia prima	Revisión de cantidades solicitadas de materia prima.
3	Control de calidad de materia prima	Verificar la materia prima que sea de óptima calidad sin defectos.
4	Almacenamiento de materia prima	Se almacena en la bodega correspondiente.
5	Distribución de materia prima al proceso de producción	Entregar la cantidad acorde a la orden de producción

Tabla 22 Flujograma Adquisición de MP

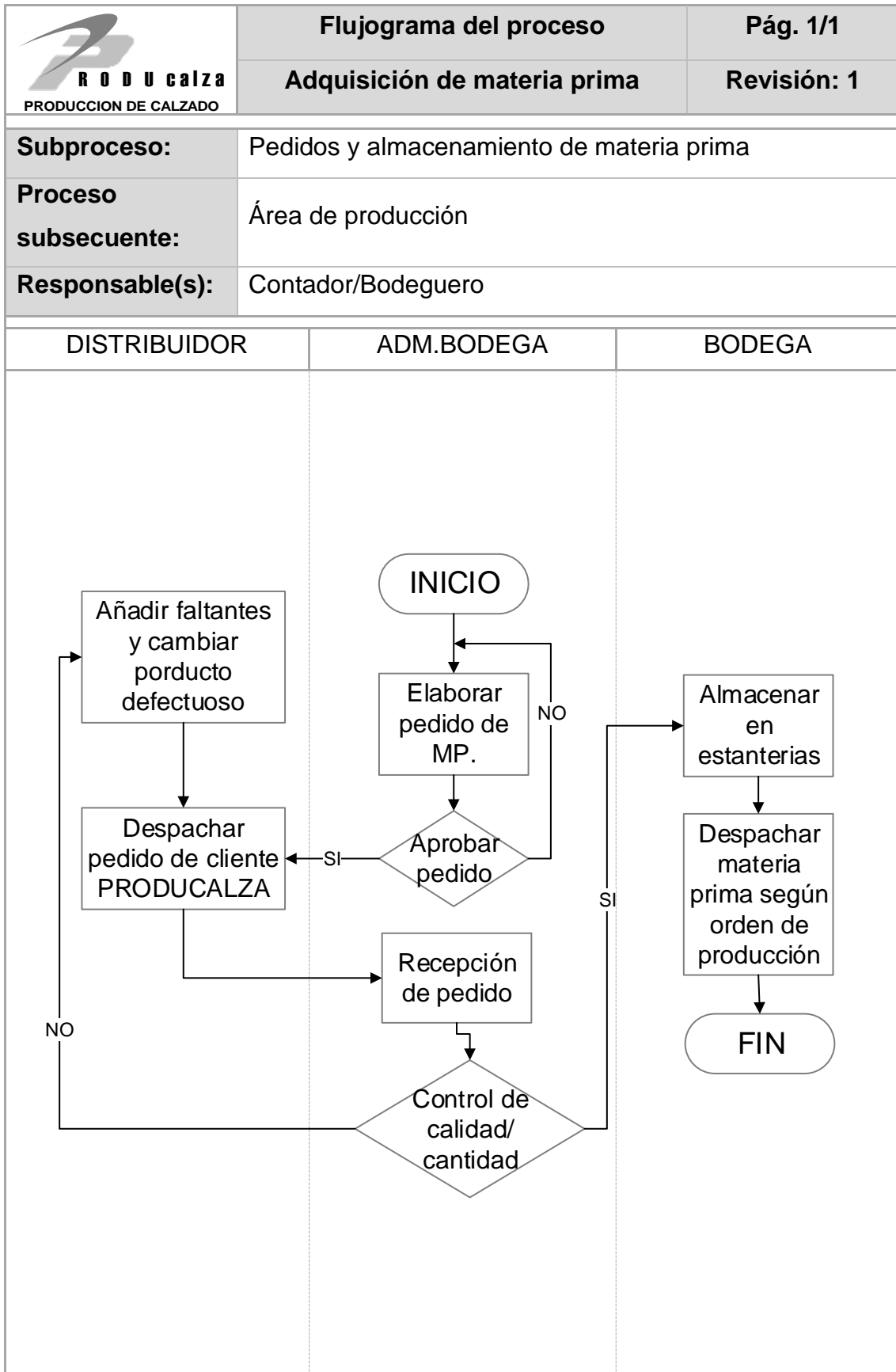


Tabla 23 Cortado y destallado.


	Macro Proceso:	Elaboración de calzado de dama
	Proceso:	Producción de calzado de dama
	Subproceso:	Cortado y destallado
	Responsable(s):	Jefe de Producción
Objetivo:	Cortar las piezas necesarias en cuero de acuerdo el modelo y destallar las especificadas.	
Entradas:	Cuero, forro, esponja	
Salidas:	Piezas que conforman el calzado	
Proceso subsecuente:	Aparado	
Herramientas:	Estilete, moldes metálicos, esponja	
Máquinas:	Cambradora, Destalladora	
Nº	Actividad/Tarea	Observación
1	Cortado y rayado de piezas de cuero.	Se realiza el trabajo manualmente. Se enumera las piezas por tallas.
2	Cortar piezas de forro.	Estas deberán ir agrupadas a las piezas de cuero por tallas.
3	Colocar piezas pareadas en contenedor.	Se adjunta la orden de producción.
4	Cambrado de pieza de cuero (Pala).	Dar forma curva a pieza de cuero que cubre el empeine del pie.
5	Igualar los bordes.	Al cambrar los bordes quedan desiguales y se corte para corregir.
6	Contar y agrupar las piezas acorde a la talla solicitada.	Las piezas deberán ser correctamente marcas según su talla.
7	Destallar piezas de cuero.	Consiste en rebajar el espesor de los contornos de las piezas de cuero.
8	Eliminar excesos generados por el detallado.	Se elimina quemando los excesos.
9	Pintar los bordes de las piezas.	De piezas que hayan sufrido rayones al momento del destalle.

Tabla 24 Flujograma cortado y destallado

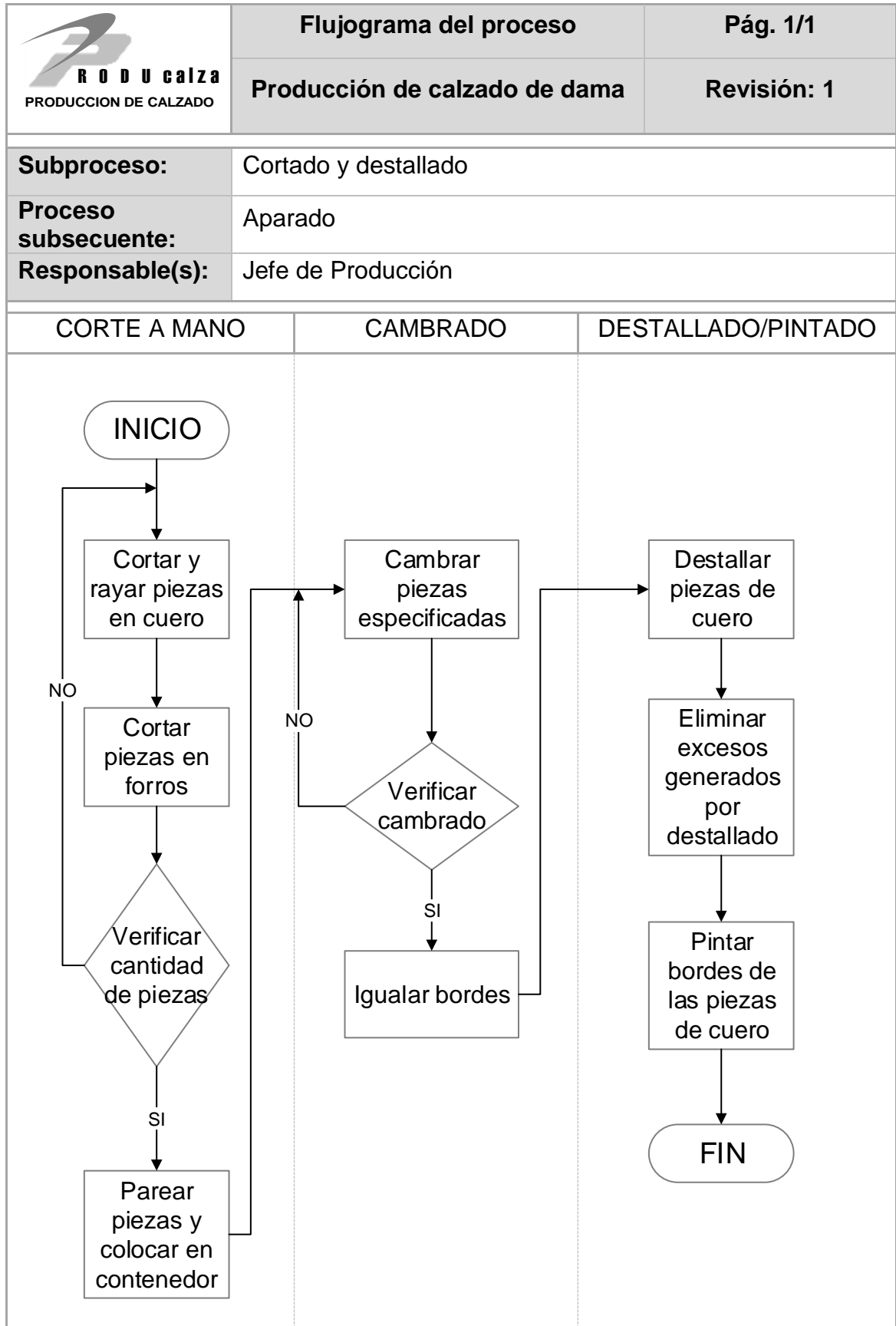


Tabla 25 Aparado.


	Macro Proceso:	Elaboración de calzado de dama
	Proceso:	Producción de calzado de dama
	Subproceso:	Aparado
	Responsable(s):	Jefe de Producción
Objetivo:	Unir mediante costura las piezas que conforman el calzado.	
Entradas:	Piezas que conforman el calzado	
Salidas:	Calzado conformado	
Proceso subsecuente:	Armado	
Herramientas:	Tijeras, martillo,	
Máquinas:	Aparadoras	
Nº	Actividad/Tarea	Observación
1	Unir con costura los forros.	Con esta se facilita la unión entre piezas.
2	Aplicar pega en bordes que serán doblados	Para que queden bien doblados se golpea con martillo.
3	Doblar los bordes.	
4	Aplicar pega a piezas de cuero.	Se une manualmente piezas por piezas para luego ser unidos por costura
5	Unir manualmente las piezas.	
6	Unir mediante costura las piezas de cuero y forros anteriormente unidos.	Aquí son necesarias dos personas, uno realiza el aparado, el otro aplica pegamento para dobles y para unir al forro a piezas unidas de cuero.
7	Revisar piezas armadas.	Se revisa que la costura esta correcta y no haya excesos de hilos.
8	Cortar excesos de forros.	Se realizar con ayuda de tijeras.
9	Colocar accesorios.	Para el modelo en estudio Alen 120.

Tabla 26 Flujograma de Aparado

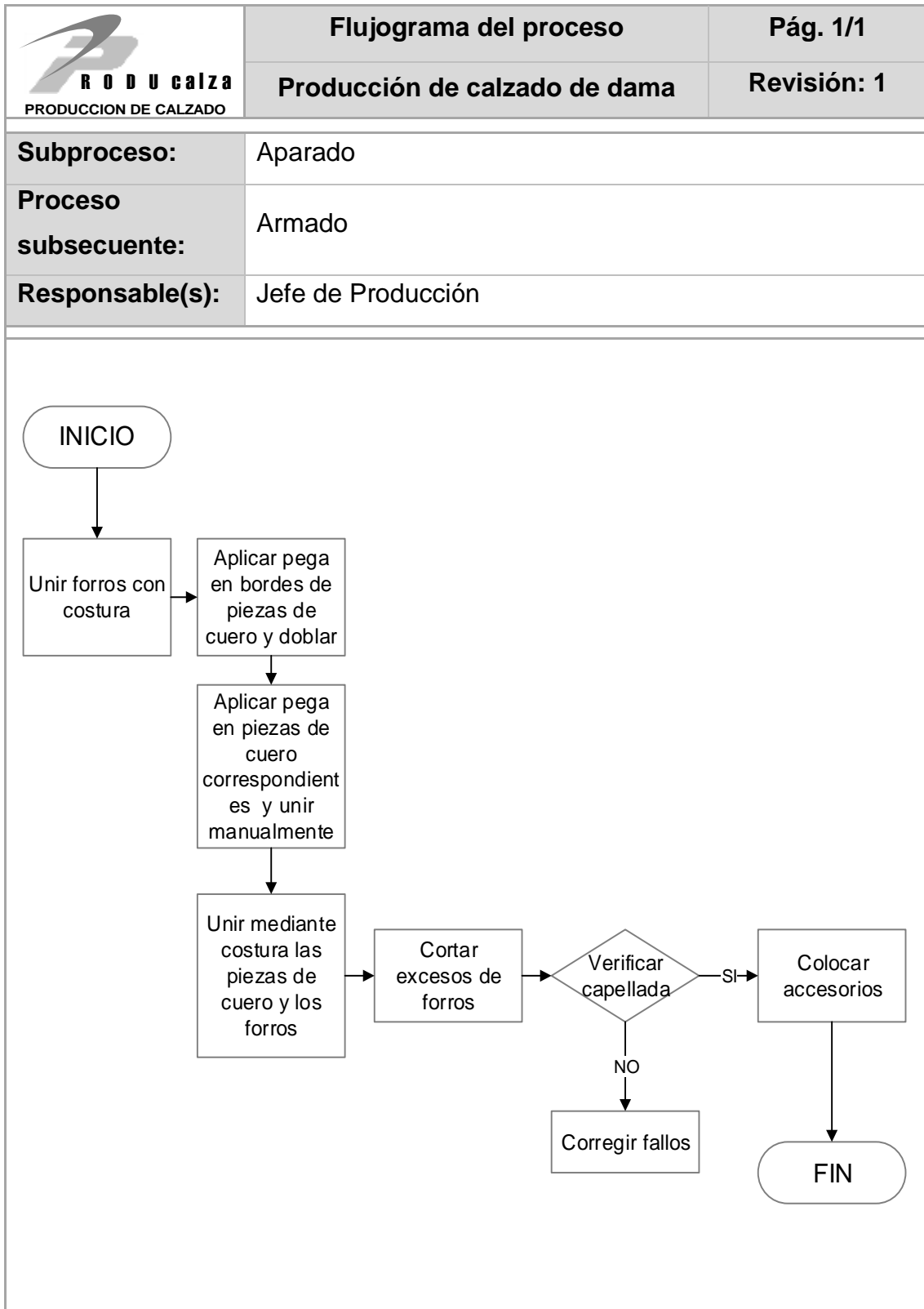


Tabla 27 Armado.


	Macro Proceso:	Elaboración de calzado de dama
	Proceso:	Producción
	Subproceso:	Armado
	Responsable(s):	Jefe de Producción
Objetivo:	Dar forma del calzado según hormas.	
Entradas:	Calzado conformado, horma preparada, suela preparada	
Salidas:	Calzado plantado	
Proceso subsecuente:	Terminado y empaçado	
Herramientas:	Martillo, pinza, brocha, estilete, mechero	
Máquinas:	Esmeril, horno, prensadora,	
Nº	Actividad/Tarea	Observación
1	Preparado de horma.	Según las tallas solicitadas en la orden de producción.
2	Armado de punta, lados y talón.	Esta operación se realiza de forma manual.
3	Rayar la base del calzado armado	Se utiliza lápiz de punta de plata rayando el borde de la suela.
4	Cardar la base del calzado armado.	Evitar que el cardado salga de la marca.
5	Aplicar pegamento en la superficie cardada y colocar un alza para nivelar la base.	Evitar aplicar pegamento fuera del área cardada.
6	Preparado de suelas.	Primero se aplica halogenante rápido y después la pega.
7	Reactivar el pegamento de la suela y el calzado armado en el horno reactivador.	Antes del plantado de la suela necesita ser reactivado el pegamento.
8	Unir la suela con el calzado armado manualmente.	Primero se une manualmente.
9	Acomodar el calzado en prensadora y presar.	La prensa se puede por calzado
10	Revisar al calzado prensado.	Verificar que este correctamente pegado.

Tabla 28 Flujograma de Aparado

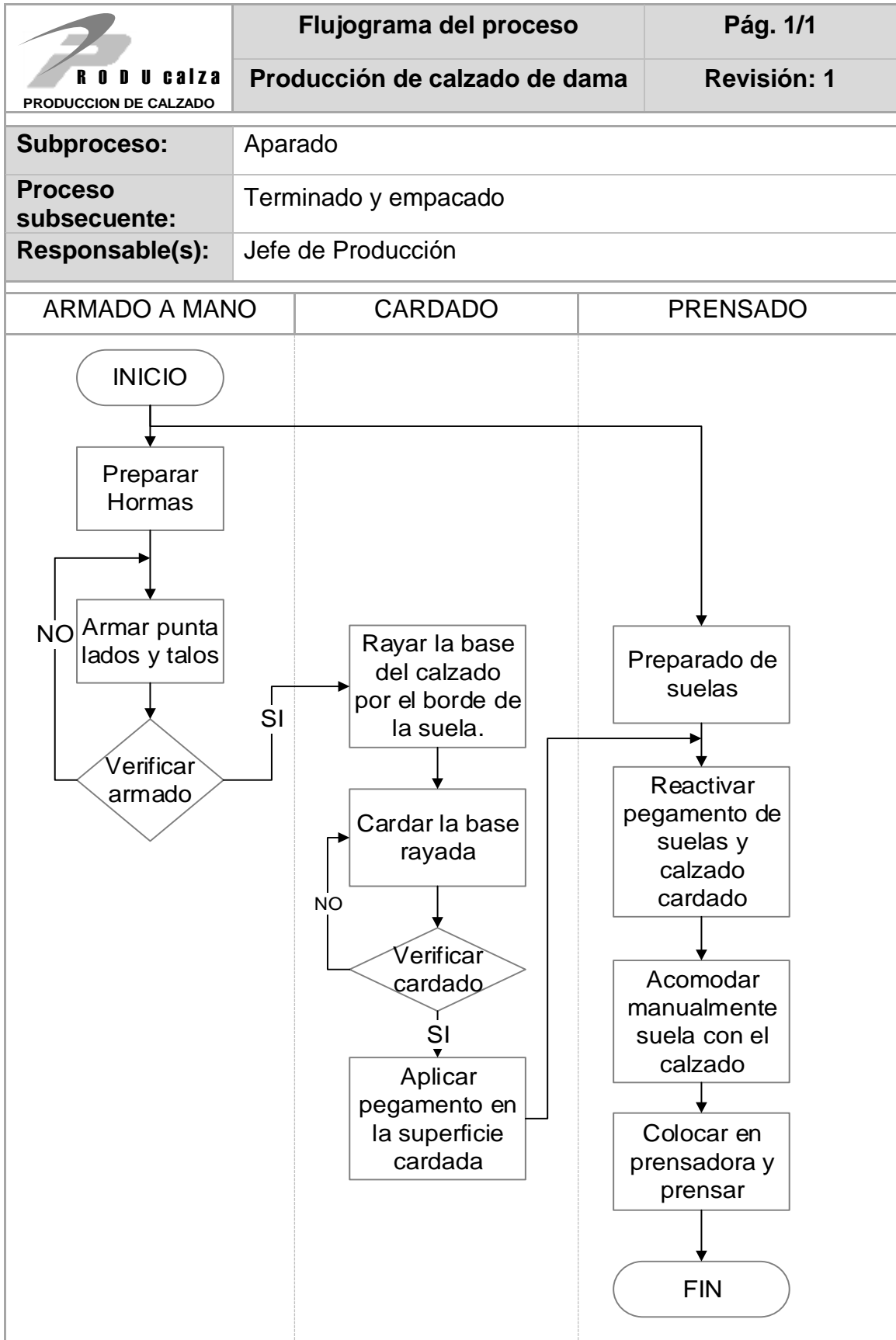


Tabla 29 Arreglado y empackado.


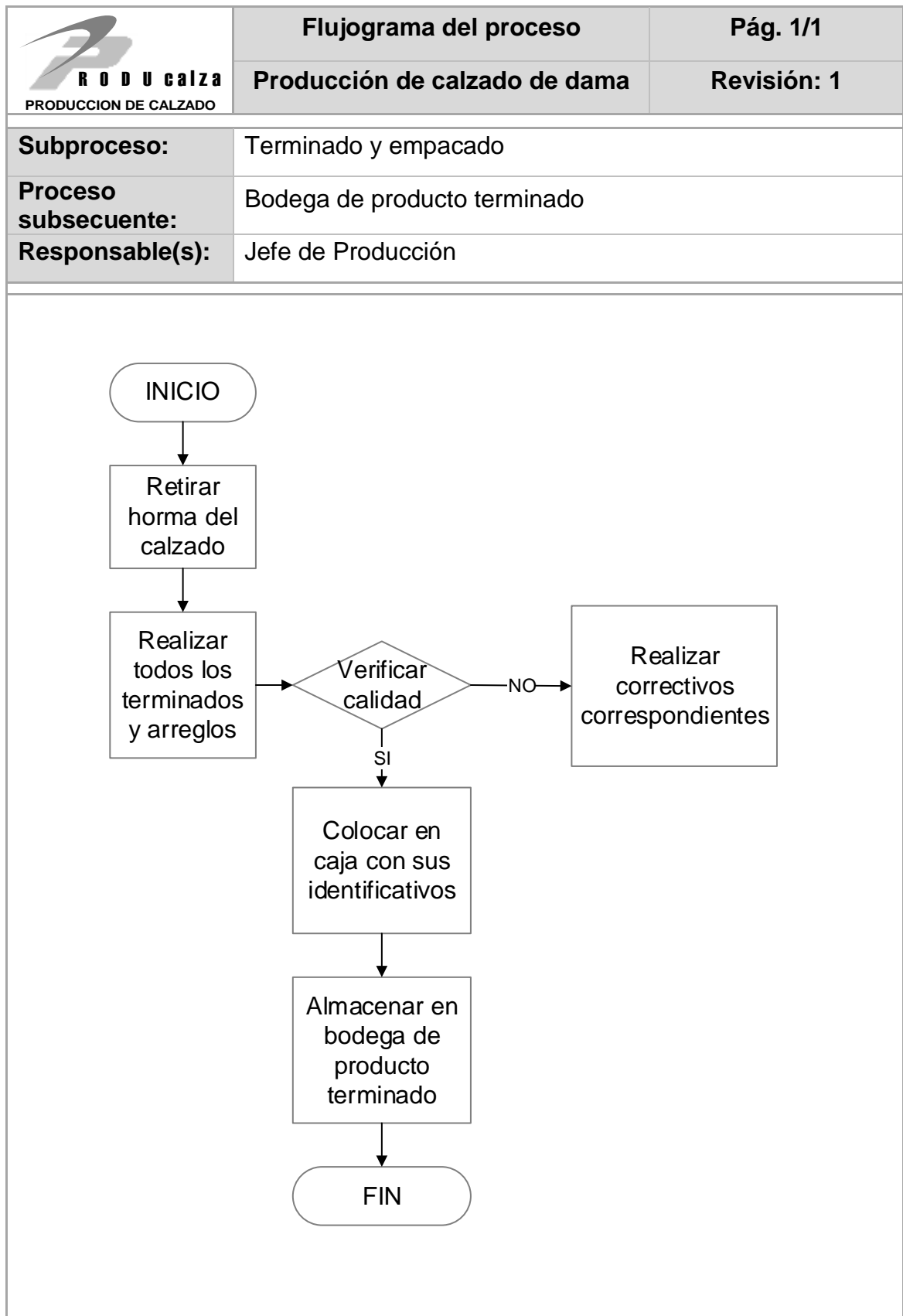
	Macro Proceso:	Elaboración de calzado de dama
	Proceso:	Producción
	Subproceso:	Terminado y empackado
	Responsable(s):	Jefe de Producción
Objetivo:	Obtener un producto sin fallas y de la mejor calidad.	
Entradas:	Calzado semi terminado, plantilla de terminado, caja, etiquetas.	
Salidas:	Calzado terminado	
Proceso subsecuente:	Bodega de producto terminado	
Herramientas:	Mechero, limpiadores	
Máquinas:		
Nº	Actividad/Tarea	Observación
1	Retirar horma del calzado.	El retiro de hormas se realiza manualmente.
2	Realizar arreglos finales.	Estos comprenden de: sacar pegar, limpiar rayados, pintar imperfecciones, quemar hilos, darle brillo, limpiar suelas, quitar arrugas y colocar identificativos.
4	Revisar el calzado terminado.	Aquí se determina la calidad final del calzado.
5	Empacar el par en caja identificativa.	Para evitar daños el par es colocado en la caja con papel tipo seda.
6	Colocar el calzado empaquetado en bodega de producto terminado.	Se colocan de acuerdo a la orden de producción.

Tabla 30 Flujograma de terminado y empackado



ANEXO 2

Numero de ciclos a observar utilizando el criterio de la *General Electric Company*.

Tabla 31 Criterio de la *General Electric*

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Manual de Estudio de tiempos de los trabajos *Erie* de la *General Electric Company*.

ANEXO 3

Sistema de suplementos por descanso como porcentajes de los tiempos normales.

Tabla 32 Valoración porcentual de suplementos

TABLA DE VALORACIÓN DE SUPLEMENTOS			
1. Suplementos constantes		Kata (mili calorías/cm ² /segundo)	
	H	M	
Suplementos por necesidades personales	5	7	16 0
Suplementos por fatiga	4	4	14 0
			12 0
			10 3
2. Suplementos variables			8 10
	H	M	6 21
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	5 31
			4 45
B. Suplemento por postura anormal			3 64
Ligeramente incómoda	0	1	2 100
Incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómodo (acostado, estirado)	7	7	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			F. Concentración intensa H M
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión 0 0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos 2 2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos 5 5
10	3	4	
12.5	4	6	G. Ruido
15	5	8	Continuo 0 0
17.5	7	10	Intermitente y fuerte 2 2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte 5 5
22.5	11	16	Estridente y fuerte
			H. Tensión mental
			Proceso bastante complejo 1 1

25	13	20 _{max}	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
30	17	-	Muy complejo	8	8
33.5	22	-			
D. Mala Iluminación			I. Monotonía		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			I. Tedio		
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Suplemento			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2


Fuente: Estudio del trabajo Segunda Edición.

ANEXO 4

Cálculo de tiempo estándar por operaciones.

Para minimizar el cálculo de suplemento se presenta la tabla de forma global de todas las operaciones.

Tabla 33 Cálculo general de suplementos

	HOJA DE CÁLCULO DE SUPLEMENTOS														
	Operación	OP1-2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	OP12	OP13	OP14	OP15
Suplemento	Sexo Obrero	H	H	H	M	M	M	M	H	H	H	H	H	H	M
SUPLEMENTOS CONSTANTES															
Necesidades personales		5	5	5	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	7
Por fatiga		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES															
A. Trabajar de pie		2	2	-	4	4	-	-	-	-	2	2	-	-	4
B. Postura anormal		2	-	-	-	-	1	-	2	2	-	-	-	-	-
F. Concentración intensa		-	-	2	-	-	2	-	2	2	2	-	2	-	2
G. Ruido		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H. Tensión mental		-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
I. Monotonía		4	1	4	4	4	4	4	1	4	4	1	4	1	4
J. Tedio		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL (%)		17	12	15	19	19	19	15	15	17	17	12	15	10	18

Operación 3: Cambrado de pala

Para la operación de Cambrado de pala se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 34. En la Tabla 35 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente se obtiene el Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 34 Elementos de la operación: Cambrado de pala



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
			Ficha número: 2
Producto: Piezas cambradas			
Materiales: Cortes de cuero			
Operación: Cambrado de pala			
Maquinas: Cambradora			
Herramientas: No aplica			
Asignación	Detalle		
E1	Seleccionar pala, colocar en cambradora y activado de la misma.		
E2	Cambrado de pala.		
E3	Cortar excesos de bordes de la pala, para simetría.		

Tabla 35 Estudio de tiempos: Cambrado de pala

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de corte		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Cambrado de pala		Terminó:		
Maquinas: Cambradora		Comenzó:		
Herramientas: No aplica		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 2		
Producto: Cortes de cuero y forro		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Cuero y forro		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	ΣT	T	V	TB
E1	10.83	0.54	100	0.54
E2	27.69	1.38	100	1.38
E3	4.31	0.22	100	0.22
Tiempo básico del ciclo				2.14
T.A.M (E1+E3)				0.76
T.M(E2)				1.38
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 2.14 + (0.12 * 2.14) = 2.40 \text{ min}$$

Operación 4: Destallado

Para la operación de Destallado se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 36. En la Tabla 37 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente se obtiene el Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 36 Elementos de la operación: Destallado



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Piezas destalladas Materiales: Cortes de cuero Operación: Destallado bordes de piezas de cuero Maquinas: Destalladora Herramientas: No aplica			Ficha número: 3
Asignación		Detalle	
E1		Transportar las piezas de cuero ha destallado.	
E2		Destallado de los cortes o piezas de cuero.	
E3		Colocar las piezas emparejadas en contenedor.	

Tabla 37 Estudio de tiempos: Destallado

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de corte		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Cambrado de pala		Terminó:		
Maquinas: Cambradora		Comenzó:		
Herramientas: No aplica		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 3		
Producto: Piezas destalladas		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Cortes de cuero		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	2.76	0.09	100	0.09
E2	34.83	1.16	100	1.16
E3	3.99	0.13	100	0.13
Tiempo básico del ciclo				1.38
T.A.M (E1+E3)				0.22
T.M (E2)				1.16
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 1.38 + (0.15 * 1.38) = 1.59 \text{ min}$$

Operación 5: Pintar bordes

Para la operación de Pintado de bordes se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 38. En la Tabla 39 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente se obtiene el Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 38 Elementos de la operación: Pintado de bordes



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS
		Ficha número: 4
Producto: Bordes de piezas pintadas Materiales: Cortes de cuero, pintura Operación: Pintar bordes de cortes de cuero Maquinas: No aplica Herramientas: No aplica		
Asignación	Detalle	
E1	Transportar las piezas de cuero ha pintado de bordes.	
E2	Eliminar excesos generados por destalle	
E3	Pintar los bordes de los cortes que no serán doblados.	

Tabla 39 Estudio de tiempos: Pintado de bordes

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de aparato		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Pintar bordes de cortes de cuero		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: No aplica		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 4		
Producto: Bordes de piezas pintadas		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Cortes de cuero, pintura		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	1.39	0.13	100	0.13
E2	15.25	1.52	100	1.52
E3	33.64	3.36	100	3.36
Tiempo básico del ciclo				5.01
T.A.M (E1+E2+E3)				5.01
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 5.01 + (0.19 * 5.01) = 5.96 \text{ min}$$

Operación 6: Aplicar pega y doblar bordes

Para la operación aplicar pega y doblar bordes se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 40. En la Tabla 41 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente se obtiene el Tiempo tipo con la ecuación (2.2).

Tabla 40 Elementos de la operación: Aplicar pega y doblar bordes



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Cortes y complementos pre unidos Materiales: cortes preparados, pega Operación: aplicar pega a cortes y complementos Maquinas: No aplica Herramientas: Brocha, martillo			Ficha número: 5
Asignación	Detalle		
E1	Transportar los cortes preparados a la mesa de aplicado de pega y		
E2	doblado.		
E3	Aplicar pega a los cortes y doblar bordes. Unir manualmente los cortes y complementos.		

Tabla 41 Estudio de tiempos: Aplicar pega y doblar bordes

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de aparado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: aplicar pega a cortes y complementos		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: Brocha, martillo		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 5		
Producto: Cortes y complementos pre unidos		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: cortes preparados, pega		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	1.27	0.08	100	0.08
E2	20.54	1.37	100	1.57
E3	40.31	2.69	100	2.69
Tiempo básico del ciclo				4.14
T.A.M (E1+E2+E3)				4.14
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 4.14 + (0.19 * 4.14) = 4.93 \text{ min}$$

Operación 7: Unir piezas mediante costura

La operación unir piezas mediante costura, se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 42. En la Tabla 43 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 42 Elementos de la operación: Unir piezas mediante costura



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Piezas armadas (capellada) Materiales: Cortes y complementos pre unidos, hilos, aguja. Operación: Unir piezas mediante costura Maquinas: Aparadora Herramientas: Brocha, tijeras			Ficha número: 6
Asignación	Detalle		
E1	Armar cuellos		
E2	Sisar las piezas del talón.		
E3	Coser los laterales		
E4	Pegar capellada con forros y coser.		

Tabla 43 Estudio de tiempos: Unir piezas mediante costura

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de apurado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Unir piezas mediante costura		Terminó:		
Maquinas: Aparadora		Comenzó:		
Herramientas: Brocha, tijeras		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 6		
Producto: Piezas armadas (capellada)		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Cortes y complementos pre unidos, hilos, aguja.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	12.73	1.27	100	1.27
E2	13.87	1.39	100	1.39
E3	20.71	2.07	100	2.07
E4	25.64	2.56	100	2.56
Tiempo básico del ciclo				7.29
T.A.M (E1+E2+E3+E4)				7.29
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 7.29 + (0.19 * 7.29) = 8.68 \text{ min}$$

Operación 8: Cortar excesos de forros y colocar adornos

La operación unir piezas mediante costura, se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 44. En la Tabla 45 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 44 Elementos de operación: Cortar excesos forros y colocar adornos



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Piezas armadas (capellada completa) Materiales: Capellada, hilos, aguja, adornos. Operación: Cortar excesos de forros y colocar adornos Maquinas: Aparadora Herramientas: Tijeras			Ficha número: 7
Asignación	Detalle		
E1	Cortar con tijeras el exceso de forros.		
E2	Colocar con costura adornos		

Tabla 45 Estudio de tiempos: Cortar excesos de forros y colocar adornos

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de apurado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Cortar excesos de forros y colocar adornos		Terminó:		
Maquinas: Aparadora		Comenzó:		
Herramientas: Tijeras		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 7		
Producto: Piezas armadas (capellada completa)		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Capellada, hilos, aguja, adornos.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min) $\sum T$	Tiempo promedio (min) T	Valoración ritmo V	Tiempo Básico (min) TB
E1	3.19	0.16	100	0.16
E2	40.26	2.01	100	2.01
Tiempo básico del ciclo				2.17
T.A.M (E1+E2)				2.17
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 2.17 + (0.15 * 2.17) = 2.50 \text{ min}$$

Operación 9: Preparado de hormas

La operación preparado de hormas, se realizan las siguientes actividades detalladas en la Tabla 46. En la Tabla 47 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 46 Elementos de la operación: Preparado de hormas


		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Horma preparada Materiales: Horma, plantilla de cartón, clavos. Operación: Preparado de hormas Maquinas: No aplica Herramientas: Martillo, estilete			Ficha número: 8
Asignación	Detalle		
E1	Unir plantilla de cartón a la horma mediante clavos		
E2	Refilar los excesos de plantilla a planta de horma.		
E3	Aplicar pega desde el borde hacia dentro de la plantilla.		

Tabla 47 Estudio de tiempos: Preparado de hormas

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de apurado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Cortar excesos de forros y colocar adornos		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: Martillo, estilete		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 8		
Producto: Horma preparada		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Horma, plantilla de cartón, clavos.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	5.37	0.27	100	0.27
E2	27.83	1.39	100	1.39
E3	8.34	0.42	100	0.42
Tiempo básico del ciclo				2.08
T.A.M (E1+E2+E3)				2.08
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 2.08 + (0.15 * 2.08) = 2.39 \text{ min}$$

Operación 10: Armado a mano

La operación armado a mano, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 48. En la Tabla 49 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 48 Elementos de la operación: Armado a mano



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Capellada armada Materiales: Capellada, horma preparada. Operación: Armado a mano Maquinas: No aplica Herramientas: Martillo – pinzas, mechero			Ficha número: 9
Asignación	Detalle		
E1	Colocar capellada en horma armada y asegurar		
E2	Conformar la capellada a horma.		

Tabla 49 Estudio de tiempos: Armado a mano

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de armado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Armado a mano		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: Martillo – pinzas, mechero		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 9		
Producto: Capellada armada		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Capellada, horma preparada.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	20.63	1.57	100	1.57
E2	7.37	7.34	100	7.34
Tiempo básico del ciclo				8.91
T.A.M (E1+E2)				8.91
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 8.91 + (0.17 * 8.91) = 10.42 \text{ min}$$

Operación 11: Rayar, cardar y aplicar pegamento

La operación de rayar, cardar y aplicar pegamento, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 50. En la Tabla 51 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 50 Elementos de la operación: Rayar, cardar y aplicar pegamento



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Capellada cardada Materiales: Capellada armada, pega. Operación: Rayar, cardar y aplicar pegamento Maquinas: Esmeril Herramientas: Lápiz color plata, brocha			Ficha número: 10
Asignación	Detalle		
E1	Colocar la suela provisionalmente en la capellada armada.		
E2	Rayar la capellada por el contorno de la suela		
E3	Cardar del borde rayado hacia adentro de la planta.		
E4	Aplicar pegamento en la zona.		

Tabla 51 Estudio de tiempos: Rayar, cardar y aplicar pegamento

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de armado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Rayar, cardar y aplicar pegamento		Terminó:		
Maquinas: Esmeril		Comenzó:		
Herramientas: Lápiz color plata, brocha		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 10		
Producto: Capellada cardada		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Capellada armada, pega.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	2.42	0.16	100	0.16
E2	5.09	0.34	100	0.34
E3	23.57	1.57	100	1.57
E4	7.31	0.49	100	0.49
Tiempo básico del ciclo				2.56
T.A.M (E1+E2+E3+E4)				2.56
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 2.56 + (0.17 * 2.56) = 2.99 \text{ min}$$

Operación 12: Preparado de suelas

La operación preparada de suelas, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 52. En la Tabla 53 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 52 Elementos de la operación: Preparado de suelas



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
			Ficha número: 11
Producto: Suela preparada			
Materiales: Suela, limpiador, halogenante y pega.			
Operación: Preparado de suelas			
Maquinas: No aplica			
Herramientas: Brocha			
Asignación	Detalle		
E1	Aplicar limpiador a la suela		
E2	Aplicar halogenante a la suela		
E3	Aplicar pegamento a la suela.		

Tabla 53 Estudio de tiempos: Preparado de suelas

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de armado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Preparado de suelas		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: Brocha		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 11		
Producto: Suela preparada		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Suela, limpiador, halogenante y pega.		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	4.72	0.16	100	0.16
E2	5.46	0.18	100	0.18
E3	5.08	0.17	100	0.17
Tiempo básico del ciclo				0.51
T.A.M (E1+E2+E3)				0.51
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 0.51 + (0.12 * 0.51) = 0.57 \text{ min}$$

Operación 13: Reactivado de pega y prensado

La operación reactivado de pega y prensado, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 54. En la Tabla 55 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 54 Elementos de la operación: Reactivado de pega y prensado



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Capellada ensuelada Materiales: Suela preparada, Capellada preparada Operación: Reactivado de pega y prensado Maquinas: Horno, prensadora Herramientas: Martillo			Ficha número: 12
Asignación	Detalle		
E1	Reactivar pega de capellada y suela en horno		
E2	Colocar manualmente la suela a la base de la capellada		
E3	Colocar la capellada y la suela en la prensadora		
E4	Prensar la capellada y la suela unidas		

Tabla 55 Estudio de tiempos: Reactivado de pega y prensado

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de armado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Reactivado de pega y prensado		Terminó:		
Maquinas: Horno, prensadora		Comenzó:		
Herramientas: Martillo		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 12		
Producto: Capellada ensuelada		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Suela preparada, Capellada preparada		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	26.47	1.32	100	1.32
E2	2.57	0.13	100	0.13
E3	1.63	0.08	100	0.08
E4	6.18	0.31	100	0.31
Tiempo básico del ciclo				1.84
T.A.M (E2+E3)				0.21
T.M (E1+E4)				1.63
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = 1.84 + (0.15 * 1.84) = 2.12 \text{ min}$$

Operación 14: Retirar hormas

La operación retirar horma, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 56. En la Tabla 57 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 56 Elementos de la operación: Retirar horma



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
Producto: Calzado semi-terminado Materiales: Capellada prensada Operación: Retirar horma Maquinas: No aplica Herramientas: Pinzas			Ficha número: 13
Asignación	Detalle		
E1	Llevar capellada prensada a la actividad de sacado de horma		
E2	Sacar horma de la capellada		

Tabla 57 Estudio de tiempos: Retirar horma

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS		
Departamento: Área de terminado		Estudio núm: 1		
		Hoja núm: 1/1		
Operación: Retirar horma		Terminó:		
Maquinas: No aplica		Comenzó:		
Herramientas: Pinzas		Tiempo trans:		
		Operario:		
		Ficha número: 13		
Producto: Calzado semi-terminado		Observado por: Carlos Moposita		
Materiales: Capellada prensada		Fecha:		
		Comprobado: Ing. Cesar Rosero		
Elemento	Tiempo Total (min)	Tiempo promedio (min)	Valoración ritmo	Tiempo Básico (min)
	$\sum T$	T	V	TB
E1	2.16	0.07	100	0.07
E2	30.27	1.01	100	1.01
Tiempo básico del ciclo				1.08
T.A.M (E1+E2)				1.08
T.M				0
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina				

$$Te = TB + (\text{Suplementos} * TB)$$

$$Te = 1.08 + (0.10 * 1.08) = 1.19 \text{ min}$$

Operación 15: Arreglos finales y empaçado

La operación retirar horma, se realiza las siguientes actividades detalladas en la Tabla 58. En la Tabla 59 se muestra el cálculo del tiempo básico, seguidamente del Tiempo estándar con la ecuación (2.2).

Tabla 58 Elementos de la operación: Arreglos finales y empaçado



		FICHA EXPLICATIVA DE ELEMENTOS	
		Ficha número: 14	
Producto: Calzado terminado Materiales: Calzado semi terminado, limpiador, identificativos, caja Operación: Arreglos finales y empaçado Maquinas: No aplica Herramientas: Mechero			
Asignación	Detalle		
E1	Retirar manchas y rayones de lápiz plata.		
E2	Eliminar arrugas del cuero, calentando el mismo en mechero		
E3	Colocar plantillas de terminado e identificativos		
E4	Aplicar limpiador a la suela		
E5	Colocar en caja		

Tabla 59 Estudio de tiempos: Arreglos finales y empaçado

		HOJA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS			
Departamento: Área de terminado		Estudio núm: 1 Hoja núm: 1/1			
Operación: Arreglos finales y empaçado Maquinas: No aplica Herramientas: Mechero		Terminó: Comenzó: Tiempo trans: Operario: Ficha número: 14			
Producto: Calzado terminado Materiales: Calzado semi terminado, limpiador, identificativos, caja		Observado por: Carlos Moposita Fecha: Comprobado: Ing. Cesar Rosero			
Elemento	Tiempo Total (min) ΣT	Tiempo promedio (min) T	Valoración ritmo V	Tiempo Básico (min) TB	
E1	5.37	0.54	100	0.54	
E2	10.42	1.04	100	1.04	
E3	20.09	2.01	100	2.01	
E4	11.14	1.11	100	1.11	
E5	3.12	0.31	100	0.31	
Tiempo básico del ciclo				5.01	
T.A.M (E1+E2+E3+E4+E5)				5.01	
T.M				0	
Nota: V= Valoración; TB= Tiempo básico; T.A.M= Tiempo Manual; T.M= Tiempo Máquina					

$$Te=5.01+(0.18*5.01)=5.91 \text{ m}$$

ANEXO 5



Direc: Imbabura s/n e Isidro Viteri
Telf: 03-2851293
Producalza@hotmail.com

Ambato, 19 de Abril del 2016

A QUIEN INTERESE:

El Departamento de **ADMINISTRACION PRODUCALZA – AMBATO**, a petición de la parte interesada.

CERTIFICA

Que el Sr. **MOPOSITA CENTENO CARLOS ALBERTO** con C.I.1600510323 Estudiante egresado de la carrera de Ingeniería Industrial en procesos de Automatización de la **UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**, está autorizada para realizar el proyecto de investigación requerido en nuestra Empresa.

En el cual nos comprometemos a brindar toda la ayuda necesaria para que su proyecto rinda frutos para el bienestar de nuestra empresa y éxitos en el futuro del estudiante.

Atentamente,



Sra. Norma Llamuca
SECRETARIA ADMINISTRATIVA



Sr. Luis Llerena
GERENTE