

**MODELO DE MEJORA EN EL PROCESO DE SOLADURA PARA LA FABRICACIÓN
DE CALZADO**

AUTORES:

CATALINA MARTINEZ CALDERÓN

ALEJANDRA ÁVILA PEREZ

WILLIAM ALEXANDER LOZANO RIAÑO

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES (ECCI)

FACULTAD DE POSGRADOS

**PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA
INTERNACIONAL**

BOGOTÁ

2016

**MODELO DE MEJORA EN EL PROCESO DE SOLDADURA PARA LA FABRICACIÓN
DE CALZADO**

AUTORES:

CATALINA MARTINEZ CALDERÓN

ALEJANDRA ÁVILA PEREZ

WILLIAM ALEXANDER LOZANO RIAÑO

ASESOR DE INVESTIGACION:

MIGUEL ANGEL URIAN

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE POSGRADOS

**PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA
INTERNACIONAL**

BOGOTÁ

2016

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto de vida y meta culminada, queremos agradecerlo,

A Dios, por brindarnos salud y vida para cumplir nuestros propósitos

A nuestros padres por su apoyo incondicional y motivación incansable

A nuestros compañeros de aula, por hacer de cada día un centro de aprendizaje

A nuestros docentes por todo el conocimiento, prácticas y enseñanzas que nos brindaron.

Tabla de contenido

1.	TÍTULO DEL PROYECTO	8
2.	INTRODUCCIÓN	8
3.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
4.	JUSTIFICACIÓN	10
5.	OBJETIVOS	11
5.1	OBJETIVO GENERAL	11
5.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
6.	MARCO REFERENCIAL.....	12
6.1	MARCO TEORICO.....	12
6.2	ESTADO DEL ARTE.....	19
7.	DISEÑO METODOLOGICO.....	39
7.1	Enfoque de la investigación	39
7.2	Método de la investigación	39
7.3	Tipo de la investigación	39
7.4	Fuentes de la investigación	40
7.5	Fases del diseño metodológico.....	41
7.6	Instrumentos	42
7.7	Muestra.....	42
7.8	Delimitación de la población.....	43
8.	RESULTADOS.....	44
8.1	Resultado 1. Caracterizar el proceso de soldadura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las PYMES Bogotanas.	44
8.2	Resultado 2. Identificar las falencias y oportunidades de mejora que se presentan en el proceso de soldadura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las PYMES Bogotanas.	55
8.3	Resultado 3. Realizar el modelo de una maquina mediante el software Solidwords que permita estimar la reducción en los tiempos de operación en el proceso de la soldadura al optimizar la tarea.....	58
9.	CONCLUSIONES	67
10.	BIBLIOGRAFIA	69
11.	RECOMENDACIONES.....	74

Índice de tablas

Tabla 1 Principales países origen de las importaciones del sector calzado, por valor CIF, 2014* - 2015*.....	27
Tabla 2 Principales aduanas de las importaciones del sector de calzado, por valor CIF, 2014* - 2015*	29
Tabla 3 Toma de tiempos actuales de producción en el área de soldadura	52
Tabla 4 Resumen estudio de tiempos actuales de producción en el área de soldadura	53
Tabla 5 Los 7 desperdicios presentes en el proceso de soldadura	56
Tabla 6 Toma de tiempos de producción con la propuesta de mejora en el área de soldadura	59
Tabla 7 Resumen estudio de tiempos de producción con la propuesta de mejora en el área de soldadura.....	60
Tabla 8 Comparativo de tiempos y unidades fabricadas proceso actual versus mejora	63
Tabla 9 Comparativo de costos de fabricación actual versus la mejora	64
Tabla 10 Costo de materiales por unidad para la fabricación de calzado	65

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Maquina para montaje de calzado	15
Ilustración 2 Montaje de calzado – Máquina Dimosa	15
Ilustración 3 Comportamiento de las importaciones del sector de calzado, de julio a diciembre del 2015.....	25
Ilustración 4 Principales países origen de las importaciones del sector de calzado, por participación, de julio a diciembre del 2015	26
Ilustración 5 Principales aduanas de las importaciones del sector de calzado, de julio	28
Ilustración 6 Ranking de países consumidores de calzado en 2014. Datos World Footwear.....	32

Ilustración 7 Ranking de países exportadores de calzado en 2014. Datos World Footwear	33
Ilustración 8 Ranking de países importadores de calzado en 2014. Datos World Footwear.....	33
Ilustración 9 Proceso de fabricación de calzado en las PYMES visitadas	44
Ilustración 10 Taller de fabricación de calzado PYMES.....	46
Ilustración 11 Área de corte.....	47
Ilustración 12 Ubicación de los moldes	47
Ilustración 13 Área de guarnición.....	48
Ilustración 14 Área de soladura	48
Ilustración 15 Proceso manual proceso de soladura	49
Ilustración 16 Clavadora de tacones encargada de clavar el tacón al zapato.....	49
Ilustración 17 Máquina de presión encargada de brindar un pegado superior entre el zapato y la suela	49
Ilustración 18 Ubicación de las hormas	50
Ilustración 19 Area de finalizaje; Máquina pulidora: encargada de eliminar el grosor al material.	50
Ilustración 20 Maquina desvastadora: encargada de eliminar el grosor al material (cuero, plástico, fibra).	51
Ilustración 21 Diagrama causa – efecto proceso de fabricación de calzado.....	55
Ilustración 22, Máquina modelo de mejora en el proceso de la soladura para la fabricación de calzado	61
Ilustración 23, Funcionamiento modelo máquina de mejora aplicada al proceso de soladura en la fabricación de calzado.....	62
Ilustración 24 comparativo de tiempos y unidades fabricadas proceso actual versus mejora	63

1. TÍTULO DEL PROYECTO

Modelo de mejora en el proceso de soldadura para la fabricación de calzado.

2. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de calzado en Bogotá, está basada en una serie de empresas que funcionan bajo la modalidad, de fábricas tipo taller; lo que se deduce en que todos los procesos para obtener el calzado, se realizan manualmente, lo que genera mayores tiempos de producción, mayor número de piezas defectuosas, sobre esfuerzo en los empleados, reprocesos, altos costos por fabricación bajo pedido y baja competitividad en un mercado, con alta demanda de importaciones, a bajos precios.

El proyecto actual, encuentra un cuello de botella en el proceso de la soldadura el cual se basa en jalar manualmente el material hasta que adapte la forma de la horma, pegarlo a la suela del zapato, y retirar la horma. (Proceso crítico en la operación, ya que si no se realiza de manera correcta se puede estropear todo el material, sin que sea reutilizable nuevamente).

Mediante la propuesta del modelo de una máquina, que mejore el proceso de la soldadura, se busca minimizar los tiempos de producción, los tiempos de entrega, los costos por pieza producida, las unidades defectuosas y evitar el sobre esfuerzo de la persona, ya que permitirá realizar la tarea de forma mecánica minimizando la especialización de la tarea; lo que contribuye en Bogotá al desarrollo y competitividad de las industrias de calzado tipo taller.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible, mejorar el proceso de fabricación del calzado, a través del modelo de una máquina que reduzca los tiempos de operación, y la especialización de la tarea, en el proceso de la soladura?

Es importante, mejorar los diseños de producción en la fabricación actual de calzado en Bogotá, debido a los altos índices de fábricas tipo taller existentes en la zona y la alta especialización de la tarea, lo que se reduce en sobrecostos de fabricación, mayores tiempos de producción, y alta probabilidad de fabricar unidades defectuosas.

A través del modelo de una máquina que reduzca los tiempos de elaboración en el proceso de la soladura, se plasma la mejora en la productividad y optimización del proceso de fabricación de calzado. Y con el análisis comparativo entre costos generales y tiempos de fabricación, se evidencian los beneficios de la mecanización de la tarea.

4. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se realiza con el fin de mejorar el proceso de la soldadura en la fabricación de calzado, a través de la propuesta del modelo de una máquina que permita reducir los tiempos y costos de fabricación, la especialización de la tarea, la operación manual, y las unidades defectuosas.

Se busca beneficiar económicamente a las empresas de calzado ubicadas en la ciudad de Bogotá, para que su inversión se ajuste a la demanda actual, de forma que permita que la operación de la soldadura, se realice de manera continua, y de acuerdo al lote de piezas a fabricar.

Con el modelo de una máquina que reduzca los tiempos de fabricación en el proceso de la soldadura, se busca mostrar los beneficios de mecanizar la tarea, al poder comparar los tiempos actuales de producción con la propuesta planteada.

Lograr que a través de la automatización de este proceso, las empresas de calzado tipo taller se nivelen competitivamente contra grandes marcas, obteniendo mayor rentabilidad y mejorando el esquema de seguridad del trabajador en sus actividades.

Actualmente las grandes marcas cuentan con máquinas de última tecnología, especializadas específicamente para realizar el proceso de soldadura; sin embargo debido al limitante económico por parte de las empresas tipo taller; se quiere desarrollar la propuesta de mejora a través del modelo de una máquina, en el que se obtengan los mismos resultados, sin que el proceso sea totalmente automatizado.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la propuesta de mejora que optimice el proceso de la soldadura en la fabricación de calzado de las PYMES Bogotanas.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Caracterizar el proceso de soldadura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las pequeñas y medianas empresas Bogotanas.
2. Identificar las falencias y oportunidades de mejora que se presentan en el proceso de soldadura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las pequeñas y medianas empresas Bogotanas.
3. Realizar el modelo de una maquina mediante el software Solidwords que permita estimar la reducción en los tiempos de operación en el proceso de la soldadura al optimizar la tarea.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO TEORICO

6.1.1 Proceso de fabricación actual en PYMES Colombianas

El proceso para fabricar calzado no ha variado significativamente a lo largo del tiempo, la elaboración se realiza con máquinas mecánicas y se trata de un proceso artesanal con participación muy reducida de maquinaria ya que la elaboración del producto se realiza básicamente a mano con técnicas rudimentarias.

6.1.1.1 Máquinas utilizadas:

- ✓ Máquina Pegadora
- ✓ Máquina Desbastadora
- ✓ Máquina guarnecedora
- ✓ Máquina pulidora
- ✓ Horno

6.1.1.2 Etapas básicas:

- ✓ Corte
- ✓ Guarnición
- ✓ Soladura
- ✓ Terminado
- ✓ Embalaje
- ✓ Almacenamiento

Dentro de estas etapas hay dos áreas que pueden ser tercerizadas, con dos satélites, guarnecedor y solador.

- ✓ **Almacenamiento de materiales:** La elaboración de calzado se inicia con la recepción de los insumos en la fábrica. Se tienen clasificados y ordenados el tipo de material, piel sintética, tintas, lacas, suelas, adhesivos.
- ✓ **Transporte al área de proceso:** Los materiales seleccionados se transportan al área de producción.
- ✓ **Corte de piezas:** Se realiza mediante la moldura de acuerdo con la medida que se requiera para dar forma a la piel sintética, según el modelo diseñado en una actividad que pueda ser externa a la empresa.
- ✓ **Unión de piezas:** Se reúnen las piezas de un lote para su posterior elaboración. Cada zapato lleva de 7 a 12 piezas según el modelo.
- ✓ **Maquinado de corte:** Se requieren varios procesos:
 - **Foliado:** es la impresión en los forros de la clave, número de lote, modelo número de par, tamaño o medida del tenis; para su rápida selección e identificación.
 - **Grabado:** impresión de la marca en la plantilla
 - **Perforado:** en algunos casos se lleva a cabo de acuerdo al diseño
 - **Encasquillar:** antes del montado, se pone el casquillo y contrahorte. El casquillo es lo que le da fuerza y forma a la puntera del zapato para darle mayor consistencia.
- ✓ **Montado:** Se selecciona la horma de acuerdo a la numeración para conformar, fijar la planta a base de clavos y cemento, esto se hace manualmente y se utiliza una máquina

especial para presionar y que quede bien realizado y conformado el zapato. Se montan puntas y talones. Después se realiza el proceso de asentar que consiste en hacer que el corte asiente perfectamente en la horma.

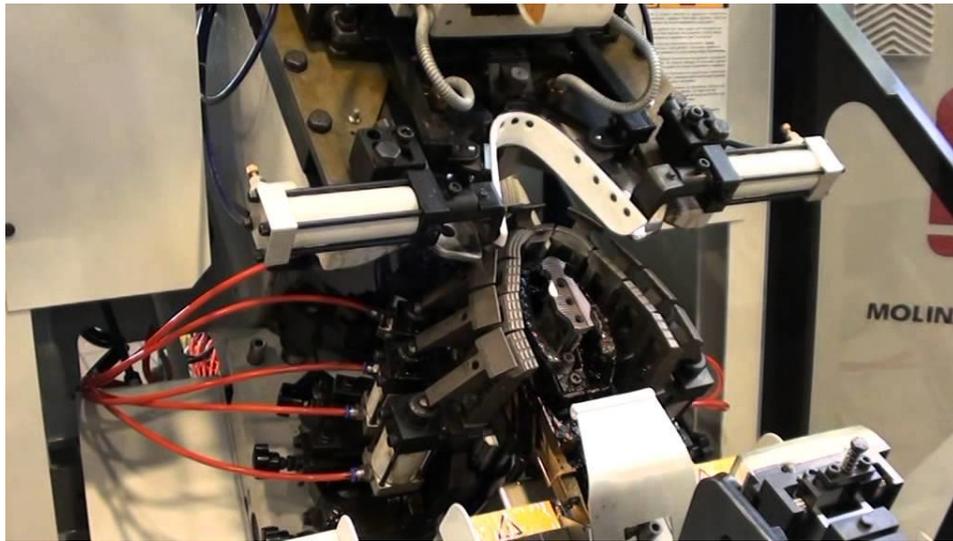
- ✓ **Ensuelado por proceso de pegado tradicional:** Las suelas se compran hechas, primero se marca la suela, después se realiza el cardado, en la parte de la suela que se ha de pegar al corte en una máquina especial se hacen unas hendiduras para que el pegamento se impregne mejor y posteriormente se realiza pegado de suela. Para el pegado de la suela se incrementa la temperatura en una máquina especial que pega a presión a la suela durante 30 segundos, por último se desmonta la horma.
- ✓ **Acabado:** Se pegan las plantillas se pintan los cantos de suelas y forros, se realiza el lavado del corte y forros con jabón especial; se desmancha el zapato de residuos del proceso productivo.
- ✓ **Pigmentado:** Esto se realiza con el objeto de uniformizar el color, el tenis se retoca con laca para darle brillo, lo cual se realiza con cepillos giratorios.
- ✓ **Empaque:** Se imprime el número de modelo número del tenis y se guarda el producto en cajas de cartón.
- ✓ **Almacenamiento del producto terminado:** Una vez empacado se procede a clasificar el producto terminado en anaqueles, por estilo y número.

Para la unión de la suela con el cuerpo del producto existen diferentes procesos como el pegado y cosido. Para el pegado son de mayor uso los adhesivos de poliuretano ya que proporcionan una mayor durabilidad de unión de la suela en el calzado.

6.1.2 El proceso de la soldadura en las grandes empresas

Actualmente las grandes marcas de calzado como Nike, Adidas, Reebok, entre otras, cuentan con maquinaria especializada y automatizada para realizar el proceso de soldadura; a continuación a través de imágenes se refleja la máquina existente para realizar el proceso.

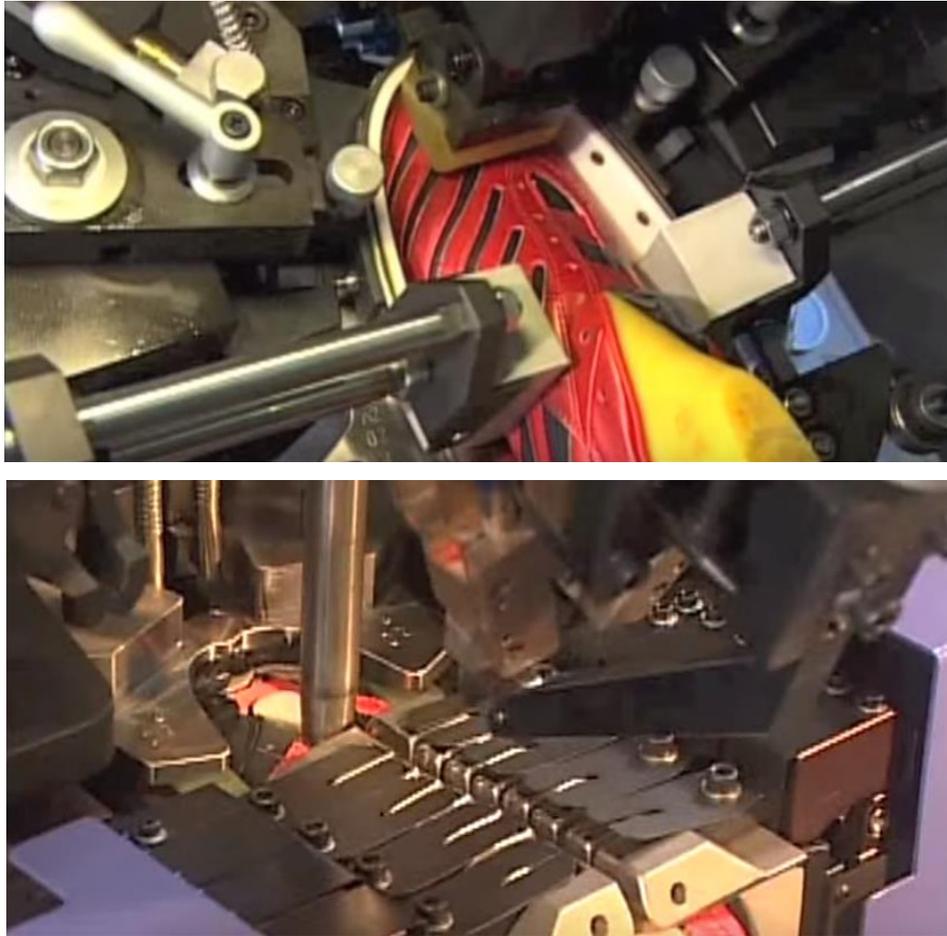
Ilustración 1 Máquina para montaje de calzado



Fuente: YouTube – Dimosa

Ilustración 2 Montaje de calzado – Máquina Dimosa





Fuente: YouTube – Dimosa

6.1.3 Just In Time

Según (Edward, 2003) el concepto Justo a tiempo comenzó poco después de la segunda Guerra Mundial como el sistema de producción Toyota, a partir de 1976, la modalidad JAT se ha difundido por las empresas manufactureras de toda la industria Japonesa. En 1980 algunos individuos de los Estados Unidos se reunieron para revisar como lograban el éxito las principales empresas japonesas, en especial la reconocida marca “Toyota” y encontraron las características principales que buscaba el Justo a tiempo:

- Poner en Evidencia los problemas fundamentales
- Eliminar despilfarros

- Buscar la Simplicidad
- Diseñar sistemas para identificar problemas

De acuerdo a esto, el Just In Time conocido como el “Justo a Tiempo” es una filosofía y práctica herramienta que impacta toda la operación de una empresa o industria, un objetivo principal que conlleva a tener mejores resultados en los costos de la empresa y productividad, esto se da a partir de la reducción de inventarios que lleva a operar eficientemente y con un mínimo de recursos la adecuada operación. Con la aplicación de este modelo se tiene un camino que lleva a tener un alcance de destino de la manera más eficiente y directa; un ejemplo a mostrar de empresas es el Grupo Éxito S.A que plantea valores corporativos como la simplicidad, que lleva a la eficiencia y un mínimo de pérdidas; con este objetivo se lleva a trabajar en el modelo de mejoramiento de la Soldadura en la Fabricación del Calzado logrando una mejor ventaja competitiva como son los costos, Calidad, Servicio, Flexibilidad e Innovación.

Identificando una de las oportunidades que tiene el proceso de soldadura en la fabricación del calzado que aporta un valor agregado a los fabricantes y busca una mejora en la mano de obra, equipos, tiempo, espacio y ergonomía, se crea una máquina la cual estandariza el proceso logrando un trabajo óptimo que conlleva a la producción de mayores unidades y llegando a ser competitivos. Mostrando esta máquina se ataca el problema como la eliminación de desperdicios del proceso de soldadura, mostrando como resultados la estandarización y productividad del proceso.

6.1.4 Diagrama Ishikawa o Causa-efecto

El diagrama Ishikawa, Causa-Efecto o espina de pez es utilizada para organizar y representar las diferentes ideas o propuestas de un problema o caso a mejorar. En esta se ilustra una representación gráfica del conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia o el conjunto de factores y sub factores. De acuerdo a este diagrama se concreta cual es el problema o proceso

cuello de botella, se identifican las causas principales categorizadas en cada problema y se asigna un valor de importancia a cada factor.

Cuando se analiza el proceso de la fabricación de zapatos en las PYMES y se identifica una deficiencia en uno de sus procesos llamado Soladura se clasifica en varios factores analizando los negativos y positivos; esto da como resultado la participación a cada causa-efecto del proceso de soladura encontrando unas múltiples variables que son las que buscan la mejor opción para optimizar los procesos con apoyo de filosofías Lean Manufacturing y Justo a tiempo; con el prototipo de maquina planteado se reduciría costos y perdidas aumentando la calidad (estandarización) del producto. (Patrick, 1989)

6.1.5 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing es una herramienta de origen dentro del sistema de producción de JIT creada en los años 50's por la empresa Toyota. Con la implementación de este sistema en varios países y en sus empresas se ha consolidado como un modelo para mejorar la productividad y llegar a la excelencia en los negocios. Lean es una filosofía que se base en el trabajo de las personas, definiendo la forma en que la empresa llegará a optimizar su sistema de producción identificando y eliminando los desperdicios o mudas encontrados a lo largo del proceso.

De acuerdo a Juan Carlos Hernández en el libro Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación “La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, en un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las persona”.

Las técnicas de este método de producción surgen a principios del siglo XX con los aportes realizados por Taylor y Henry Ford, con los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y en la industria de fabricación de fusiles y

turbinas de barco. Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos.

Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación enfocada. En ambos casos se tratan conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto. (Hernández & Vizán, 2013)

Esto se convirtió en un reto para los japoneses logrando beneficios de productividad sin incurrir en mayores inversiones. Comenzaron a estudiar los métodos de Ford y Taylor dando resultados como la creación del Lean y el análisis Ishikawa. Luego Toyota para sobrevivir aplicó estas nuevas alternativas de la mano de Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro) y Taiicho Ohno considerados los padres del Lean Manufacturing, quienes por varios años observaron la forma como operaban las empresas americanas llegando a la creación del JIT también conocido como TPS y concluyendo que para llegar al éxito solo se necesita producir lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita.

6.2 ESTADO DEL ARTE

El estado del arte se construye a partir de la investigación de tesis, proyectos y artículos de los últimos 6 años relacionados con la implementación de la herramienta Just in Time, Lean Manufacturing y Diagrama espina de pescado aplicados al sector de Calzado a nivel nacional e internacional, se estudia y analiza la situación actual del sector y las mejoras presentadas en el proceso de producción. Se toma un proyecto de la Universidad ECCI la cual hace referencia al

tema de la monografía y del sector calzado, se investigan 2 proyectos más los cuales fueron descartados por no tener suficientes bases para el desarrollo del estado del arte.

6.2.1 REFERENCIAS NACIONALES

6.2.1.1 Lean Manufacturing en las Pymes de Colombia

El lean Manufacturing se crea en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los 50's por Toyota convirtiéndose en una filosofía para las empresas. Adaptando el nombre en inglés y traducido al español como "Producción esbelta" es un conjunto integrado de procedimientos y actividades diseñadas para mejorar la producción en general de una empresa, disminuyen los desperdicios y utilizando inventarios mínimos de materia prima, producto en proceso y producto terminado. (Arrieta, Sossa, Muñoz, & Salcedo, 2011)

En Colombia aunque el método es nuevo, las pymes han adoptado rápidamente esta filosofía para sus plantas de producción logrando grandes resultados y disminución de desperdicios convirtiendo cada falla en una oportunidad de rentabilidad para la empresa. Uno de los sectores donde se adoptó esta filosofía fue en la industria Textil y Confección. Basados en el proyecto "Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas Lean Manufacturing" se encuentra que la herramienta crea mejoras de los procesos de producción buscando siempre beneficios económicos. Mediante la búsqueda e investigación de los antecedentes de este modelo de producción escogido se encuentran varias empresas que han trabajado en Lean y que para la actualidad es un tema de investigación continua en las universidades y entidades educativas, lo que nos da bases para aplicar esta herramienta en el proceso de Soladura en el Calzado en la ciudad de Bogotá. (Cabrea & Vargas, 2011)

6.2.1.2 Lean Manufacturing como filosofía de mejora en el proceso de fabricación de calzado en Colombia

Este proyecto fue basado en la filosofía Lean Manufacturing y en las estrategias que ha usado Japón para trabajar en sus industrias bajo el paradigma de producir más incrementando la productividad y la eficiencia de sus equipos. La mejora continua basada en esta filosofía queda de nuevo demostrada, eliminando los siete desperdicios, ordenando el proceso productivo y aumentando valor agregado a los productos fabricados. A través de este proyecto los autores logran cambiar el panorama que presentaba la empresa enfrentando problemas internos relacionados con la desorganización en el proceso productivo generando un exceso de inventario, productos defectuosos, deficiencia en la distribución de la planta de producción, tiempos de espera, reprocesos, sobreproducción y mayores movimientos para los operarios.

A través de la formulación del problema se cuestiona si la mejora en el proceso de producción se haría con la implementación de esta importante filosofía, pues dentro de todo el desarrollo, marco teórico y en la justificación del trabajo los autores exponen sus ideas donde finalmente el proyecto es viable contribuyendo a las empresas colombianas a ser competitivas en un mercado marcado por las importaciones que se realizan de varios países. Es por esta razón que se hace necesario adoptar una estrategia que genere crecimiento sostenible con una base en la evolución de la filosofía Lean Manufacturing, logrando beneficios en la línea de producción.

Para el proyecto que se quiere llevar a cabo es importante este antecedente donde no solo se implementará la herramienta de Lean si no también se habla de la situación actual del sector calzado en las empresas Colombianas, las cuales es notoria la influencia que tienen por empresas del exterior. Se busca que la población que adquiere el producto colombiano aumente con tal seguridad de que el producto es de calidad y sea competitivo con los que prefieren los colombianos de orígenes exteriores. (Silva, 2013)

6.2.1.3 Mejoramiento del Sistema Productivo de la Empresa de Calzado Aristón Sport JIT

Mediante esta tesis se resalta su objetivo de diseñar e implantar un programa de mejoramiento en el área de producción logrando su productividad, el fin es poderle dar un mejor horizonte a la empresa para poderse extender a nuevos mercados, logrando competitividad y combinación con precio-calidad satisfaciendo a los clientes en el momento que ellos los elijan. En el proyecto se realizó un diagnóstico de cómo se encontraba la empresa y las actividades que intervenían en el proceso productivo, este resultado ayudo a plantear una visión que le permitiera la elaboración e implementación de la propuesta de mejora.

Una de las áreas fundamentales de las empresas manufacturera es precisamente el área productiva, pues de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo referente al producto por sí mismo (sus características y especificaciones), su disponibilidad cuando es solicitado y el cumplimiento de la entrega. (Cely , 2008)

Para lograr los objetivos de mejoramiento del este sistema, realizaron un plan de trabajo que se organizó de la siguiente manera:

- ✓ Gestión del Diseño
- ✓ Estudio de Tiempos
- ✓ Control de Inventarios y Programa de compras
- ✓ Distribución de Planta
- ✓ Control de la Productividad
- ✓ Mejoras Propuestas
- ✓ Análisis y verificación de los logros obtenidos
- ✓ Indicadores de Gestión
- ✓ Resultados obtenidos
- ✓ Balance de los resultados

Como conclusión se logra estandarizar los procesos en cada línea que permitió eliminar los

tiempos establecidos por la empresa y que se encontraron al trabajar debido a que sus operarios realizaban su labor bajo lo que en el proceso y el recorrido de la empresa habían aprendido, a su vez contribuyo el diseño e implementación de herramientas que controla la excedencia operacional de la fábrica.

Otro aspecto importante que se encontró en el desarrollo fue una restricción del sistema productivo, el sector de solado que lo comprende el montaje y pegado por lo que es uno de los procesos que presenta la capacidad productiva más baja de toda la planta con una producción diaria de 114 pares/día. (Cely , 2008)

6.2.1.4 El “Dumping” Amenaza al calzado en Colombia

Según Redacción del País (Febrero 2 de 2016), una amenaza en Colombia que podría obligar a decrecer su producción y ocasionar el cierre se trata del Dumping que consiste en vender el calzado por debajo del precio normal hasta del mismo costo del producto práctica que se ve aplicada en importaciones desde la China.

Según (Flórez, 2016), Presidente de la Asociación Colombiana del Calzado, el Cuero, la marroquinería, Acicam, en el 2015 el 45 % del calzado que se importó alrededor de 17 millones su costo fue por debajo del precio que se estableció por el gobierno. Lo peor, reveló el dirigente, es que unos 10,5 millones de pares (el 27%) fueron facturados con precios por debajo de un dólar, es decir, a \$3000, lo “cual constituye una amenaza grave para los industriales colombianos, pues se trata de una competencia abiertamente desleal”. El ‘dumping’ es una vieja práctica, que está prohibida por la Organización Mundial de Comercio, OMC, ya que la misma busca eliminar las empresas competidoras y apoderarse finalmente del mercado de un país o región con precios ruinosos. (Flórez, 2016)

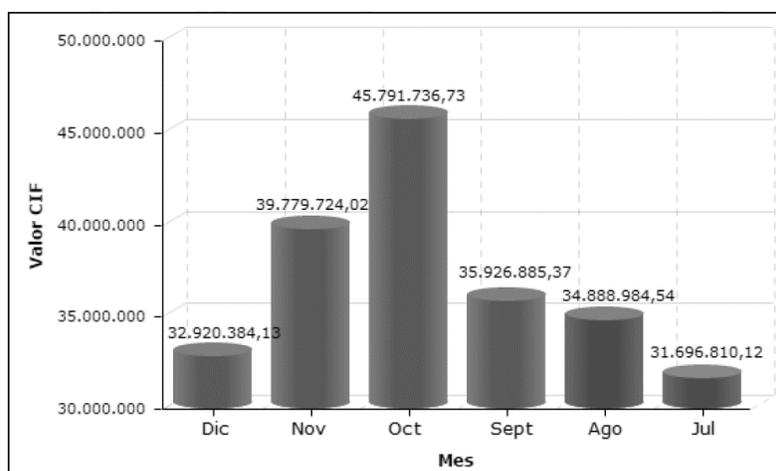
En febrero de 2016 Flórez afirmó que “nos debatimos entre la oportunidad de abrir mercados y ser competitivos con un dólar más caro, pero la entrada de cuero y zapatos baratos sigue desangrando al sector”, agregó, cuando esta industria genera más de 100.000 empleos directos y otros 50.000 indirectos en el país”. A pesar de la amenaza del Dumping la industria del Calzado

tiene una proyección de ampliar sus importaciones en el corrido del 2016 debido a que en el 2015 alrededor de 80 empresas entraron con el éxito en los mercados externos. Según el directivo, la buena noticia es que el aumento en los costos por devaluación del peso frente al dólar, no es significativo en la industria del calzado. Se añade la pronta expedición del nuevo Estatuto Aduanero, que “facilitará la vida para exportar”.

6.2.1.5 Inteligencia de Mercados - Informe Calzado en Colombia

De acuerdo con el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com, en el segundo semestre del 2015 las importaciones colombianas del sector de calzado fueron de USD221 millones y presentaron un decrecimiento del 24,7%, en relación con el mismo periodo del 2014, cuando totalizaron US293, 3 millones. Según información suministrada por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) el mes que registró menores importaciones de calzado fue julio del 2015 con USD 31,6 millones y el que mayores compras externas presentó fue octubre del 2015 con USD 45,7 millones. La siguiente gráfica muestra el comportamiento de las importaciones desde el mes que registró menor valor al mes que registró mayor valor. (Legiscomex.com, 2016)

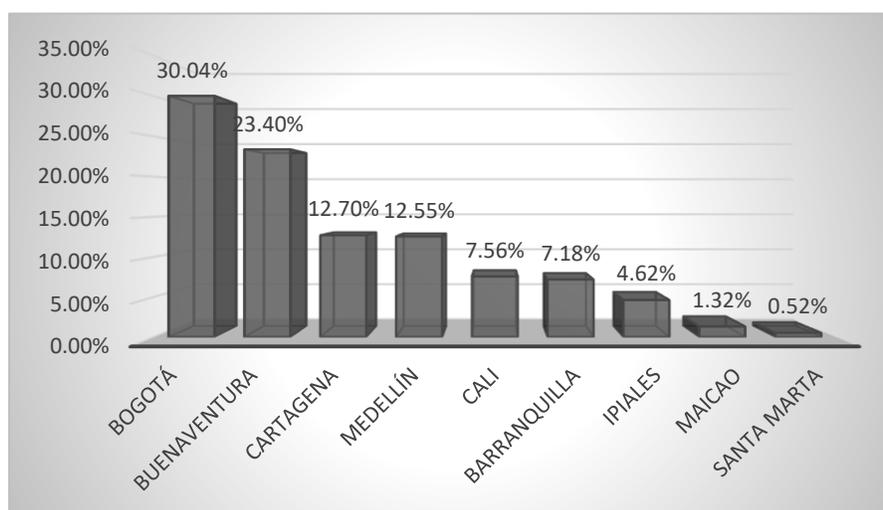
Ilustración 3 Comportamiento de las importaciones del sector de calzado, de julio a diciembre del 2015



Fuente: Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com

Entre julio y diciembre del 2015, de los diez principales países origen de las importaciones del sector, China fue la nación que más productos le vendió a Colombia, al representar el 48,46% de las compras. Le siguieron Vietnam, con 21,71%; Brasil, con 10,89%; Indonesia, con 5,56% y Ecuador, con 4,95%. (Legiscomex.com, 2016)

Ilustración 4 Principales países origen de las importaciones del sector de calzado, por participación, de julio a diciembre del 2015



Fuente: Autores tomado de Legiscomex.com

Para el mismo periodo, China fue el principal proveedor de las compras externas del sector de calzado de Colombia, por valor CIF, con USD101, 2 millones y presentó un decrecimiento del 28,9%, respecto al mismo periodo del 2014. Le siguieron Vietnam, con USD54, 3 millones; Brasil, con USD22, 7 millones; Indonesia, con USD11, 6 millones y Ecuador, con USD10, 3 millones, según muestra el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial. (Legiscomex.com, 2016)

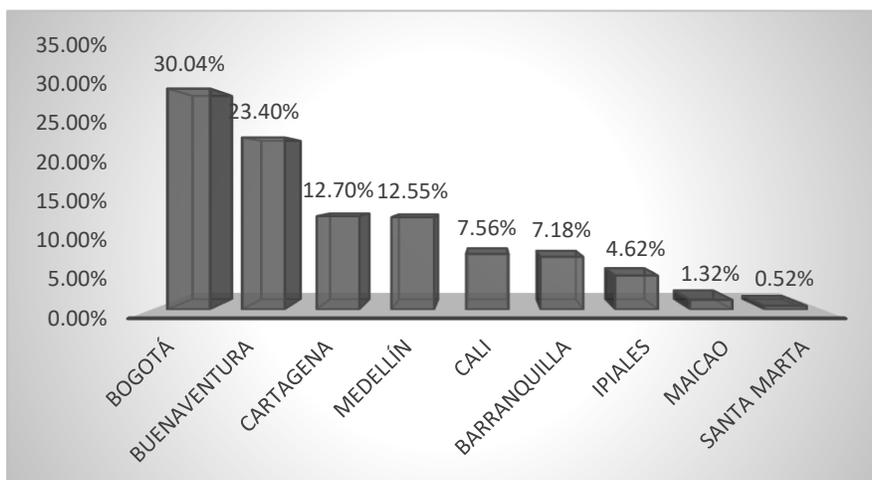
Tabla 1 Principales países origen de las importaciones del sector calzado, por valor CIF, 2014* - 2015*

País Origen	Valor USD (FOB)		Variación (%)
	2015*	2014*	
China	101.204.262	142.255.103	-28,9
Vietnam	45.332.594	54.465.274	-16,8
Brasil	22.735.178	29.801.029	-23,7
Indonesia	11.610.968	13.655.530	-15,0
Ecuador	10.340.638	16.555.739	-37,5
México	7.666.483	12.498.135	-38,7
Italia	3.837.130	3.078.489	24,6
Tailandia	3.331.879	3.230.381	3,1
Perú	2.777.342	3.743.324	-25,8
Portugal	2.730.648	2.506.139	9,0
España	2.337.042	2.824.717	-17,3
India	2.082.880	2.085.887	-0,1
Camboya	1.206.962	1.334.996	-9,6
Estados Unidos	814.373	932.434	-12,7
Bangladesh	440.434	547.863	-19,6
Zona Franca de Barranquilla	366.241	700.817	-47,7
Rumania	350.093	682.815	-48,7
Hong Kong	344.692	486.263	-29,1
Panamá	277.540	82.306	237,2
República Dominicana	140.309	105.367	33,2
Subtotal	211.567.122	281.789.141	-24,9
Otros	9.437.403	11.573.126	-18,5
Total	221.004.525	293.362.268	-24,7

Cifras Julio a Diciembre de 2015*

Fuente: Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com con información del DANE

Entre julio y diciembre del 2015, de las diez principales aduanas de las importaciones del sector, Bogotá fue la que más registró actividad, al representar el 30,04% de las compras. Le siguió Buenaventura, con 23,40%; Cartagena, con 12,70%; Medellín, con 12,55% y Cali, con 7,18%.

Ilustración 5 Principales aduanas de las importaciones del sector de calzado, de julio

Fuente: Autores tomado de Legiscomex.com

Para el mismo periodo, la principal aduana según valor CIF fue Bogotá, al registrar importaciones por USD66, 3 millones. Le siguieron Buenaventura, con USD51, 6 millones; Cartagena, con USD28 millones; Medellín, con USD27, 7 millones y Cali, con USD16, 6 millones, según muestra el nuevo Sistema de Inteligencia Comercial.

Tabla 2 Principales aduanas de las importaciones del sector de calzado, por valor CIF, 2014* - 2015*

Aduana	Valor USD (CIF)		Variación (%)
	2015*	2014*	
Bogotá	66.333.950	86.345.736	-23,2
Buenaventura	51.668.965	71.637.624	-27,9
Cartagena	28.053.494	32.607.957	-14,0
Medellin	27.717.164	39.674.059	-30,1
Cali	16.690.330	17.702.195	-5,7
Barranquilla	15.856.990	22.329.736	-29,0
Ipiales	10.208.973	15.410.556	-33,8
Maicao	2.908.028	7.482.908	-61,1
Santa Marta	1.374.969	15.168	8.964,8
Cúcuta	190.999	155.307	23,0
Armenia	404	461	-12,5
Pereira	261	559	-53,4
Subtotal	221.004.525	293.362.268	-24,7
Otros	0	0	0,0
Total	221.004.525	293.362.268	-24,7

***Cifras de julio a diciembre del 2015**

Fuente: Sistema de Inteligencia Comercial de Legiscomex.com

6.2.2 FUENTES INTERNACIONALES

6.2.2.1 Optimización del Proceso Productivo de la Industria de Calzado-INDEZA-

Encontramos que de acuerdo a la investigación de esta tesis en una industria de Calzado deben de revisar sus procedimientos productivos para poder ser competitiva y sostenible en el tiempo. Todo esto trabaja en entregar el producto Justo a Tiempo organizando muy bien su proceso operativo y lograr una excelente operación , INDESA abre sus puertas para realizar una evaluación de todos los procesos que realiza su industria permitiendo brindar la atención técnica y soluciones profesionales a problemas que tiene actualmente la empresa.

Después de revisar las Generalidades de la empresa como descripción, Ubicación, RACI, productos que elaboran y su estructura organizacional se realiza un análisis de la situación actual del departamento de producción, de acuerdo a esto se revisa toda su organización, proceso productivo, métodos de trabajo, Layout de la Planta, Seguridad Industrial y mantenimiento.

Frente a la aplicación del modelo de Gestión Justo a tiempo, vemos que se resalta que el objetivo principal es la optimización del proceso productivo e ideas para la eliminación sistemática de los desperdicios, lo que se quiere demostrar con esta herramienta de gestión es evitar perder el tiempo en paradas programadas y fallas a equipos buscando una solución óptima.

Un Aspecto que se ilustra por parte del autor, es que es indispensable hacer notar la importancia que tiene la relación entre el estudio del trabajo y la seguridad e higiene industrial, por lo que hay que tener presente que la productividad no solo se refiere a la mano de obra, sino que consistente en sacar el máximo provecho de todos los recursos disponibles, XVI incluyendo los materiales y maquinaria en general, partiendo de crear condiciones de trabajo que permitan a los trabajadores ejecutar sus tareas en un ambiente adecuado. (Paredes, 2010)

6.2.2.2 La oportunidad que ve Brasil en el sector del Cuero y Calzado del mercado Colombiano

Brasil es uno de Países más destacados en el sector entre los Países de América Latina donde participo en la feria con tres de las asociaciones más grades en la cadena productiva del cuero y el calzado. Dinero realizo una entrevista a las asociaciones Abrameq, Assintecal y Abicalzados analizando el objetivo para entender cuáles son sus desafíos, sus opiniones y expectativa del mercado Colombiano. Dentro de las asociaciones se encuentra Abrameq, (Asociación Brasileira de Industrias de Máquinas y Equipamientos para los Sectores de Cuero, Calzado y Afines), la cual lleva asistiendo 10 años a la feria. “Colombia es un país muy importante para Brasil en el sector ya que se percibe una oportunidad muy grande en cuanto al desarrollo y crecimiento de la industria para el país”, además “la industria del calzado permite un desarrollo muy fuerte en tecnología”. (Arruda, 2016)

Otro aspecto a tener en cuenta, es que Assintecal tuvo un crecimiento del 2,6 % en las exportaciones dentro de la industria del cuero y el calzado de Brasil en diciembre del año pasado lo que les significó un valor importante de US \$ 78,5 millones. Uno de los Países importador de calzado de Brasil es Estados Unidos, por otro lado, aparte de los mercados claves de Suramérica Brasil está interesado en entrar en países como China, Rusia, Alemania y los Emiratos Árabes.

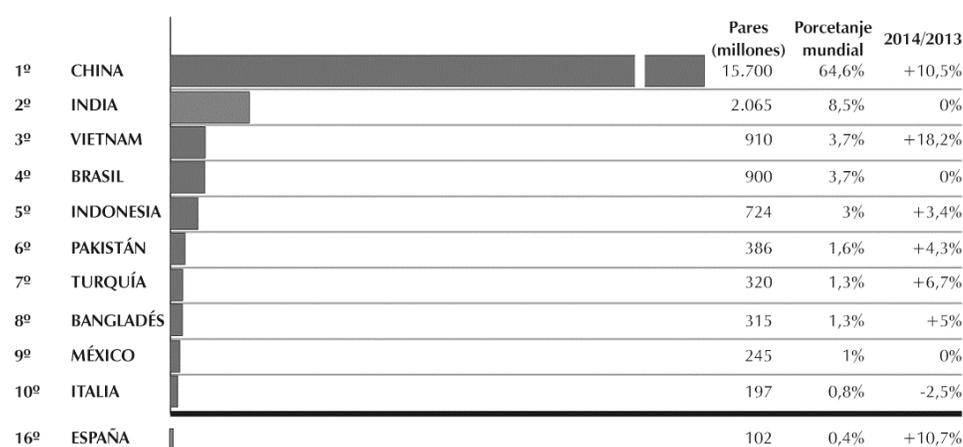
6.2.2.3 Sistemas de Mejoramiento y teorías en la Industria del Calzado en Vietnam-China

Vietnam entro en las fases de negociación con Estados Unidos con el acuerdo Asociación Transpacífico y empezó igualmente con el tratado del libre comercio con la Unión Europea. Con este acuerdo Vietnam se beneficiara con impuestos, mejorando la eficiencia de producción y competitividad del sector donde puede acceder a mejor tecnología. Una opinión que da el director de Sociedad de Calzado Minh Dieu es; “Espero que el Gobierno tome políticas más favorables para que las compañías sectoriales desarrollen sus propios recursos de materiales destinados a la producción, con lo cual aumentarán su competitividad y contribuirán en el crecimiento del país.” (Thuy, 2014)

De acuerdo a esto y en búsqueda de soluciones que dejen de lado los obstáculos que ha tenido Vietnam en el sector, se centra en modelos como el Just In Time para entrar y concentrar sus proyectos a la reestructuración, las fuentes intelectuales y las ventajas disponibles para desarrollar el sector acorde a las condiciones nacionales. Tran Thanh Quang, miembro de la Asociación del Cuero y Calzado de Vietnam, dio a conocer: “Actualmente muchos empresarios foráneos están buscando socios vietnamitas en lugar de los chinos para producir calzado, gracias al mejoramiento de la calidad de sus mercancías, y el aumento de la capacidad de ingreso en los mercados, a pesar de la elevación de los costos laborales.” (Thuy, 2014)

China es uno de los países que más consume, exporta y es el país más productor de calzado por excelencia fabricando el 90 % de todo el mundo, fue el de mayor consumo seguido de Estados Unidos liderando las ventas en el mundo, todo esto obedece a la búsqueda constante de un crecimiento basados en la producción Industrial donde se ven filosofías organizacionales como Lean Management y Scorecard, planes estratégicos y estructuras organizacionales. (Ordoñez, 2014)

Ilustración 6 Ranking de países consumidores de calzado en 2014. Datos World Footwear.



Fuente: Revista del calzado, anuario del sector mundial del calzado 2014

Ilustración 7 Ranking de países exportadores de calzado en 2014. Datos World Footwear

			Pares (millones)	Porcentaje mundial	2014/2013
1º	CHINA		3.646	18,8%	-0,9%
2º	EE. UU.		2.295	11,8%	+0,4%
3º	INDIA		2.048	10,5%	-8,4%
4º	BRASIL		807	4,2%	-1,1%
5º	JAPÓN		607	3,1%	-9,9%
6º	INDONESIA		548	2,8%	+1,5%
7º	REINO UNIDO		523	2,7%	+1,7%
8º	FED. RUSA		435	2,2%	+0,2%
9º	ALEMANIA		434	2,2%	+6,6%
10º	FRANCIA		411	2,1%	+2,2%
17º	ESPAÑA		257	1,3%	-7,9%

Fuente: Revista del calzado, anuario del sector mundial del calzado 2014

Ilustración 8 Ranking de países importadores de calzado en 2014. Datos World Footwear.

			Pares (millones)	Porcentaje mundial	2013/2012
1º	CHINA		12.125	74,1%	+14,6%
2º	VIETNAM		758	4,6%	+16,6%
3º	HONG KONG		241	1,5%	+9,5%
4º	ALEMANIA		228	1,4%	+22%
5º	INDONESIA		228	1,4%	+28%
6º	BÉLGICA		227	1,4%	+15,8%
7º	ITALIA		219	1,3%	-0,5%
8º	INDIA		200	1,2%	+15,6%
9º	TURQUÍA		176	1,1%	+6%
10º	PAÍSES BAJOS		165	1%	+5,8%
12º	ESPAÑA		161	1%	+15%

Fuente: Revista del calzado, anuario del sector mundial del calzado 2014

6.2.2.4 Hacia la competitividad de la industria del calzado con el método “Lean”

En mayo de 2016, la Federación de Industrias del Calzado Español (FICE) con algunos aliados dio inicio al proyecto Lean Manufacturing y Six Sigma dirigido a las Pymes del sector calzado en España. El principal objetivo es beneficiar con este método a las empresas del sector, y a

través de la necesidad formar competencias para el desarrollo de este proyecto. A través de este programa se pretende orientar a los interesados del sector a conocer el modelo productivo que actualmente usan las industrias competitivas, a través de la excelencia de los procesos y siempre teniendo presente que el mayor recurso en una organización es la gente que trabaja para ella; son la clave para lograr que un proceso sea productivo.

Con este modelo lo que se busca es que las Pymes entiendan en que consiste la filosofía y puedan implementar el uso de esta herramienta para la construcción de un nuevo método de trabajo donde involucren a todo su equipo de trabajo, su maquinaria y estandaricen sus procesos cumpliendo con los objetivos para lograr un mejor rendimiento en la solución de problemas actuales y teniendo en cuenta las mejoras que se observen durante la implementación del proyecto. Al aplicar esta idea de crecimiento empresarial no solo se trabajará en el sector calzado si no también se pretende hacer ver que todas las empresas pueden llegar a esta metodología de trabajo.

Las empresas que participen pasarán por un proceso donde habrá un entrenamiento de los conceptos y las bases más importantes de Lean y así poder llegar al éxito. (Escuela de Organización Industrial , 2016) Concluyendo se identifica que con este tipo de proyectos realizados en el exterior, las empresas Colombianas tienen la posibilidad de ingresar a mercados donde está aumentando la inversión en el sector Calzado. Tiene afinidad con la idea del proyecto y da una base más para el desarrollo de la herramienta Lean Manufacturing en las Pymes de Bogotá.

6.2.2.5 Propuesta de mejoras en Producción, en una empresa manufacturera usando Herramientas de Lean Manufacturing.

En esta tesis se sustenta la idea de un grupo de personas que planteo la mejora en el área de producción de una micro empresa manufacturera de Calzado en México, con la implementación

de la herramienta Lean Manufacturing volviéndose un reto ya que la empresa se encuentra limitada, sin embargo se pretendió demostrar que este método se podría usar en cualquiera empresa similar haciendo adaptaciones y logrando beneficios económicos y productivos. Durante el desarrollo teórico de esta tesis se expone el recorrido del Lean Manufacturing desde inicios en la empresa Toyota donde el método fue creado sin apoyo de los gerentes por falta de credibilidad en los resultados, luego se revisa el panorama histórico en México país donde se desarrolla la tesis para terminar en la definición de puntos claves que se tienen en cuenta en la población como la resistencia al cambio, los bajos niveles educativos, sistema de comunicación limitados, restricciones tecnológicas y desconocimiento del concepto de Lean.

A pesar de estos limitantes el proyecto se desarrolló trabajando con soluciones alternas para estos puntos en contra, es una referencia importante para el desarrollo del proyecto en las Pymes Bogotanas ya que se expone perfectamente que uno de los factores con mayor cambio es el de la asimilación, por factores culturales los cambios de rutina y de formas de trabajar crean molestias en un equipo de trabajo. Aquí viene lo importante de concentrar los métodos desde el principio en los directos involucrados en el proyecto para que progresivamente tomen las estrategias y los métodos a usar de una manera fácil sin tener reacción al cambio. De este proyecto se puede resaltar los desperdicios comunes en los que incurre una empresa del sector, llevando a dar soluciones con la herramienta Lean a eliminar estos factores que disminuyen la rentabilidad de un negocio. (Quiroga, Valdez, & Guerrero, 2015)

Tabla 3 Descripción de los síntomas frecuentes de las empresas

Tipo de desperdicio	Síntoma	Forma de eliminarlo
Sobreproducción	Producción en lotes	SMED
	Cuellos de botella	Arreglo de celdas de servicio
	Operaciones cortina	Administración de la demanda Métricas (entregas)
Espera	Tiempo improductivo	Contenido del trabajo productivo
	Desabasto de partes	Mantenimiento productivo total
	Largos tiempos de entrega	Sistema de empuje Kankan Métrica (tiempo de entrega)
Transporte innecesario	Utilización del espacio inadecuado.	5 S (Mejora del lugar de trabajo)
	Distancia recorrida por el operario	Controles visuales
	Rastreo del flujo de materiales	Diseño de células (layout) Métrica (densidad / transporte)
Proceso	Sistemas redundantes	DMFE
	Mala interpretación de los requerimientos de calidad	FMEA Equipos enfocados en los productos
	Diseño de procesos insuficiente	Análisis de la capacidad del proceso Métricas (costo total)
Inventarios	Excesivo tiempo de cambio	Manejo materiales ABC Flujo de una pieza
	Alto Inv. RM, WIP, y FG.	Planeación/control de mats. Balanceo de la carga trabajo
	Exceso de decisiones adm.	Modelo de mezcla de mat. Proceso para orden Variación de Prod. Tem. BOM de un solo nivel Métrica (vueltas de inventario)
Movimiento	Baja productividad.	Estándares de producción
	Exceso de manipulación	Instrucciones de trabajo gráficas
	Tiempo improductivo del operador	Reglas de operación / roles / responsabilidades. Entrenamiento polivalente Métrica (productividad)
Productos defectuosos	Bajo rendimiento del proceso	Alineación cliente / proveedor Control estadístico de procesos
	Rotación de empleados	Fallas en línea de autoridad Plan de comunicación
	Poco involucramiento del personal	Bajo desempeño del supervisor de área Técnicas de mejora continua
	Limitado conocimiento del proceso	Inspecciones en la fuente Poka yoke
	Falta de comunicación	Métrica (desempeño de la calidad)

Fuente: Tomado de Propuesta de mejoras en producción, en una empresa manufacturera usando Herramientas de Lean Manufacturing.

6.2.3 FUENTES UNIVERSIDAD ECCI

6.2.3.1 Estudio de tiempos y Movimientos para la producción de Calzado en una Empresa Manufacturera

Se observa una propuesta de mejora en la empresa MSH MANUFACTURAS SPORT HENRY M.M LTDA basada en la demanda de producción y cuyo objetivo es realizar un diagnóstico de las operaciones. El objetivo principal es identificar donde se tiene la oportunidad de mejorar en la excelencia operacional con el estudio de tiempos y movimientos, en ella se presentan herramientas vistas durante la ingeniería y aplicación de las mismas.

Sofy y Ronald (2010) identifican aspectos que afectan la calidad y el costo de los productos en el mercado de la siguiente manera; altos costos de producción, alta rotación del personal, no existe inducción para el personal nuevo, no hay definida política de calidad, se desconoce el volumen de producción diario debido a que no existe una estandarización en los tiempos y no hay política definida para manejar los productos defectuosos.

En el proyecto se tiene en cuenta un análisis DOFA que utilizan como instrumento de ajuste que les ayuda a generar cuatro estrategias; la estrategia de fuerza y debilidades, la estrategia de debilidades y oportunidades, la estrategia de fuerzas y amenazas y la estrategia de debilidades y amenazas. Por otro lado se enfocan en unas listas de chequeo, diagramas de operaciones, diagramas de flujo, diagramas de recorrido, diagrama de hombre máquina, diagrama Simo Bimanual, estudio de tiempos, simulación por medio de PROMODEL y diagnóstico de herramientas administrativas.

Después de aplicar las herramientas de ingeniería, los autores lograron una documentación total del proceso de fabricación de la empresa. Haciendo posible la identificación de los elementos, obtienen una reducción en el tiempo de producción con la estandarización del método

alcanzando un cumplimiento del objetivo del proyecto, con un resultado en la operación de 7.82 minutos menos decreciendo tiempos en la operación con una participación del 5.67 % por unidad de producto en proceso y un aumento en la cantidad de producto procesado de 6.38%.

Otro de los objetivos logrados fue el balanceo de fabricar la misma cantidad de productos disminuyendo el personal de 25 a 17 operarios.

Como conclusión podemos encontrar que las herramientas vistas en el transcurso de la Ingeniería Industrial y desarrollo académico ayuda a encontrar soluciones a problemas en los sistemas de producción y administración obteniendo mejores resultados y unos mejores ingresos a los capitalistas mejorando sus utilidades. (Arenas Vera & Tejo Sanabria, 2010).

7. DISEÑO METODOLOGICO

7.1 Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo, nos permitirá recolectar los datos a través de la visita a las empresas PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá, para la toma de tiempos actuales de producción, costos generales de fabricación, horas – hombre trabajadas, maquinaria utilizada y capacidad actual de producción.

Esto permitirá realizar el comparativo entre la información actual y los datos de la simulación realizada a través del modelamiento de la máquina que se propone en el software Solidwords, a fin de determinar la viabilidad de su implementación.

7.2 Método de la investigación

El método analítico, se correlaciona con el desarrollo del presente proyecto, ya que a partir de la recolección de datos productivos en la fabricación de calzado; se puede llegar a determinar las falencias presentes en el área.

Basados en los hallazgos; se aplican las herramientas de mejora, con el fin de aplicar las diferentes técnicas, en la optimización de los tiempos de fabricación en el área de soldadura.

7.3 Tipo de la investigación

El diseño de investigación utilizado para este proyecto, será de tipo experimental; por medio del software Solidwords, se diseñara el modelo de una máquina, que permita mejorar el proceso de

soladura. Ajustada a las necesidades actuales de producción de las empresas tipo taller en Bogotá.

Mediante el software se podrá plasmar además del diseño de la máquina y sus dimensiones, la manera en que trabaja la máquina, en tiempo real.

7.4 Fuentes de la investigación

7.4.1 Fuentes primarias:

- ✓ Visita realizada a diferentes PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá
- ✓ Entrevistas con los operarios del área de soldadura
- ✓ Observación y toma de registro del proceso de fabricación de calzado en las PYMES

7.4.2 Fuentes secundarias:

- ✓ Consulta de fichas técnicas de cada uno de los procesos dentro de la fabricación de calzado.
- ✓ Consulta de fichas técnicas de producto.
- ✓ Consulta de manuales de funciones de los colaboradores.

7.4.3 Fuentes terciarias:

- ✓ Consulta a través de bibliografías y proyectos sobre la mejora dentro del proceso de fabricación de calzado.
- ✓ Consulta de tesis y monografías, sobre la viabilidad de modelos de gestión aplicados al proyecto.

- ✓ Consulta en la web, sobre la realización del proceso de soldadura en el sector de la ciudad de Bogotá.

7.5 Fases del diseño metodológico

7.5.1 Fase 1. Caracterización del proceso de soldadura en la fabricación manual de calzado en las PYMES Bogotanas.

Se realizan los análisis y diagnósticos correspondientes al estado actual del sistema de producción de calzado, que ayudan a identificar la mejor manera de implementar la tecnología en las empresas tipo taller de Bogotá, con la visita a diferentes PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá.

7.5.2 Fase 2. Identificar las falencias y oportunidades de mejora que se presentan en el proceso de soldadura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las pequeñas y medianas empresas Bogotanas.

A través de los registros de información y el registro de los tiempos de producción pertenecientes al proceso área de soldadura, podemos ver el panorama actual de las PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá. Y generar la mejora a través de datos comparativos que permiten ver las mejoras en el aumento de la productividad, innovar tecnológicamente y adecuar este prototipo en la fabricación de calzado.

Se realiza el comparativo entre tiempo y costo, el cual nos permitió plasmar la viabilidad y ventajas de mecanizar el proceso de soldadura, en la fabricación de calzado, con el modelamiento de la máquina ajustada a las necesidades actuales de la demanda.

7.5.3 Fase 3. Realizar el modelo de una maquina mediante el software Solidwords que permita estimar la reducción en los tiempos de operación en el proceso de la soldadura al optimizar la tarea.

Se realiza la simulación del modelo de una máquina que sustituya la elaboración manual en el proceso de soldadura, con el cual logramos calcular el aumento de la productividad y calidad del producto a través del software Solidwords. (Anexo 1. Prototipo Máquina para proceso de Soldadura en Solidwords).

7.6 Instrumentos

- ✓ Observación a partir de la toma de tiempos y movimientos, que se tarda una persona en fabricar una unidad de calzado en el área de soldadura.
- ✓ Registro de datos del proceso de fabricación de calzado, que determina las oportunidades de mejora.
- ✓ Entrevista con los operarios y administradores de las PYMES, los cuales suministraron datos de la fabricación actual de calzado y permitieron hacer los análisis respectivos.

7.7 Muestra

Se recolectaran datos de tiempos y movimientos requeridos para el proceso de soldadura en la fabricación de calzado de la empresa tipo taller Norjet, ubicado en el barrio Restrepo de Bogotá.

Ello con el fin de promediar el tiempo que actualmente requieren las empresas para fabricar lotes de producción y compararlo con la mejora del prototipo de la máquina.

7.8 Delimitación de la población

A través de la visita a cuatro (4) PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá, dedicadas a la fabricación de calzado, se recolectaron datos del proceso actual de fabricación, y la forma en que los colaboradores desarrollan la actividad de la soldadura; con el fin de validar que la práctica es igual en las diferentes empresas.

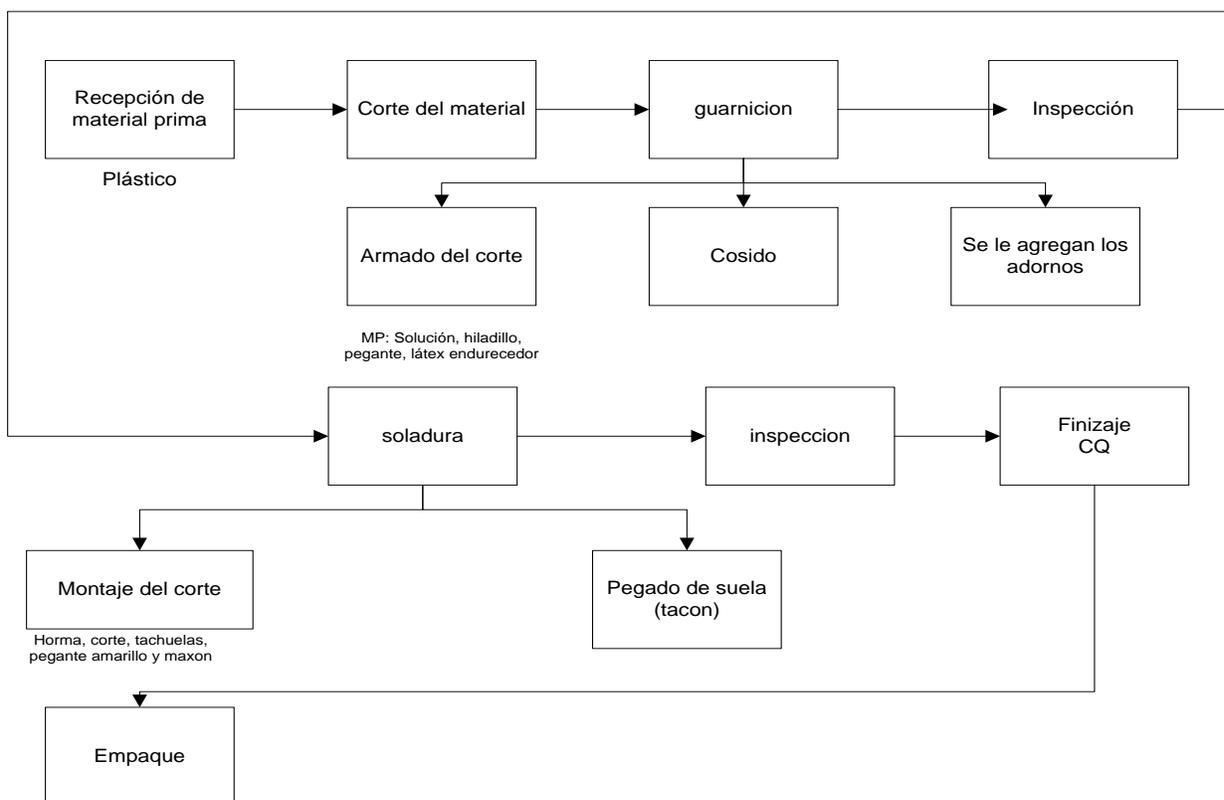
8. RESULTADOS

Para dar cumplimiento al objetivo de esta investigación, se dio desarrollo a las fases metodológicas propuestas; los hallazgos y resultados se presentarán a continuación.

8.1 Resultado 1. Caracterizar el proceso de soladura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las PYMES Bogotanas.

8.1.1 Proceso de fabricación de calzado actual

Ilustración 9 Proceso de fabricación de calzado en las PYMES visitadas



Fuente: autores

El proceso de fabricación de calzado en las PYMES visitadas en el barrio Restrepo de Bogotá, consta de (5) cinco procesos generales que se describen a continuación:

- ✓ **Corte:** a través de un bisturí, se corta el material con ayuda de un molde, que se ajusta a las medidas requeridas y diseño del zapato del lote de producción, ello se hace sobre una tabla de goma.

- ✓ **Guarnición:** en esta área, se unen los cortes con ayuda de la máquina de coser; y de acuerdo al lote de producción, se agregan diseños o adornos.

- ✓ **Soladura:** basado en unir el material que llega del área de guarnición, a la horma; ello se realiza manualmente mediante el esfuerzo físico a través de pinzas que estiran el material, seguidamente se pega el material a la planta del pie de la horma con ayuda de tachuelas, consiguiendo que el corte adapte la forma del zapato. Una se deja enfriar el material, se retiran las tachuelas y la horma, se pega la suela con ayuda de disolventes.

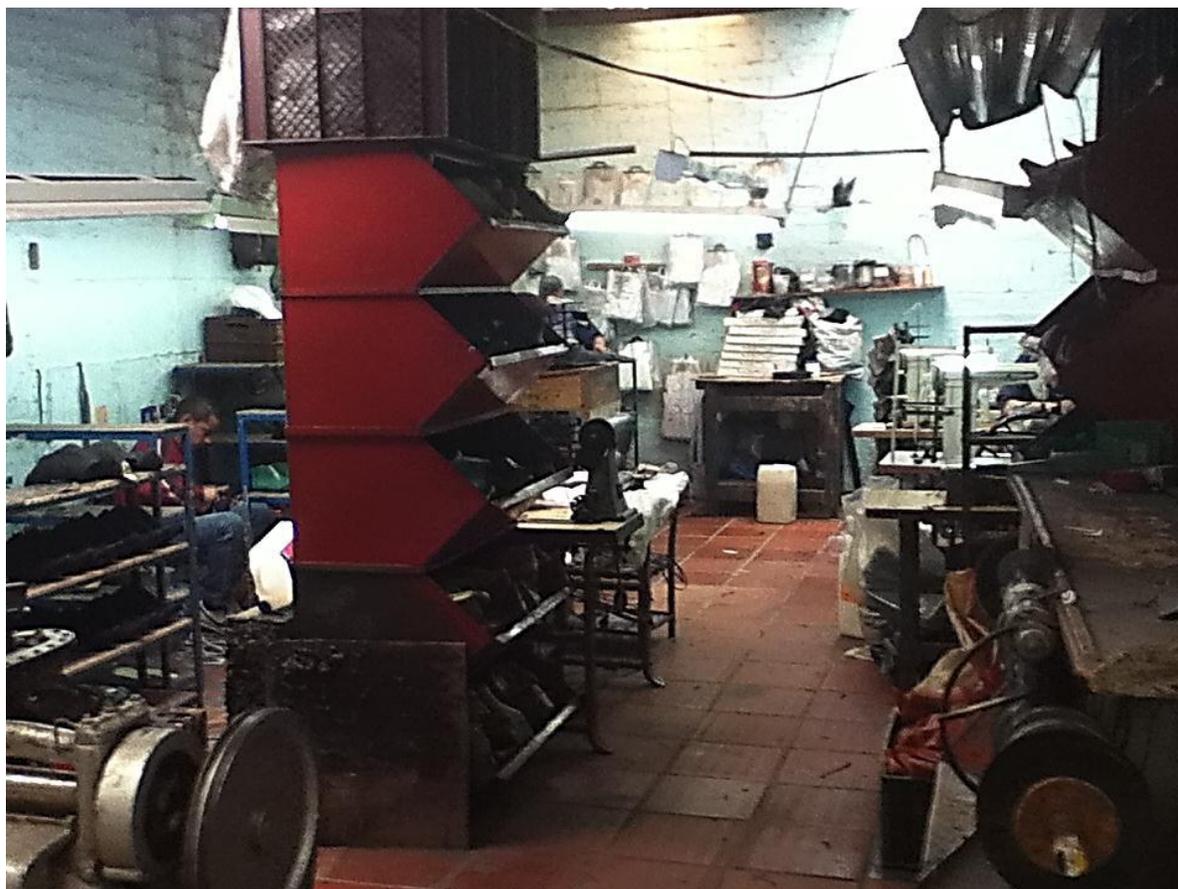
- ✓ **Finizaje:** este proceso se enfoca en arreglar los detalles y pulir el acabado final del zapato, también se les coloca a cada par la talla e internamente se coloca papel periódico para que el zapato no sufra deterioro del material durante su transporte y distribución.

- ✓ **Empaque:** en esta área, es empacado el producto en cajas para su distribución.

Implícitamente los colaboradores realizan el control de calidad en cada una de sus áreas y especialización de la tarea.

8.1.2 Registro fotográfico PYMES Visitadas

Ilustración 10 Taller de fabricación de calzado PYMES



Fuente: autores

Ilustración 11 Área de corte



Fuente: autores

Ilustración 12 Ubicación de los moldes



Fuente: autores

Ilustración 13 Área de guarnición



Fuente: autores

Ilustración 14 Área de soladura



Fuente: autores

Ilustración 15 Proceso manual proceso de soldadura



Fuente: autores

Ilustración 16 Clavadora de tacones encargada de clavar el tacón al zapato



Fuente: autores

Ilustración 17 Máquina de presión encargada de brindar un pegado superior entre el zapato y la suela



Fuente: autores

Ilustración 18 Ubicación de las hormas



Fuente: autores

Ilustración 19 Area de finalizaje; Máquina pulidora: encargada de eliminar el grosor al material



Fuente: autores

Ilustración 20 Maquina desvastadora: encargada de eliminar el grosor al material (cuero, plástico, fibra).



Fuente: autores

8.1.3 Toma de tiempos actuales de producción en el proceso de soladura

Se toma como base el proceso actual de fabricación de calzado utilizado en empresas PYMES del barrio Restrepo en la ciudad de Bogotá, en las cuales se caracteriza que el proceso de la soladura se realiza de la misma manera.

A través de la observación y toma de tiempos con cronómetro, a cada operación u actividad dentro del proceso de la soladura, se obtiene un promedio de 10 datos por cada operación; lo que nos permite obtener en promedio del tiempo que puede tardar una persona en fabricar una unidad de calzado.

Tabla 3 Toma de tiempos actuales de producción en el área de soladura

DEPARTAMENTO		SOLADURA		FECHA		09/10/2013													
OPERACIÓN		soladura																	
MAQUINAS		clavadora de tacon y pulidora																	
HERRAMIENTAS		Martillo y llave																	
PRODUCTO		Zapato de tacon																	
MATERIAL		Sintetico																	
CALIDAD		óptima																	
CONDICIONES DE TRABAJO		regular																	
OPERARIO		1		SEXO		MASCULINO													
#	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V	T.B				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
A	colocar plantilla a la horma	14,1	13,9	13,8	14,5	15,1	14,9	15,4	16,1	17	15,5	150,3	15,03	100%	15,03				
B	dar la forma a plantilla	53	35	30	31,9	38,9	31,6	21,8	28,2	31,2	34,5	336,1	33,61	100%	33,61				
C	roñar el corte	44	49,4	54,3	49,4	51,9	47,7	43,9	42,2	48,7	41	472,5	47,25	100%	47,25				
D	colocar disolvente al corte	16,6	16,1	14,8	23,2	17,7	20,2	15,6	16,9	20,3	21,8	183,2	18,32	100%	18,32				
E	engrudar la plantilla	6,3	6	8,5	7,2	8,4	7,4	10,2	7,7	11,1	7,8	80,6	8,06	100%	8,06				
F	alistar puntera y contrafuerte											37,4	37,4	100%	37,4				
G	desvestar puntera	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	3,2	2,8	3,1	3	2,7	28,7	2,87	100%	2,87				
H	desvestar contrafuerte	4,5	5,2	7	6,4	7,6	6,6	5,9	4,9	6,1	7,1	61,3	6,13	100%	6,13				
I	engrudar la plantilla	4	3,7	6,6	7,4	7,1	5,2	6,9	6	7,4	6,9	61,2	6,12	100%	6,12				
J	llenar de disolvente el frasco											55,9	55,9	75%	41,925				
K	alistar disolvente											33,6	33,6	75%	25,2				
L	aplicar disolvente al contrafuerte	16,4	13,7	10,2	9,6	8,5	8	8,1	9,1	9,9	9,6	103,1	10,31	100%	10,31				
M	aplicar disolvente a puntera	6,5	3	4,8	3	2,8	3,6	3	3,7	4,9	3,2	38,5	3,85	100%	3,85				
N	engrudar puntera	1,1	2,6	1,4	2,6	1,8	2,4	1,5	2,2	2,8	3,1	21,5	2,15	100%	2,15				
O	sacar forro del corte y engrudar	25,3	39,8	34,2	44,5	30,5	29,8	30,9	20,8	20,2	31,3	307,3	30,73	100%	30,73				
P	colocar contrafuerte	21,9	18,8	22,3	21,1	27,7	19	15,9	12,4	9,1	12,7	180,9	18,09	100%	18,09				
Q	engrudar forro y pegarlo al corte	32,6	23	37	25	18,7	21,2	30	30,1	22	23,7	263,3	26,33	100%	26,33				
R	engrudar corte en la punta	17,3	15,4	33,4	23,1	19,8	14,1	19,6	14,9	12,7	10,9	181,2	18,12	100%	18,12				
S	colocar puntera	4,5	5,9	3,8	5,6	6,2	5,4	5,9	5,3	5,6	4,4	52,6	5,26	100%	5,26				
T	engrudar corte en el borde	10,6	19,7	21,3	22,8	21,7	20,7	22,3	22	16,1	19,1	196,3	19,63	100%	19,63				
U	montaje del corte a la horma	211	241	260	180	208	191	178	154	190	150	1963	196,3	75%	147,23				
V	quitar tachuelas	8,1	7,9	8,5	8	8,2	7,6	7,3	8,4	8,1	7,7	79,8	7,98	100%	7,98				
W	roñar el corte	11,1	12,3	11,9	12,5	12,1	11,2	11,4	11,9	11,8	12	118,2	11,82	100%	11,82				
X	engrudar zapato y suela	15,7	15,1	15,6	16,1	15,2	15,7	15,3	15	15,8	16	155,5	15,55	100%	15,55				
Y	pegar zapato y suela	23,5	25,1	24,3	25,7	26,1	23,9	24,2	25,3	24,8	23,2	246,1	24,61	100%	24,61				
Z	pegar tacon	5,1	6,9	7,1	5,9	5,3	4,9	5,1	5,2	5,1	5,3	55,9	5,59	100%	5,59				

Nota: V = valoración T.O = tiempo observado TB = tiempo básico

Una vez se obtiene el promedio de lo que tarda una persona en fabricar una unidad de calzado, se refleja un resumen en la siguiente tabla, con el fin de obtener el tiempo total, a través de la sumatoria del promedio de los datos obtenidos anteriormente.

Tabla 4 Resumen estudio de tiempos actuales de producción en el área de soladura

DEPARTAMENTO	SOLADURA		FECHA	09/10/2013	
OPERACIÓN	soladura				
MAQUINAS	clavadora de tacon y pulidora				
HERRAMIENTAS	Martillo y llave				
PRODUCTO	Zapato de tacon				
MATERIAL	Sintetico				
CALIDAD	óptima				
CONDICIONES DE TRABAJO	regular				
OPERARIO	1	SEXO	MASCULINO		
El núm	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	T.B X SEG	F	TIEMPO BÁSICO POR CICLO	
A	colocar plantilla a la horma	15,03	1	15,03	
B	dar la forma a plantilla	33,61	1	33,61	
C	roñar el corte	47,25	1	47,25	
D	colocar disolvente al corte	18,32	1	18,32	
E	engrudar la plantilla	8,06	1	8,06	
F	alistar puntera y contrafuerte	37,40	1	37,40	
G	desvistar puntera	2,87	1	2,87	
H	desvistar contrafuerte	6,13	1	6,13	
I	engrudar la plantilla	6,12	1	6,12	
J	llenar de disolvente el frasco	41,93	1	41,93	
K	alistar disolvente	25,20	1	25,20	
L	aplicar disolvente al contrafuerte	10,31	1	10,31	
M	aplicar disolvente a puntera	3,85	1	3,85	
N	engrudar puntera	2,15	1	2,15	
O	sacar forro del corte y engrudar	30,73	1	30,73	
P	colocar contrafuerte	18,09	1	18,09	
Q	engrudar forro y pegarlo al corte	26,33	1	26,33	
R	engrudar corte en la punta	18,12	1	18,12	
S	colocar puntera	5,26	1	5,26	
T	engrudar corte en el borde	19,63	1	19,63	
U	montaje del corte a la horma	24,00	1	24,00	
V	quitar tachuelas	7,98	1	7,98	
W	roñar el corte	11,82	1	11,82	
X	engrudar zapato y suela	15,55	1	15,55	
Y	pegar zapato y suela	24,61	1	24,61	
Z	pegar tacon	5,59	1	5,59	
	Σ MIN			465,94	

Nota: TB = Tiempo básico F = frecuencia de aparición por ciclo

MIN	SEG
1	60
8,00	465,94

Fuente: autores

A través de la tabla resumen dice que una persona en promedio, puede tardar en fabricar una unidad de calzado manualmente, ocho (8) minutos. Lo que se traduce en 16 minutos para un par de zapatos.

En proporción una persona que labore durante 8 horas diarias, de forma continua, puede llegar a fabricar 30 pares de zapato, o 60 unidades de calzado.

Actualmente laboran 2 personas en las PYMES visitadas, lo cual es equivalente a fabricar 120 unidades de zapatos o 60 pares.

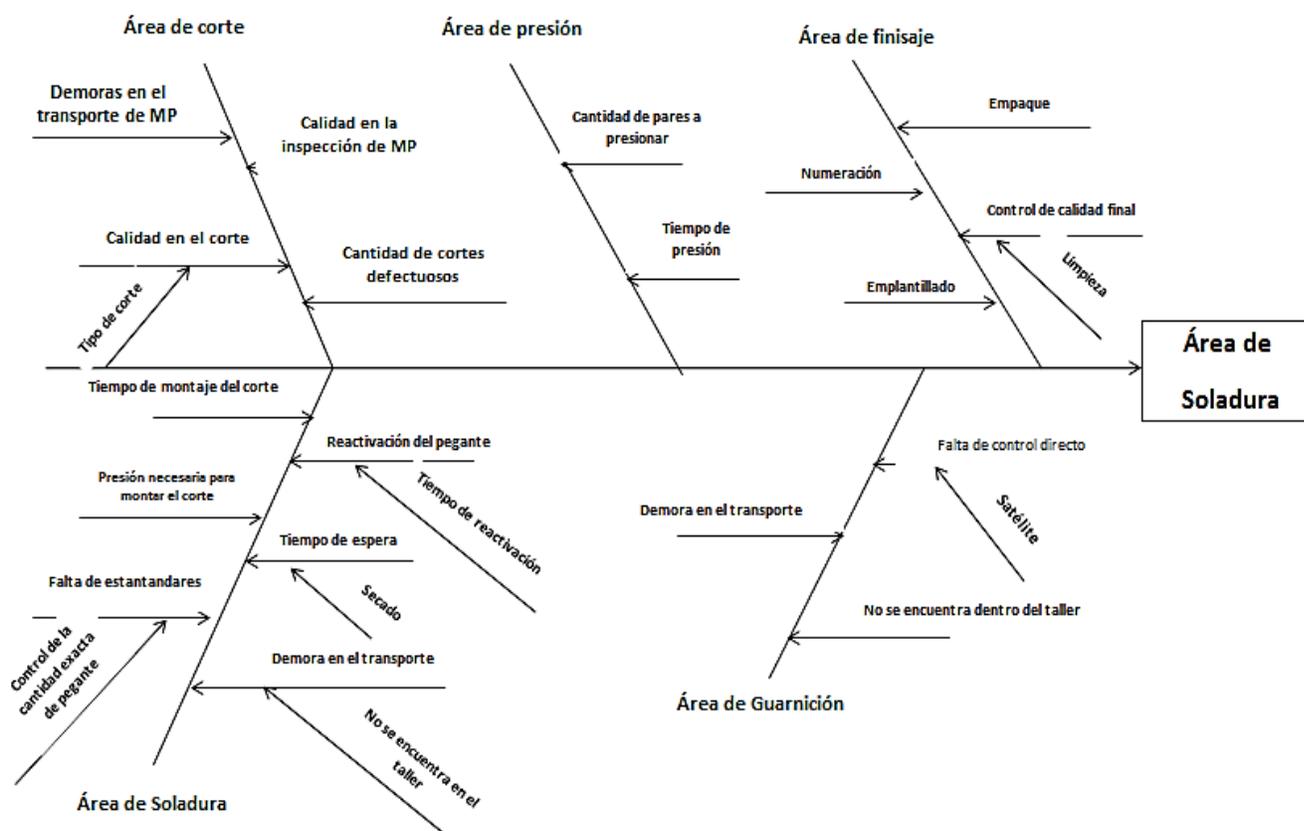
8.2 Resultado 2. Identificar las falencias y oportunidades de mejora que se presentan en el proceso de soladura que se lleva a cabo actualmente en la fabricación manual de calzado en las PYMES Bogotanas.

8.2.1 Diagrama Causa – efecto

Con las visitas realizadas a las PYMES, ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá, se observa y se toma registro del proceso actual de fabricación de calzado.

Con ayuda del diagrama causa – efecto, se logran determinar las falencias que presentan los (5) cinco procesos que intervienen en la fabricación de calzado, siendo el proceso de soladura, el más crítico dentro de la operación, al tener los mayores tiempos de producción, probabilidad alta de piezas defectuosas, sobre esfuerzo y especialización en la tarea.

Ilustración 21 Diagrama causa – efecto proceso de fabricación de calzado



Fuente: autores

8.2.2 Lean Manufacturing

A través del modelo de una máquina que reduzca los tiempos de operación en el proceso de la soldadura, se eliminan a través del siguiente enfoque los siete (7) desperdicios, descritos en este modelo de gestión basado en utilizar el mínimo de los recursos; ello se puede reflejar gracias a la visita de las diferentes PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de la ciudad de Bogotá, lo cual nos ayuda a tener un panorama claro del proceso de fabricación de calzado en general, y encontrar las falencias en el proceso actual de la soldadura.

Tabla 5 Los 7 desperdicios presentes en el proceso de soldadura

LOS 7 DESPERDICIOS	FALENCIAS EN EL PROCESO ACTUAL DE LA SOLADURA
Movimiento	<p>La tarea de la soldadura requiere de sobreesfuerzo manual, por parte del operario, ya que por cada zapato debe jalar la tela y darle la forma de la horma, por lo cual la labor no es continua, no es estandarizada y si es desarrollada durante largos periodos de tiempo causando fatiga.</p> <p>Al estandarizar las partes, se pueden eliminar elementos presentes en la operación de soldadura, lo que elimina algunos movimientos y permite al operario trabajar de forma continua y sin interrupciones.</p>
Espera – tiempo	<p>A la operación de la soldadura es necesario, reducirle tiempos, con el fin de elevar la productividad, remplazando las operaciones manuales con ayuda de herramientas, predisponiendo de los materiales para la producción, con el fin de reducir las demoras por alistamiento de materiales e insumos, y mejorando el diseño de puesto de trabajo, para reducir los desplazamientos, innecesarios que hacen posible la operación.</p>

Sobreproducción	<p>La demanda por día actual de las diferentes PYMES ubicadas en el barrio Restrepo de Bogotá, es de 150 unidades por día.</p> <p>Actualmente lo máximo que (2) personas fabrican en un día laboral, son 120 unidades, representando un déficit de 30 pares.</p> <p>Actualmente estas empresas tipo taller laboran contra pedido; por lo cual no existe sobre producción de unidades; por el contrario hay un cuello de botella que retrasa la fabricación de calzado.</p> <p>Mecanizando la tarea, con el modelo de una máquina que remplace la operación manual de la soldadura, se aumenta la productividad, alrededor 160 unidades por día con solo una persona; representando mayor oportunidad de venta, dando valor agregado al producto al mejorar la calidad y reduciendo los costos de fabricación.</p>
Reparaciones	<p>La probabilidad de que el material sufra algún defecto de calidad durante la operación de la soldadura, es aproximadamente de un 7%, ya que si el operario encargado de realizar la tarea estira el material sin bastante fuerza; lo deja a una distancia no adecuada de la planta del pie de la horma, o no deja ajustado el material en los puntos de apoyo correctos; el corte se daña o queda soplado; lo que afecta la calidad final del producto; y al tratar de volverlo arreglar se afecta todo el material, debido a los solventes utilizados en el proceso.</p>
Inventario	<p>Debido al tiempo de procesamiento del material, que se requiere en la tarea de la soldadura, el inventario de producto en proceso, es elevado, ya que se almacenan los cortes de material que son traídos del proceso de guarnición, generando un cuello de botella.</p>
Transporte	<p>Una vez el material este predispuesto para ser trabajado el operario puede trabajar de forma continua y evitar los desplazamientos reduciendo tiempos por transporte de materiales hacia máquinas que</p>

	perfeccionan la operación o hacia otra área que cumpla con el objetivo de la operación de soldadura.
Sobre procesamiento	El puesto de trabajo del área de soldadura, está compuesta por una silla de altura de 60 cm, ello con el objetivo de almacenar la pieza terminada en dos estanterías, ubicadas lateralmente y tomar los cortes traídos del área de guarnición, sin embargo el diseño de puesto de trabajo posee falencias ergonómicas, debido a que el trabajador debe agacharse tanto para dejar las piezas terminadas como para tomar el producto en proceso, la posición de la columna se ve afectada, y los elementos requeridos para realizar la actividad manualmente, no están ubicados al alcance del operador, además de estar situados en objetos cuya función no es la de almacenar herramientas.

Fuente: autores

8.3 Resultado 3. Realizar el modelo de una maquina mediante el software Solidwords que permita estimar la reducción en los tiempos de operación en el proceso de la soldadura al optimizar la tarea.

8.3.1 Toma de tiempos de producción con la propuesta de mejora

A raíz del modelamiento de una máquina que optimice los tiempos de fabricación, se realiza la simulación con el programa informático Solidwords, y se procede a tomar el tiempo que tarda la maquina en realizar una unidad de calzado para la tarea de la soldadura.

A partir del cual se obtienen los siguientes datos,

Tabla 6 Toma de tiempos de producción con la propuesta de mejora en el área de soladura

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE																			
DEPARTAMENTO		SOLADURA				FECHA		28/09/2016											
OPERACIÓN		soladura																	
MAQUINAS		clavadora de tacon y pulidora																	
HERRAMIENTAS		Martillo y llave																	
PRODUCTO		Zapato de tacon																	
MATERIAL		Sintetico																	
CALIDAD		óptima																	
CONDICIONES DE TRABAJO		regular																	
OPERARIO		1				SEXO		MASCULINO											
#	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO										TOTAL T.O	PROMEDIO T.O	V	T.B				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
A	colocar plantilla a la horma	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	112	11,2	100%	11,2				
B	dar la forma a plantilla	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	93	9,3	100%	9,3				
C	roñar el corte	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	63	6,3	100%	6,3				
D	colocar disolvente al corte	4,4	4,3	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,2	4,1	4,2	43,6	4,36	100%	4,36				
E	engrudar la plantilla	6,3	6	6,1	6,8	6	6,7	6,6	6,3	6,8	6,2	63,8	6,38	100%	6,38				
F	alistar puntera y contrafuerte											0	0	100%	0				
G	desvestar puntera	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	3,2	2,8	3,1	3	2,7	28,7	2,87	100%	2,87				
H	desvestar contrafuerte	4,5	5,2	7	6,4	7,6	6,6	5,9	4,9	6,1	7,1	61,3	6,13	100%	6,13				
I	engrudar la plantilla	4	3,7	6,6	7,4	7,1	5,2	6,9	6	7,4	6,9	61,2	6,12	100%	6,12				
J	llenar de disolvente el frasco											0	0	75%	0				
K	alistar disolvente											0	0	75%	0				
L	aplicar disolvente al contrafuerte	12,9	13,7	10,2	9,6	8,5	8	8,1	9,1	9,9	9,6	99,6	9,96	100%	9,96				
M	aplicar disolvente a puntera	6,5	3	4,8	3	2,8	3,6	3	3,7	4,9	3,2	38,5	3,85	100%	3,85				
N	engrudar puntera	1,1	2,6	1,4	2,6	1,8	2,4	1,5	2,2	2,8	3,1	21,5	2,15	100%	2,15				
O	sacar forro del corte y engrudar	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	98	9,8	100%	9,8				
P	colocar contrafuerte	8,2	8,5	8,6	8,9	9,2	9,4	8,2	8,2	9,1	9,4	87,7	8,77	100%	8,77				
Q	engrudar forro y pegarlo al corte	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	152	15,2	100%	15,2				
R	engrudar corte en la punta	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	124	12,4	100%	12,4				
S	colocar puntera	4,5	5,9	3,8	5,6	6,2	5,4	5,9	5,3	5,6	4,4	52,6	5,26	100%	5,26				
T	engrudar corte en el borde	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	52	5,2	100%	5,2				
U	montaje del corte a la horma	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	59	5,9	100%	5,9				
V	quitar tachuelas	8,1	7,9	8,5	8	8,2	7,6	7,3	8,4	8,1	7,7	79,8	7,98	100%	7,98				
W	roñar el corte	11,1	12,3	11,9	12,5	12,1	11,2	11,4	11,9	11,8	12	118,2	11,82	100%	11,82				
X	engrudar zapato y suela	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	115	11,5	100%	11,5				
Y	pegar zapato y suela	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	96	9,6	100%	9,6				
Z	pegar tacon	5,1	6,9	7,1	5,9	5,3	4,9	5,1	5,2	5,1	5,3	55,9	5,59	100%	5,59				
AA	dejar secar											15	15	100%	15				
AB	quitar la horma	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	68	6,8	75%	5,1				
AC	clavar el tacon	8,9	9,1	9,2	8,7	7,9	8,2	8,8	9,1	9	8,3	87,2	8,72	100%	8,72				

Nota: V = valoración T.O = tiempo observado TB = tiempo básico

Fuente: autores

Tabla 7 Resumen estudio de tiempos de producción con la propuesta de mejora en el área de soladura

RESUMEN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS				
DEPARTAMENTO	SOLADURA	FECHA	28/09/2016	
OPERACIÓN		soladura		
MAQUINAS		clavadora de tacon y pulidora		
HERRAMIENTAS		Martillo y llave		
PRODUCTO		Zapato de tacon		
MATERIAL		Sintetico		
CALIDAD		óptima		
CONDICIONES DE TRABAJO		regular		
OPERARIO	1	SEXO		MASCULINO
El núm	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	T.B	F	TIEMPO BÁSICO POR CICLO
A	colocar plantilla a la horma	11,2	1	11,2
B	dar la forma a plantilla	9,3	1	9,3
C	roñar el corte	6,3	1	6,3
D	colocar disolvente al corte	4,36	1	4,36
E	engrudar la plantilla	6,38	1	6,38
F	alistar puntera y contrafuerte	0	1	0
G	desvestiar puntera	2,87	1	2,87
H	desvestiar contrafuerte	6,13	1	6,13
I	engrudar la plantilla	6,12	1	6,12
J	llenar de disolvente el frasco	0	1	0
K	alistar disolvente	0	1	0
L	aplicar disolvente al contrafuerte	9,96	1	9,96
M	aplicar disolvente a puntera	3,85	1	3,85
N	engrudar puntera	2,15	1	2,15
O	sacar forro del corte y engrudar	9,8	1	9,8
P	colocar contrafuerte	8,77	1	8,77
Q	engrudar forro y pegarlo al corte	15,2	1	15,2
R	engrudar corte en la punta	12,4	1	12,4
S	colocar puntera	5,26	1	5,26
T	engrudar corte en el borde	5,2	1	5,2
U	montaje del corte a la horma	5,9	1	5,9
V	quitar tachuelas	7,98	1	7,98
W	roñar el corte	11,82	1	11,82
X	engrudar zapato y suela	11,5	1	11,5
Y	pegar zapato y suela	9,6	1	9,6
Z	pegar tacon	5,59	1	5,59
AA	dejar secar	10	1	10
AB	quitar la horma	5,1	1	5,1
AC	clavar el tacon	8,72	1	8,72
	Σ			201,46

Nota: TB = Tiempo básico F = frecuencia de aparición por ciclo

MIN	SEG
1	60
3	201,46

A través de la tabla resumen con la propuesta de mejora, al implementar el modelo de una máquina, que mecanice la actividad, una persona en promedio, puede tardar en fabricar una unidad de calzado, tres (3) minutos. Lo que se traduce en 6 minutos para un par de zapatos.

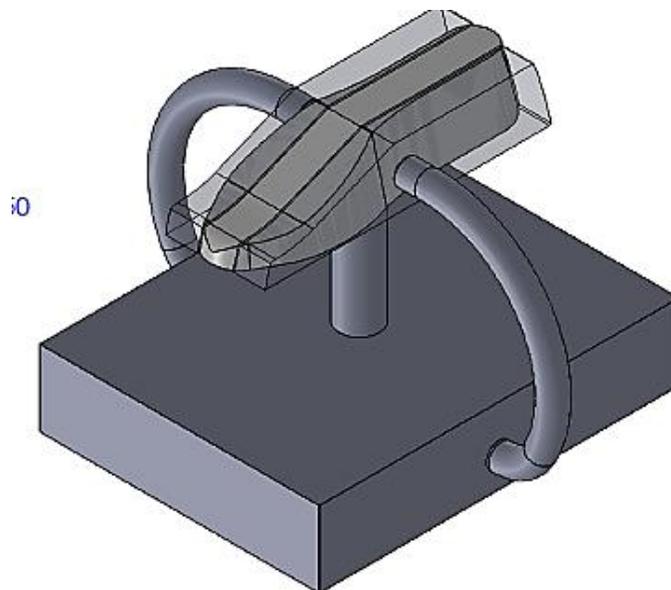
En proporción una persona que labore durante 8 horas diarias, de forma continua con ayuda de la máquina, puede llegar a fabricar 80 pares de zapato, o 160 unidades de calzado.

Con esta propuesta de mejora, además de reducir los tiempos de fabricación, se puede utilizar solo una persona para realizar la actividad, lo que disminuye los costos de fabricación.

8.3.2 Modelo de mejora en el proceso de la soldadura, para la fabricación de calzado, a partir de la simulación con Solidwords.

Se realiza el modelo de la máquina propuesta que optimizará el proceso de soldadura en el software Solidwords. (Anexo 1. Prototipo Máquina para proceso de Soldadura en Solidwords).

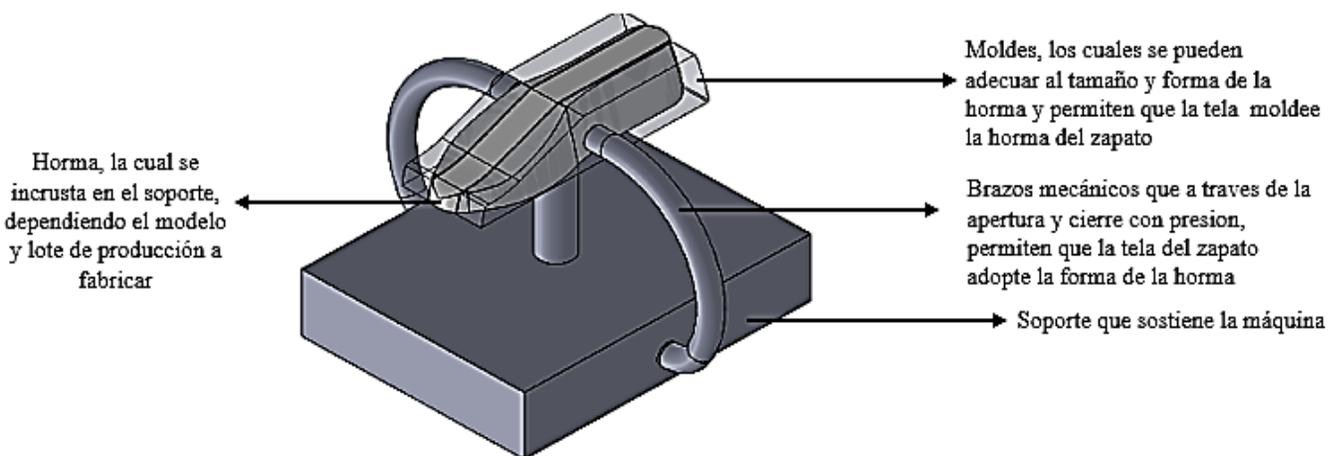
Ilustración 22, Máquina modelo de mejora en el proceso de la soldadura para la fabricación de calzado



Fuente: Autores

8.3.2.1 Funcionamiento modelo máquina de mejora aplicada al proceso de soladura, para la fabricación de calzado.

Ilustración 23, Funcionamiento modelo máquina de mejora aplicada al proceso de soladura en la fabricación de calzado



Fuente: autores

8.3.3 Just in time

Con el modelo propuesto de una máquina ajustada a las necesidades actuales de fabricación de calzado en las PYMES de Bogotá, se reduce en un 87%, el tiempo de procesamiento de una unidad.

Gracias a la filosofía del método justo a tiempo, aplicada al presente proyecto se reducen tiempos innecesarios en la operación de soladura, lo que se traduce en el aumento de la productividad, permitiendo que las PYMES puedan cumplir con la demanda en el momento requerido.

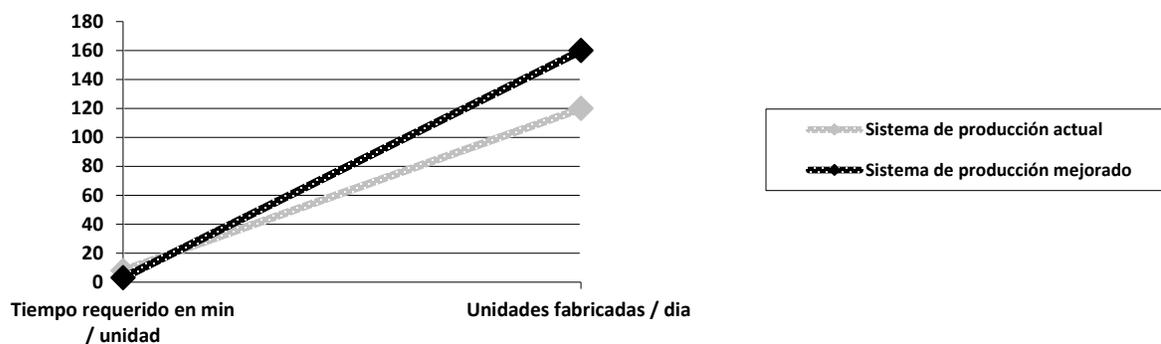
Al utilizar la capacidad de producción a más del 95%, se obtiene una reducción gradual de los costos de fabricación.

Tabla 8 Comparativo de tiempos y unidades fabricadas proceso actual versus mejora

EQUIVALENCIAS	TIEMPO REQUERIDO EN MIN / UNIDAD	UNIDADES FABRICADAS / DÍA	PARES FABRICADOS / DÍA	DEMANDA ACTUAL UNIDADES / DÍA
Sistema de producción actual	8	120	60	150 pares por día
Sistema de producción mejorado	3	160	80	

Fuente: autores

Ilustración 24 comparativo de tiempos y unidades fabricadas proceso actual versus mejora



Fuente: autores

8.3.4 Comparativo costos de fabricación actuales versus la mejora propuesta

Tabla 9 Comparativo de costos de fabricación actual versus la mejora

Costos de fabricación por día	Costos de fabricación actual / unidad	Costos de fabricación actual / día (120 unidades)	Costos de fabricación con la propuesta de mejora / unidad	Costos de fabricación con la propuesta de mejora / día (160 unidades)
Costo de mano de obra	\$3.500	\$420.000	\$3.500	\$560.000
Costo de desperdicios	\$2.445	\$7.335	\$2.445	\$4.890
Costos indirectos de fabricación (servicios)	\$25	\$3.000	\$50	\$8.000
Costo de materiales	\$2.445	\$293.400	\$2.445	\$391.200
Costo de oportunidad	\$17.800	\$712.000	\$17.800	0
TOTAL	\$26.215	\$1.435.735	\$26.240	\$964.090

Fuente: autores (Reducción en \$471.645 por día)

- ✓ **Costo de mano de obra:** en las PYMES visitadas, el pago a las personas encargadas de realizar la labor de la soldadura, son remunerados al destajo, lo que se traduce en el pago por unidades fabricadas.

\$ 3.500 / unidad.

- ✓ **Costo de desperdicios:** Actualmente se fabrican en promedio 120 unidades de calzado por día, de los cuales según la visita realizada; quedan defectuosos después del proceso de soldadura, (3) unidades de calzado por día. Si la pieza sufre algún defecto de calidad, después de realizar el proceso de soldadura, el material no se puede recuperar. Por lo cual toca desechar toda la pieza. Este costo es equivalente al costo de material.

- ✓ **Costos indirectos de fabricación:** considerados como los servicios públicos que asume la empresa para fabricar una unidad de calzado.
 - Luz: \$ 15 / unidad
 - Agua: \$ 10 / unidad

- ✓ **Costo de materiales:** toma en cuenta el total del material que se utiliza para fabricar una unidad de calzado.

Tabla 10 Costo de materiales por unidad para la fabricación de calzado

MATERIA PRIMA	Costo / unidad
MARQUILLAS	\$65
PLÁSTICO	\$160
FIBRA	\$130
PEGANTE	\$189
TACHUELAS	\$4
MAXON	\$335
SOLUCIÓN	\$168

HILO	\$80
HILADILLO	\$58
DISOLVENTE	\$53
ACTIVADOR	\$83
NEOLITEO (SUELA)	\$800
PLANTILLA ARMADA	\$110
FORRO	\$210
TOTAL	\$2.445

Fuente: autores

- ✓ **Costo de oportunidad:** actualmente se fabrican 120 unidades de calzado por día, con dos colaboradores. En promedio cada una de ellas es ofrecida al mercado por un valor de \$17.800.

Con la propuesta de mejora, se llega a una fabricación de 160 unidades por día, lo cual aumenta la capacidad de producción en 40 unidades de calzado por día, lo cual es equivalente a \$712.000.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Los impactos esperados con el desarrollo de este proyecto, tienen fundamento en la mejora de los procesos productivos actuales de la industria del calzado en las PYMES de Bogotá, ya que muchas personas naturales dedicadas a esta actividad, pero con la llegada de productos extranjeros se ha visto afectados dado que no están al mismo nivel para competir en este mercado.
- ✓ Con la implementación de este proyecto, se espera poner al alcance de las fabricas tipo taller, un medio mecanizado para mejorar su proceso en la soladura de calzado y de esta forma mejorar sus tiempos de fabricación.
- ✓ De igual forma, al contar con un mecanismo mecánico, se obtendrá un impacto significativo sobre los trabajadores que desempeñan esta labor ya que el esfuerzo físico del proceso actual es bastante y esto genera problemas de salud sobre los operarios debido a las cargas manuales y sobreesfuerzo del proceso durante la jornada laboral.
- ✓ Al contar con este mecanismo automatizado, se verán los resultados sobre la productividad de cada uno de los operarios ya que se espera una disminución en los indicadores de ausentismo laboral por incapacidades médicas.
- ✓ Se espera que con la implementación de esta máquina, se disminuyan las pérdidas de material que se generan en el proceso actual, ya que la operación debe hacerse de manera eficaz dado que por el tipo de material que se utiliza es difícil de procesar nuevamente para su reutilización; esto se traducirá también en una disminución en los costos de fabricación, la unidades defectuosas y los tiempos de operación.

- ✓ En conclusión podemos decir que los impactos esperados en una eventual aplicación de este proyecto, se basan en la disminución de costos y tiempos de fabricación, que permitan mejorar la productividad de las fabricas tipo taller, apoyándose en los mecanismos tecnológicos, que generaran gran impacto sobre las empresas de este tipo al poder ser más competitivas, sobre el capital humano, al reducir las cargas manuales y sobre los consumidores ya que obtendrán productos de mayor calidad y a un costo accesible.

10. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo Tangarife, E., & Rodríguez Soto, A. (Septiembre de 2007). *Estudio de los mercados potenciales en los cuales pueden incurrir las PYMES productoras del sector calzado de Bogotá*. Bogotá DC.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (23 de Diciembre de 1993). *Ley 100 de 1993* "Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. Recuperado 7 de septiembre de 2016 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5248#0>
- Arenas Vera, S., & Tejo Sanabria, R. (2010). *Diagnóstico y Simulación del estudio de tiempos y Movimientos para la fabricación de calzado Informal referencia SANDY Talla 37 en la Empresa MSH Manufacturas Sport Henry y M.M LTDA*. Bogotá DC: Universidad ECCI.
- Arrieta, J. G., Sossa, S., Muñoz, J. D., & Salcedo, A. (2011). *Aplicación Lean Manufacturing en la Industria Colombiana. Aplicación Lean Manufacturing en la Industria Colombiana*. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. Medellín.
- Arruda, R. (2016). *La oportunidad que ve Brasil en el sector del cuero y calzado del mercado colombiano*. Dinero, 1.
- Cabrea, D. F., & Vargas, D. (2011). *Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas Lean Manufacturing*. Cali.
- Cely, K. L. (2008). *Mejoramiento del Sistema Productivo de la empresa de calzado Ariston Sport*. Bucaramanga.
- Constitución Política de Colombia de 1991. *Normatividad Ambiental y Sanitaria*. Recuperado el 07 de septiembre de 2016 de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM2_9_Normatividad_sobre_residuos_sólido
- Corte Constitucional Republica de Colombia. (Diario Oficial No 44.708, de 13 de febrero de 2002). *Ley 734 de 2002* "por la cual se expide el código Disciplinario único.

Recuperado el 9 de Septiembre de 2016 de

<http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2003/c-067-03.htm>

Diario Oficial No. 45.628 (2 de agosto de 2004) *Rama Legislativa - Poder Público Ley 905 de 2004* Recuperado el 26 de Septiembre de 2016, de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0905_2004.html

Edward, J. (2003). *Justo a Tiempo: La técnica Japonesa que Genera mayor ventaja competitiva*. Grupo Editorial Norma.

El País.com.co. (2 de Febrero de 2016). *El “Dumping” amenaza al calzado en Colombia*.

Recuperado el 17 de Septiembre de 2016 de

<http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/dumping-amenaza-calzado-colombia>

El Tiempo. (16 de Mayo de 2016). *Confección y Cazado pasan por un buen momento el País*.

Recuperado el 17 de Septiembre de 2016 de <http://www.eltiempo.com/bogota/sector-de-la-confeccion-y-el-calzado-en-colombia/16594997>

Gente & Estilo. M, (2011, 03 de Diciembre). *La industria del calzado, puntera en innovación*. ABC.es.

Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación*. Madrid.

HSB noticias.com (8 de Enero de 2016). *Colombia ocupa el cuarto lugar en industria del cuero y calzado en Latinoamérica*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2016 de

<http://hsbnoticias.com/noticias/economia/colombia-ocupa-el-cuarto-lugar-en-industria-del-cuero-y-calz-179029>

Jurisprudencia Concordante. (23 de septiembre de 2016). *De la Participación Democrática y de los partidos políticos*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2016 de

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991_pr003.html#102

LEGISCOMEX.COM. (Abril de 2016). *Inteligencia de Mercados-Informe calzado en Colombia*.

Recuperado 17 de Septiembre de 2016 de

<http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/informe-sectorial-sector-calzado-colombia-2016-importacion-rci306.pdf>

Legislación de Comercio Exterior. Lecomex Ltda. (19 de Marzo de 2004). Recuperado 01 de Septiembre de 2016, de <http://www.puntofocal.gov.ar/doc/col45.pdf>

Mayorga, Ruiz, Mantilla & Moyolema (2014). *Los procesos de producción y la productividad en la industria de calzado ecuatoriana*. Recuperado 26 de Septiembre de 2016, de <http://www.uasb.edu.ec/UserFiles/385/File/Los%20procesos%20de%20produccion%20y%20la%20productividad%20en%20la%20industria%20de%20calzado.pdf>

Mincomercio Industria y Turismo. *Acuerdo de Promoción Comercial entre la República de Colombia y Estados Unidos de América*. Recuperado 17 de septiembre de 2016 de <http://www.tlc.gov.co/publicaciones.php?id=14853>

Ministerio de Comercio Industria y Turismo (21 de Abril de 2008). Recuperado 01 de Septiembre de 2016, de http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjqq_PoZDPAhVBdz4KHbaCBo4QFggjMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.mincit.gov.co%2Fdescargar.php%3Fid%3D61679&usg=AFQjCNGYEfsQagWoy9csPFkSbcohirKQVw

Ministerio de Trabajo. (22 de Octubre de 2016). *Decreto 624 de 2016- Reglamentación Mesa de Concertación Centrales Sindicales*. Recuperado de 07 de septiembre de 2016 de <http://www.mintrabajo.gov.co/normatividad/decretos.html>

Ministerio de Trabajo. (5 de Agosto de 1950). *Ley 2663 código sustantivo del trabajo*. Recuperado el 07 de Septiembre de <http://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1501/CODIGO%20SUSTANTIVO%20DEL%20TRABAJO%20concordado.pdf>

Mirando, J. (30 de Junio de 2014). *La USMC y su influencia sobre la industria del calzado de Estados Unidos, Latinoamérica y Europa en la primera mitad del siglo XX. ¿Un monopolio eficiente?*

Nulivalue. (13 de Abril de 1996). *Impulso tecnológico para las Pymes*. El Tiempo, pág. 1.

- Ordoñez, H. (5 de Noviembre de 2014). Eds Holdings Limited. Recuperado 7 de septiembre de 2016 de <http://www.edtfootwear.com/publicar/fabricacion-de-zapatos-en-china-y-otros-paises/>
- Paredes, J. (2010). *Optimización del Proceso Productivo de la Industria de Calzado-INDESA. Guatemala.*
- Patrick, L. (1989). *Los Métodos dela Calidad Total. Edición, Díaz de Santos S.A.*
- Portafolio. (10 de Febrero del 2012). *Sector del Calzado genera más de 100.000 empleados en Colombia.* Recuperado 18 Marzo de 2014 de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/sector-calzado-genera-100-000-empleos-colombia-108590>
- Quiroga, C., Valdez, R., & Guerrero, R. (2015). *Propuesta de mejoras en producción, en una empresa manufacturera usando Herramientas de Lean Manufacturing. México.*
- Régimen Legal de Bogotá, Proyecto De Acuerdo No. 012 DE 2014.* Recuperado 01 de Septiembre de 2016, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56865>
- Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (18 de Diciembre de 1974). *Decreto 2811 de 1974.* Recuperado 07 de septiembre de 2016 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>
- Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (22 de Diciembre de 1993). *Ley 99 de 1993.* Recuperado 07 de septiembre de 2016 de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Sectorial (Noviembre de 2015). *Cuero y Calzado.* Recuperado el 26 de Septiembre de 2016, de https://www.sectorial.co/2015/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=106&Itemid=251
- Silva, J. A. (2013). *Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas de zapato en la empresa Inversiones CNH SAS. Bogotá.*

Thuy, C. (2 de Octubre de 2014). *Vov5 la voz de Vietnam*. Obtenido de <http://vovworld.vn/es-es/Economia/Sector-del-calzado-de-Vietnam-captara-oportunidades-internacionales-para-promover-exportacion/235794.vov>

11. RECOMENDACIONES

Los grandes avances económicos que se han visto en diferentes países, se ven reflejados en los procesos de innovación y transferencia de conocimiento. El progreso tecnológico y de innovación son determinantes para el crecimiento de la economía, es por esto que se busca la cooperación y transferencia del conocimiento e innovación en nuestra sociedad, siendo infundido en nuestro sistema (mercado) Pymes del sector calzado y marroquinería, con el fin generar la percepción del papel fundamental entre el sistema productivo de conocimiento y la producción de bienes.

Nuestras Pymes serán participes del crecimiento y desarrollo industrial, gracias a la innovación de sus procesos productivos, debido a la adquisición de nuevas tecnologías, que vuelvan sus operaciones más flexibles y permitan con mayor fluidez la transferencia de conocimiento y versatilidad en sus procesos.

El impacto social se verá reflejado en el incentivo de creación de nuevos productos nacionales, que sean asequibles para los microempresarios, con el fin de promover el crecimiento económico y tecnológico del país, gracias a la transferencia tecnológica y la generación de nuevos empleos, que sean partícipes en el impacto nacional e internacional del desarrollo industrial de nuestro país.