

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA**



**“MODELO PARA LA APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN LA
INDUSTRIA DEL CALZADO. CASO TIPO CALZADO PARA NIÑA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

**FRANCO MENDOZA, LORENA PATRICIA
SIERRA BLANCO, HERBER ENRIQUE**

ASESOR:

ING. JORGE MAURICIO POCASANGRE

MARZO 2010

EL SALVADOR CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIA GENERAL

INGA. YESENIA XIOMARA MARTINEZ OVIEDO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÒN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JORGE MAURICIO POCASANGRE

LECTOR

ING. ROBERTO ANTONIO GORDITO

ADMINISTRADOR DEL PROCESO

ING. RIGOBERTO SILVA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA**



EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“MODELO PARA LA APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN LA
INDUSTRIA DEL CALZADO. CASO TIPO CALZADO PARA NIÑA”**

**ING. ROBERTO ANTONIO GORDITO
LECTOR**

**ING. JORGE POCASANGRE
ASESOR**

**ING. RIGOBERTO SILVA
ADMINISTRADOR DEL PROCESO**

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a Dios Todopoderoso por guiarme en el mejor camino, a María la Virgen por ser una luz en todos estos años de esfuerzo y estudio en la universidad.

A mi madre Rutilia Medarda de Sierra por su comprensión y ayuda en buenos y malos momentos; en especial a mi padre Enrique Balmore Sierra Argueta que aunque ya no se encuentra a mi lado, sé que desde el cielo está disfrutando este triunfo personal como si fuera vuestro. Mis padres que siempre me enseñaron a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y empeño yo todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mis hermanos Enrique Balmore Sierra y Brian Balmore Sierra por ser un apoyo en todos los momentos de mi vida personal y universitaria.

A mis abuelos Dina Angélica Blanco y German Sierra por sus consejos, ayuda, tiempo y dinero que me dieron con mucho amor y cariño durante mi vida universitaria los cuales siempre llegaban en el momento justo y necesario de mi vida.

A mi esposa Diana de Sierra quien ha compartido conmigo los últimos 4 años de mi carrera y quien ha sido un apoyo incondicional para que la realización de esta tesis se lleve a cabo.

A mi asesor de tesis el Ingeniero Jorge Mauricio Pocasangre quien nos ha brindado sus conocimientos respecto a la temática de Lean Manufacturing, y ha ayudado a que la presente tesis se haya realizado.

A mis profesores quienes han creído en nuestras capacidades y siempre nos alentaron ha esforzarnos en cada cátedra, al Ingeniero Carlos Francisco Morán quien nos proporcionó asesoría técnica y al Ingeniero Edgardo Cornejo por brindarnos el permiso de realizar el estudio de Lean Manufacturing y llevar a cabo de la mejor manera nuestro trabajo en la empresa en la cual él se desempeña.

Con mucho cariño,

Atentamente

Herber Enrique Sierra Blanco

"El éxito en la vida consiste en seguir siempre adelante".

Samuel Johnson

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por la salud y la vida, porque gracias a su iluminación permitió culminar felizmente este proyecto.

A mis padres y hermano, por ser la inspiración en el camino difícil que nos tocó vivir, por nunca abandonarme en cada vicisitud de la vida.

A Ana Susana Huevo, por sus consejos, su ayuda incondicional, su tiempo invertido en ser una fiel compañera en todo el camino que significó mi carrera y que supo dirigirme y dar una respuesta adecuada a cada uno de los problemas que fueron surgiendo... por su invaluable apoyo, con mucho cariño, gracias.

A Astrid Díaz Pérez, por su apoyo y ayuda incondicional en el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Jorge Mauricio Pocasangre, por su tiempo y ayuda profesional, quien ha sido el guía en todo el desarrollo de este trabajo.

A Tony Sigfredo Sosa, por su amistad y su apoyo técnico en la resolución de este trabajo.

Al Ing. Edgardo Vladimir Cornejo, por brindarme su ayuda desinteresada en la investigación de este trabajo.

Al Ing. Carlos Francisco Morán, por su disposición incondicional a proporcionarnos sus conocimientos sobre el área que desarrollamos.

A todos mis amigos, por su apoyo, cariño, ánimo, ayuda incondicional y por estar siempre cerca de mí cuando más lo he necesitado.

A todos, con mucho cariño, gracias.

Atentamente,

Lorena Patricia Franco Mendoza

“Todo aquello que hoy es una realidad antes era sólo parte de un sueño imposible”

William Blake

INDICE

Introducción	1
Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Delimitación	5
Planteamiento del problema	7
Alcance y limitaciones	9
Capítulo I. Generalidades y antecedentes de la industria del calzado y de Lean manufacturing	
1.0 Generalidades	10
1.1 Antecedentes	10
1.1.1 Antecedentes de la industria del calzado	10
1.1.1.1. Historia del calzado en El Salvador	11
1.1.1.2 Características de la industria del calzado	13
1.1.1.3 Marco legal que regula la industria del calzado	14
1.1.2 Generalidades de lean manufacturing	17
1.1.2.1 Origen del estudio	17
1.1.2.2 Origen de lean manufacturing	17
1.3 Importancia	19
1.4 Justificación	20
1.5 Proyección social y de desarrollo empresarial	20
1.5.1 Proyección social	20
1.5.2 Proyección de desarrollo empresarial	21
1.6 Marco histórico y teórico de lean manufacturing	21
1.6.1 Marco histórico	21
1.6.2 Marco teórico	22
1.6.2.1 Los principios de lean manufacturing	22

1.6.2.2 Herramientas de lean manufacturing	23
1.6.2.3 El papel de la cultura organizacional en la filosofía de lean manufacturing	24
Capítulo II. Planteamiento de la situación actual de la empresa	
2.0 Diagnóstico de la situación actual	24
2.1 Generalidades	24
2.2 Descripción general del proceso de producción del calzado	25
2.2.1 Descripción del proceso	25
2.2.2 Preparación del material	27
2.2.2.1 Área de corte	27
2.2.2.2 Área de preparación y pre-preparación	27
2.2.2.3 Área de costura	28
2.2.2.4 Avios	28
2.2.2.5 Área de montado	29
2.2.3 Diagrama de flujo del proceso del calzado	35
2.2.4 Áreas críticas del proceso	36
2.2.5 Identificación de problemas de calidad en el calzado escolar para niña	36
2.2.6 Áreas críticas del proceso en relación con los problemas detectados	38
2.2.7 Definición de prioridades en los problemas detectados	42
2.2.8 Identificación de las causas de los problemas	42
Capítulo III. Descripción de las herramientas de Lean manufacturing a utilizar	
3.0 Herramientas de Lean manufacturing a aplicar	43
3.1 Asignación de las herramientas a utilizar en la solución de los problemas identificados	43
3.2 Descripción de las herramientas de Lean manufacturing a utilizar en la resolución del problema	44
3.2.1 Sistema de “jalar”	44
3.2.1.1 El principio de jalar	45

3.2.2 Kanban	46
3.2.2.1 Propiedades de Kanban	50
3.2.2.2 Reglas de Kanban	50
3.2.3 Control visual	51
3.2.3.1 Características de control visual	52
3.2.3.2 Beneficios de control visual	52
3.2.4 Las 5 S	52
3.2.4.1 Definición de las 5 S	54
3.2.5 Justo a tiempo	57
3.2.5.1 Características de justo a tiempo	58
3.2.5.2 Beneficios de justo a tiempo	59
3.2.6 Células de manufactura	60
3.2.6.1 Características de manufactura celular	60
3.2.6.2 Beneficios de manufactura celular	61
3.2.7 Mantenimiento productivo total	61
3.2.7.1 Principios fundamentales del TPM	62
3.2.7.2 Tipos de mantenimiento	63
3.4 Descripción de la propuesta de aplicación del modelo	65
Capítulo IV. Desarrollo del modelo	
4.0 Desarrollo del modelo de aplicación para el calzado escolar para niña	68
4.1 Características de la cultura organizacional en la empresa	68
4.2 Adaptación de herramientas de lean manufacturing a las necesidades de la empresa	69
4.3 Modelo de aplicación	69
4.3.1 Situación actual	70
4.3.2 Modelo de aplicación propuesto	70
4.4 Etapas a seguir para la aplicación de las herramientas de lean Manufacturing	71

4.4.1 Implementación Kanban	71
4.4.2 Implementación Control visual	72
4.4.3 Implementación 5 S	73
4.4.4 Implementación Justo a tiempo	75
4.4.4 Aplicación de Manufactura celular	77
4.4.3 Implementación Mantenimiento productivo total	78
4.5 Tiempo de aplicación de las herramientas de Lean manufacturing a utilizar	80
4.6 Herramienta para evaluar el modelo	80
4.7 Evaluación del modelo	81
Conclusiones y recomendaciones	83
Bibliografía	85
Fuentes de consulta	86
Anexos	87
Anexo A	88
Anexo B	89
Anexo C	90
Anexo D	91
Anexo E	92
Anexo F	93
Glosario	95

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas necesitan encontrar soluciones en su modo de gestión para afrontar determinados retos a los que la competencia, el mercado y el entorno las somete. Estos retos están relacionados con: rapidez en los tiempos de entrega; desarrollo e innovación de nuevos productos; entregas en lotes más pequeños y más frecuentes; precios con tendencia decreciente; cero defectos y alta confiabilidad en los productos.

Este nuevo escenario ha ocasionado la búsqueda de nuevas alternativas en los modelos de gestión orientados a garantizar el cumplimiento de las necesidades de los clientes y, de este modo, reforzar la posición competitiva de la empresa.

Lean manufacturing es una técnica muy eficaz que actualmente trata de eliminar cualquier tipo de desperdicio y de esta manera, permitir la evolución de la industria. “Lean” es básicamente un concepto en el cual las actividades de una organización que no agregan valor, son rápidamente identificadas y minimizadas.

Mediante este modelo las empresas adoptan una filosofía de gestión basada en la mejora continua que ofrece la posibilidad de mejorar los resultados y que implica a todos los niveles de la organización. Supone una orientación radical hacia la calidad del servicio y al punto de vista del cliente.

Bajo este contexto, el presente documento, expone el diseño de un modelo de aplicación de manufactura esbelta o “Lean Manufacturing” en la industria del calzado, este estudio se concentrará en la mejora continua de procesos y productos en la línea de calzado escolar para niñas.

El Capítulo I, expone las generalidades y antecedentes de la industria del calzado en el país y explica la evolución de empresas que han concretado un sólido prestigio en la industria del calzado, tanto nacional como internacional.

Además, presenta las generalidades de lean manufacturing, importancia, principios y herramientas que proporciona ésta manera de pensar en el mundo empresarial.

El Capítulo II, plantea la situación actual de la empresa, describiéndose el proceso de producción, identificando problemas de calidad en el producto, los puntos críticos del proceso y buscando las posibles causas de los problemas.

El Capítulo III, describe las herramientas de Lean manufacturing que serán utilizadas en la resolución del problema encontrado.

El Capítulo IV, plantea el desarrollo del modelo de aplicación para el calzado escolar para niña, enfocando el punto de vista de la cultura organizacional aunado a sus características que influirán en el curso de la aplicación de Lean manufacturing.

Finalmente, plantea las ventajas del modelo de aplicación propuesto que beneficiará, por su filosofía de mejora continua, todas las operaciones de la empresa.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Diseñar un Modelo de aplicación de Lean manufacturing para una empresa especializada en la elaboración de calzado, en la línea de calzado escolar para niña.

Objetivos Específicos

- Describir el proceso de fabricación del calzado para niña.
- Elaborar un diagnóstico o evaluación del proceso de fabricación del calzado para niña.
- Realizar un análisis del proceso de la elaboración del calzado para niña.
- Identificar las fallas del proceso de fabricación del calzado para niña en la empresa y sus posibles causas.
- Detectar las áreas problema en el proceso de fabricación del calzado escolar para niña.
- Identificar problemas en el área donde se desarrolla el proceso del calzado para niña.
- Establecer las prioridades de los problemas encontrados, definiendo los puntos críticos que requieren mayor atención en el proceso.
- Analizar cuáles de las herramientas de Lean manufacturing son aplicables en la empresa de acuerdo a los problemas encontrados en las distintas áreas.
- Adaptar herramientas de Lean manufacturing a las problemas del proceso de fabricación del calzado escolar para niña.

- Elaborar un modelo de aplicación de herramientas de Lean manufacturing para la solución de los problemas encontrados en la empresa.
- Reducir el lead time en el proceso de fabricación del calzado escolar para niña.
- Realizar una evaluación del modelo de aplicación propuesto.

DELIMITACIÓN

Geográfica:

La empresa prototipo a la cual se le realizará la aplicación de Lean manufacturing se dedica a la fabricación de calzado: deportivo, zapatos de PVC, sandalias y zapatillas, botas de cuero genuinos, zapatos para mujer de tacón alto, zapatos de vestir para hombres, así como una amplia variedad de zapatos casuales o informales para hombres y mujeres, etc.; esta empresa será seleccionada dentro del área de San Salvador, específicamente en los alrededores de Soyapango.

Clasificación de la Empresa Prototipo:

Según la División de Censos y Encuestas Económicas de 2000 del Sistema de Control de Códigos, la empresa prototipo está clasificada en el Listado de Código CIU de la siguiente manera:

Clasificación CIU:

- Categoría de tabulación: **D** - Industrias manufactureras
- División: **19** - Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y guarnicionaría, y calzado
- Grupo: **192** - Fabricación de calzado
- **Clase: 1920 - Fabricación de calzado**

En esta clase se incluye la fabricación de calzado para todo uso (excepto el calzado ortopédico) de cualquier material (excepto el asbesto u otro material textil sin suela aplicada), mediante cualquier proceso, incluido el moldeado.

Las materias primas pueden ser cuero, caucho, plástico, materiales textiles, madera y otros materiales, y los procesos de fabricación pueden consistir en corte y costura, engomado, moldeado o cualquier otro proceso.

También se incluye la fabricación de botines, polainas y artículos similares, y de partes del calzado, tales como capelladas y partes de capelladas, suelas y plantillas, etc., de todo tipo de material.

Tipo y Universo de la Empresa Prototipo:

Se ha considerado como sujeto de análisis la empresa prototipo según la clasificación de la empresa grande de acuerdo al siguiente parámetro:

- 100 a más empleados (empresa grande)

Según la cámara de comercio de El Salvador se ha clasificado la empresa según su actividad económica ¹

TAMAÑO DE LA EMPRESA SEGUN NUMERO DE EMPLEADOS

CLASIF.	4 y menos	PYME			100 y más	Total
		5 a 9	10 a 49	50 a 99		
Industria	569,561.48	85,832.11	355,148.68	175,147.65	368,233.48	1,553,923

Tabla 1. Tamaño de la empresa según número de empleados.

Producto en Estudio:

La línea seleccionada para la realización del estudio en la empresa será el proceso de fabricación de calzado escolar para niña, por su amplia demanda y producción constante durante todo el año.

¹ Fuente: <http://www.camarasal.com/pymes.php>
 Fecha de consulta: 10 de enero de 2010

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Situación problemática actual en el sector industrial del calzado.

En la actualidad la industria del calzado salvadoreño ha producido un mayor auge en el país, por ende, crea una mayor competitividad; por ello, es necesario que las empresas del país apliquen lean Manufacturing, para que de esta manera puedan tener los beneficios que este modelo ofrece; al realizar una investigación general, de las distintas empresas del calzado en El Salvador, en su mayoría, se encuentran con el problema que no generan las ganancias ideales; ya que las líneas de producción desarrolladas generan desperdicios excesivos, mantienen inventarios muy altos y los costos de producción para lotes pequeños son extremadamente elevados, lo cual es preocupante para el nivel competitivo de la industria.

Al analizar el proceso productivo de la empresa, para elaborar calzado escolar para niña, se encontró que el flujo de producto no es constante en cada estación de trabajo, el cual produce una serie de desperdicios que afectan directamente a toda la línea de producción.

Algunos tipos de despilfarros causados por el flujo discontinuo de manufactura en la línea de producción:

- ✓ La distribución en planta actual, permite el retroceso de distintas operaciones en ciertas áreas, lo cual contribuye a que no exista un flujo continuo entre los centros de trabajo.
- ✓ El alto volumen de inventario entre los centros de trabajo, genera una presión importante en las finanzas de la compañía e impacta negativamente en los resultados de la empresa.
- ✓ El mantenimiento no planificado, contribuye a los retrasos en la línea de producción, ya que solamente se espera a que la máquina falle para aplicar un mantenimiento correctivo.

- ✓ Dificultad para identificar el lugar donde están ubicados los lotes que entran a proceso y los que ya fueron procesados.
- ✓ Desorden en la ubicación de canastas designadas a las distintas líneas de acuerdo a su color.
- ✓ No existe un indicador visual que avise al encargado de proveer materiales a la línea una señal de desabastecimiento de producto para proceso.
- ✓ Material en espera de otros accesorios sintéticos para continuar proceso: lo cual dificulta el flujo continuo en la línea de producción y genera demoras en el centro de trabajo donde es requerido.
- ✓ Material para proceso sin la debida identificación, donde debe detallarse: cantidad de piezas, estilo, color entre otros.
- ✓ Mezcla de piezas en canastas debido a la inapropiada manipulación de los mismos desde los centros de trabajo precedentes.
- ✓ El inadecuado diseño de flujo de materiales ocasiona que el inventario de canastas sea insuficiente para depositar los distintos lotes que serán procesados en cada centro de trabajo, lo cual produce que se encuentre más de un lote en cada canasta.
- ✓ Control de calidad deficiente: se encuentran muchos defectos que debieron haber sido descubiertos y corregidos durante el proceso, y no hasta llegar al final de la línea de producción.

Teniendo en cuenta los distintos tipos de despilfarros de la industria del calzado se decidió como una buena opción la aplicación de Lean Manufacturing, ya que en países desarrollados como México, Japón, Estados Unidos entre otros, ha tenido éxito, por su enfoque en el flujo del proceso y la mejora continua, esto facilita el control y solución de los distintos problemas generados dentro de la industria.

Con esta aplicación se pretende que las empresas del país lo implementen adecuadamente, de tal forma que pueda obtenerse los beneficios que brinda lean Manufacturing.

ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCE

Proponer un modelo para la aplicación de lean manufacturing a las empresas del calzado, para que de esta forma, se identifiquen las opciones de mejora disponibles de la empresa.

Dado que las empresas buscan ser más competitivas en los mercados continuamente crecientes, el modelo de aplicación de lean manufacturing será una de las alternativas viables de mejora continua en el área problema donde se necesite implementar.

LIMITACIONES

Información

La información del Departamento de Control de calidad y mantenimiento de la empresa es confidencial, debido a esto se hicieron varias observaciones a la línea de producción de zapato escolar para niña para poder obtener la información necesaria esto nos dificulta ya que no podemos tener un historial estadístico más amplio de los problemas ocasionados en la línea.

Sector industrial

El diseño del modelo se enfocará en la industria del calzado, en la línea de producción de zapato escolar para niña.

Tiempo para desarrollo del estudio

El análisis se realizará en un plazo no mayor a 11 meses (iniciando en octubre 2009 y finalizando en marzo 2010).

CAPITULO I. Generalidades y antecedentes de la industria del calzado y de Lean manufacturing.

1.0 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes de la Industria del Calzado

La industria del calzado ha existido desde que el hombre intencionalmente transformó la materia prima y la convirtió en un producto distinto de aquel del cual se derivó.

Esta actividad ha atravesado por diferentes etapas, que le han convertido en un componente importante dentro del sector económico a nivel mundial.

El uso del calzado se remonta a la época antigua, donde los Egipcios, Fenicios y Hebreos usaban sandalias y zapatillas de hoja de palma o papiro. Además usaron un tipo de zapatos hechos de pedazos de cuero cosidos las cuales eran sujetadas a los pies por correas, que protegían los dedos de los pies y otros de suela gruesa escotados y punta levantada².

En la antigua Grecia se encuentra gran variedad de calzado, desde la sandalia consistente en una suela de madera y correas, hasta verdaderos zapatos reforzados con clavos y botines hasta el tobillo los que brindaban una mayor elegancia.

Entre las distintas clases de calzado que usaban los griegos figuran el sandalón o sandalión, a esta misma clase de calzado correspondía la crépida que usaban los militares y el endromis usado por los corredores y que se sujetaba a las piernas por medio de grandes correas.

En el Imperio bizantino aparecieron zapatos más cómodos parecidos al calzeus romano, negros para el pueblo, rojos y amarillos para los personajes de clase alta.

² Glorier Internacional, Enciclopedia El Nuevo Tesoro de la Juventud, Tomo XIV

Los etruscos se distinguían por la riqueza de su calzado, que hacían con hormas y a la medida, de tal manera que en Roma se gastaba mucho dinero en consumir calzado hecho en Etruria (antiguo estado de Italia), los pobres usaban calzado de madera, y los campesinos se envolvían los pies con una especie de escaarpines de lana o piel de cabra llamadas udones.

A partir del siglo XII se comenzó a usar la bota o zapato de punta alargada, estrecha y sujeta al empeine del pie con hebilla o cordones; la invención del tacón trajo consigo una modificación en la forma de los zapatos y botas, especialmente los de la mujer que por este medio les permitía parecer de una estatura mayor, se usaban también zapatos con tacón bajo adornado con anchas y costosas hebillas.

En el siglo XIX, en Francia en las reuniones elegantes los hombres usaban zapatos de charol y las mujeres zapatos de seda o raso haciendo juego con el vestido; esta moda duró hasta la primera guerra mundial en los años 1914-1918.

Los procedimientos empleados por los egipcios hace tres mil años eran muy semejantes a los que se emplean en la actualidad, mientras otras industrias han ido evolucionando, siguiendo el ritmo del tiempo, el arte de curtir cuero permanece relativamente estacionario.

1.1.1.1 Historia del Calzado en El Salvador.

En la década de los años 40's el uso de la maquinaria para la fabricación de calzado estaba limitada a modelos sencillos, que en su mayoría era operada manualmente y se desconocía la producción en serie.

La utilización de esta maquinaria provocó por mucho tiempo una fuerte resistencia del gremio de zapateros, por considerar esta medida un grave atentado a sus intereses, argumentando un alto grado de desempleo.

Antes de la década de los 50's el calzado era fabricado exclusivamente en forma artesanal, gran parte de la población utilizaba zapatos llamados caites, el cual era

un tipo de calzado con suela de hule de fácil fabricación y bajo costo, en este entonces la composición del calzado era básicamente de cuero, tanto en la piel como en la suela, principalmente estos eran fabricados con cuero de res, el cual era cocido a mano, pegado o clavado y las máquinas que se utilizaban eran únicamente para darle un acabado a la piel.

La producción en serie inicia en la década de los 50's en donde el calzado era fabricado básicamente de cuero, caucho y hule, desarrollando un mercado más amplio y diversificado en cuanto a satisfacción de gustos y necesidades.

En esta década es donde comienza la inversión de las fábricas de calzado, las cuales eran capaces de producir 2,000 pares de zapatos diarios, y que competían con una artesanía y una producción manufacturera simple que monopolizaba el sector; una de estas fábricas es la que se construyó con el nombre de " Calzado Salvadoreño S.A. ", la cual hoy en día se conoce con las siglas de "ADOC, S.A.", que significa: `AD` "Propósito", `HOC` "a la medida", la cual instaló su planta desde sus inicios en el Boulevard del Ejército Nacional, llamado anteriormente "Boulevard de Ilopango " y actualmente ubicada en la Colonia Montecarmelo.

En la década de los 70's, se fueron formando nuevas empresas derivadas de ADOC: División de Hules y Plásticos, Tenería Ateos, Fiasa, Valeria y Duramas. También surge la Asociación Salvadoreña de Industriales del Calzado (ASICA), la cual es una gremial de la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI).

Tanto ADOC, S.A. como Industrias Caricia S.A. de C.V e Industrias Laurent, S.A. de C.V., se han convertido en una historia de perseverancia en la Industria del Calzado, lo que surgió como un encargo, hoy son las empresas más grandes que fabrican y distribuyen calzado en El Salvador y Centro América, donde esperan mayor crecimiento con la apertura de los Tratados de Libre Comercio.

De una reparación de pantuflas se creó Industrias Caricia S.A. de C.V: "Un vendedor de ropa interior, quien por razones de seguridad prefirió el anonimato y que trabaja para una de las empresas multinacionales, tuvo necesidad de llevar sus pantuflas a que se las reparara un zapatero. Un día cuando visitaba a un

cliente, éste al verle las pantuflas refaccionadas entre las muestras de ropa interior le pregunto si también las distribuía, a lo cual el vendedor le respondió que sí, he inmediatamente le ordenó un pedido, por lo que presuroso corrió hacia el zapatero para que se las fabricara, y así inicia un pequeño taller que en la actualidad conocemos como Industrias Caricia³.”

“Caricia” inicio sus operaciones en 1971, con un pequeño taller y poco a poco empezaron a innovar sus líneas de calzado y comenzaron a abrir más tiendas en todo el país, donde distribuyen marcas tales como: Truck, Golden Tag, Forastero, Turbo y la recién lanzada línea de Tacos mundialistas entre algunos; ésta fábrica de calzado en la actualidad es propietaria de 59 tiendas “Lee Shoes”, en todo el país y más de 600 Distribuidores mayoristas, 14 Sucursales en Guatemala, Costa Rica, Honduras y República Dominicana.

1.1.1.2. Características de la Industria del Calzado.

El sector Industria del calzado en El Salvador se caracteriza por:

- a) Satisfacer una necesidad primaria del ser humano, como lo es el vestuario.
- b) Ser una fuente generadora de empleos.
- c) Tener un alto potencial para desarrollar los niveles de producción.
- d) Contribuir a la generación de divisas.
- e) Fabricar una diversidad de estilos de zapatos para satisfacer a la demanda.
- f) Ser un sector con un buen porcentaje de participación dentro de la economía, ya que a pesar de todos los problemas socioeconómicos y políticos que ha sufrido el país en el transcurso de los años ha logrado su desarrollo económico.

³ Diario El Mundo, Suplemento Económico, Lunes 06 de Mayo de 2002, Pág. 14

1.1.1.3 Marco Legal que Regula la Industria del Calzado⁴

El mercado de la Industria del Calzado se encuentra regulado principalmente por las Leyes siguientes:

- Ley de Protección al Consumidor: Esta genera condiciones óptimas para incrementar la producción de bienes, propiciando a su vez la defensa de los intereses de los consumidores. Así mismo fortalece las condiciones de nuestro país para su incorporación en el proceso mundial de la Globalización, garantizando la participación de la empresa privada en el desarrollo económico de nuestro país, fomentando la libre competencia y confiriendo a los consumidores los derechos necesarios para su legítima defensa.

La Ley de Protección al Consumidor, tiene por objeto salvaguardar el interés de los consumidores estableciendo normas que los protejan del fraude o abuso dentro del mercado.

- Ley de Impuesto sobre la Renta: Tiene como finalidad la obtención de la Renta de manera obligatoria para las personas naturales y jurídicas.

Las Empresas que fabrican calzado son personas jurídicas, las cuales están obligadas a declarar las utilidades netas del ejercicio antes de impuesto.

- Reglamento de la Ley del Impuesto sobre la Renta: Tiene como finalidad regular con carácter general y obligatorio los alcances en materia procedimental, lo que concierne a la Ley del Impuesto sobre la Renta.

- Ley de Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios (IVA): Tiene como finalidad la obtención de cobrar un impuesto indirecto por la venta de bienes y servicios al consumidor final, ya que éste es el último que los paga.

- Reglamento de la Ley del Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios (IVA): El presente reglamento tiene como finalidad

⁴ “Recopilación de Leyes tributarias”. Lic. Ricardo Mendoza Orantes. Editorial Jurídica salvadoreña. 49ª Edición, 2010.

principal, regular con carácter general y obligatorio la Ley del Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios (IVA), para la correcta aplicación de la misma.

- Ley de la Superintendencia de Obligaciones Mercantiles: Regula en materia de vigilancia por parte del Estado sobre los comerciantes, tanto nacionales como extranjeros y sus administradores en cuanto al cumplimiento de sus obligaciones mercantiles y contables.
- Ley de Registro de Comercio: Proporciona plena seguridad jurídica al tráfico mercantil, como asegurar los derechos de propiedad industrial y de propiedad literaria; regula, determina la naturaleza, fines y materias propias de la inscripción de las matriculas de comercio, balances generales, patentes de inversión, marcas de comercio, fábrica y demás distintivos comerciales, nombres comerciales, derechos reales sobre naves, derechos de autor y los actos y contratos mercantiles, así como los documentos sujetos por la ley a esta formalidad.
- Ley de Reactivación de las Exportaciones: Tiene por objeto promover la Exportación de Bienes y Servicios, fuera del área Centro Americana, a través de instrumentos adecuados que permitan a los titulares de Empresas exportadoras, la eliminación gradual del sesgo antiexportador, generado por la estructura de protección a la industria de sustitución de importaciones.
- Ley del Seguro Social: De acuerdo al artículo 50 de la Constitución, la seguridad social constituye un servicio público de carácter obligatorio, donde para el pago de la seguridad social contribuirán los patronos, los trabajadores y el Estado en la forma y cuantía que determine la ley.
- Ley de las Administradoras de Fondo de Pensiones: Partiendo de la premisa que el Estado es el responsable de facilitar a los Salvadoreños los mecanismos necesarios que brinden la seguridad económica para enfrentar las contingencias de Invalidez, Vejez y Supervivencia, decreta la Ley de Ahorro para Pensiones, que regula específicamente lo relativo a la administración, gestión y control de las pensiones.

- Ley de Arbitrios Municipales: Las Empresas están obligadas a inscribirse aperturando su cuenta en la Alcaldía Municipal del municipio del domicilio donde se encuentra ubicada la misma, presentando una declaración jurada del monto de sus activos según Balance, anexando fotocopia de la escritura de Constitución de la sociedad, Balance de la Empresa y Cédula de Identidad Personal del representante legal o Administrador Único.
- Código Municipal: Tiene como finalidad establecer los principios básicos y el marco normativo general que requieren los municipios para ejercitar y desarrollar su potestad tributaria.
- Ley del Medio Ambiente: La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República de El Salvador, que se refiere a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general y asegurar la aplicación de los Tratados o Convenios Internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.
- Código de Trabajo: Tiene por objeto principal armonizar las relaciones entre el capital y el trabajo y se fundamenta en principios que tienden al mejoramiento de las condiciones de vida de los trabajadores.
- Código de Comercio: Señala las disposiciones reguladoras por lo respectivos usos y costumbres, aplicables a los comerciantes, los actos mercantiles y las cosas mercantiles.
- Código Tributario: Los objetivos están enmarcados en crear un marco legal unificado que facilite el cumplimiento de las obligaciones tributarias, desarrollar los derechos de los administrados, mejorar las posibilidades de control por parte de la Administración y garantizar un adecuado flujo de recursos financieros que permitan atender las responsabilidades que competen al estado.

- Reglamento del Código Tributario: El presente reglamento tiene como finalidad principal, regular con carácter general y obligatorio la aplicabilidad del Código Tributario, para una correcta aplicación del mismo.

1.1.2. GENERALIDADES DE LEAN MANUFACTURING

1.1.2.1. Origen del estudio

El presente estudio surge de la necesidad que está teniendo la industria del calzado salvadoreña de mejorar sus niveles de competitividad, tanto a nivel nacional como extranjero, ya que obtienen demasiados desperdicios en el proceso, lo cual le ocasiona gastos innecesarios y pérdidas significativas para la empresa; por esta razón, surge la idea de presentar un diseño de un modelo para la aplicación de Lean Manufacturing para el sector industrial del calzado.

1.1.2.2. Origen de Lean Manufacturing.

Aun en nuestros días existen grandes confrontaciones entre estadounidenses y japoneses acerca de quién inventó o dónde se originaron realmente los conceptos-principios en los cuales se basa Lean Manufacturing. Sin lugar a dudas que muchos de éstos fueron desarrollados por Henry Ford con su sistema de producción en línea a inicios del siglo XX, con la cual aportó la estandarización de partes y los sistemas comunes de medición, que no existían en la época artesanal, y con lo cual redujo costos, utilizó operarios poco calificados en operaciones pequeñas y estableció el flujo (uno de los conceptos básicos de la Lean manufacturing, el flujo del proceso). En ese momento estas innovaciones de Henry Ford desarrollaron y revolucionaron totalmente la industria automotriz, el Modelo T, mostró la optimización de un modelo y abatió mucho los costos con sus sistemas de producción, sin embargo, Ford se resistió a cambiar el modelo.

En aquel momento surgió otra empresa en los Estados Unidos, General Motors, que comenzó a ofrecer más variedades de modelos y le quitó mercado a Ford; sin embargo, tampoco cambiaron sus grandes sistemas de producción y empezaron a tener problemas como altos costos de inventarios, máquinas muy especializadas (de propósitos especiales y no generales), herramientas pesados y costosos que tomaban mucho tiempo en cambiarse, por lo cual fabricaban corridas muy largas que provocaban muchos inventarios, cuyos costos comenzaron a subir porque se tenían que almacenar; asimismo, tenían altos desperdicios, grandes espacios de planta sin una utilización productiva, cambios de diseño costosos.

Terminada la Segunda Guerra Mundial, en la posguerra, Japón con pocos recursos, pero con grandes especialistas como William Edwards Deming, gurú de la calidad, Joseph M. Duran, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyoda, entre otros, empezó a visualizar las cosas de otra manera, ya no como occidente, y para competir en el mercado automotriz producto de la posguerra comenzaron a hacerlo con pocos modelos y pocos recursos, etc., pero fueron optimizando sus sistemas de producción.

En esas épocas Estados Unidos abrió sus fronteras y se concentró en el mercado mundial, por lo cual fue hasta finales de los años 1980's que se da cuenta que Japón le estaba quitando el mercado en la industria automotriz y surge el interés estadounidense por saber qué había hecho Japón que finalmente lo estaba haciendo mejor que ellos, razón por la cual les estaban ganando el mercado en la industria automotriz entonces el Instituto Tecnológico de Massachusetts (conocido como MIT por sus siglas en inglés), creó un grupo de tres personas: James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos a quienes enviaron a Japón a estudiar qué estaba pasando en la industria automotriz japonesa.

De su experiencia en Japón, estos tres especialistas publicaron un libro que se llamó "The Machine that changed the World" (La máquina que cambió al mundo), con el cual se originó toda la historia de la Lean manufacturing. Con esta obra occidente se dio cuenta que había una manera diferente de hacer las cosas y los

autores acuñaron y/o introdujeron el concepto Lean Manufacturing para referirse, desde luego, al Sistema de Producción Toyota (los japoneses no le llaman Lean Manufacturing, para ellos la técnica que desarrollaron en la industria automotriz y que compartieron al mundo es el Sistema de Producción Toyota).

A partir de la investigación realizada en la evolución del sector automotriz mundial y cómo la industria japonesa alcanzó y sobrepasó a la norteamericana y a la europea haciendo uso, primordialmente, de muchas herramientas de carácter administrativo en la planta de producción, muchas empresas alrededor del mundo incorporan esos principios.

La investigación igualmente arrojó como resultado que no todas esas herramientas constituían innovaciones, sino que eran principalmente utilidades efectivas de muchas otras herramientas ya existentes, orientales y occidentales, que se adaptaban al tipo de industria y de cultura en la que debía ser implantada.

1.3. IMPORTANCIA.

Cada empresa busca ser competitiva en el mundo globalizado en el que se está desarrollando la industria actual; por lo cual, cada una está en constante dinámica empresarial: cambiando métodos, diseñando estrategias, implementando sistemas, herramientas e invirtiendo recursos esperando resultados satisfactorios.

Sin embargo, las empresas de la industria del calzado han ido desarrollándose y modificando sus procesos para crearse un alto nivel de competitividad y productividad. Lean Manufacturing genera los siguientes beneficios⁵:

- Reducción de costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega

⁵ <http://mate-pastor.blogspot.com/2008/06/manufactura-esbelta.html>

- Mejor calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de desperdicios: sobreproducción, tiempo de espera (retrasos transporte, el proceso, inventarios, movimiento y mala calidad)

Bajo esta cantidad de beneficios se puede decir que lean manufacturing es un pasaporte para el éxito de toda empresa, y a la vez serán más competitivas tanto con empresas nacionales como internacionales.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad muchas empresas están utilizando técnicas para mejorar los procesos, y de esta manera continuar compitiendo en el mercado.

Al aplicar el modelo Lean Manufacturing, se genera para los interesados un alto nivel de utilización de los recursos disponibles. Al implementar el modelo propuesto se podrá comprobar la optimización de aspectos tales como calidad, costos, impacto ambiental, aumentar el nivel de competitividad, en comparación de las distintas técnicas que son utilizadas en las empresas.

1.5. PROYECCIÓN SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL.

1.5.1. PROYECCIÓN SOCIAL.

A través de la aplicación del modelo Lean Manufacturing se podrán tener beneficios de carácter social, como el siguiente:

- Participación activa de los trabajadores en todo el proceso de producción del calzado escolar para niña, ya que cada uno será responsable de la calidad del producto en cada fase del proceso.

1.5.2. PROYECCIÓN DE DESARROLLO EMPRESARIAL.

Este estudio va enfocado a brindar oportunidades de desarrollo y mejora en el proceso de fabricación del calzado escolar para niña; ya que la aplicación de modelos permite hacer empresas más eficientes, como es el caso de Lean Manufacturing.

Este modelo ofrece un amplio nivel de desarrollo de mejora continua a todos aquellos interesados en la industria; este reduce los costos y el despilfarro en las diferentes etapas del proceso, esto hace que las empresas logren un alto nivel de competitividad.

Lean manufacturing es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir cualquier tipo de despilfarro.

1.6. MARCO HISTÓRICO Y TEÓRICO DE LEAN MANUFACTURING

1.6.1. MARCO HISTÓRICO.

¿Qué es Lean Manufacturing?

Son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no es requerido⁶.

Los principales objetivos de Lean manufacturing, son, desarrollar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías eliminar los desperdicios en

⁶ http://www.grupogalgano.com/servicio_cliente/funcional/operaciones/index.php?lng=es

todas las áreas (desde el departamento de compras de materias primas, hasta servicio al cliente, pasando por recursos humanos, finanzas, producción y bodega), reducir sus costos, mejorar los procesos, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

1.6.2 Marco Teórico.

Para el desarrollo del estudio se requiere del conocimiento de distintas herramientas, principios, filosofías entre otros tipos de conceptos.

1.6.2.1 Los principios de lean manufacturing son:

- Calidad perfecta desde la primera vez: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio)
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información
- Procesos "pull": los productos son jalados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el inicio de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

Lean Manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida⁷:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

1.6.2.2 Herramientas Lean Manufacturing

Dentro de las herramientas que se utilizan para la reducción de desperdicios por medio de Lean Manufacturing se encuentran:

- Etiqueta de instrucción (Kanban)
- Sistema de jalar
- 5 S
- Control visual
- Justo a tiempo
- Manufactura Celular
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Producción Nivelada (Heijunka)
- Verificación de Proceso (Jidoka)
- Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)
- Mejora continua (Kaizen)

⁷ http://www.grupogalgano.com/servicio_cliente/funcional/operaciones/index.php?lng=es

El orden correlativo de cada herramienta no influye en el momento de aplicación de cada una de ellas.

1.6.2.3 El papel de la cultura organizacional en la filosofía de Lean manufacturing.

El concepto de una organización lean implica equipos de trabajo, flexibles y motivados, donde el rol de los líderes y supervisores es motivar, entrenar y facilitar el trabajo de todos, agregando valor, en lugar de sólo dar órdenes y repartir instrucciones de lo que se debe realizar.

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

2.0 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. GENERALIDADES.

La empresa seleccionada para este trabajo, está dedicada primordialmente a la fabricación de diversos estilos de calzado.

Actualmente, el área de producción cuenta con 6 líneas donde se elaboran distintos estilos de productos que poseen operaciones similares entre sí; algunas diferencias se acentúan desde el número de piezas hasta su textura y colores, etc.

La empresa a través de los tiempos ha sido un símbolo de buena calidad en los mercados de calzado casual, deportivo y de trabajo. Pero la competencia en esta industria como en otras es incesante, por lo cual, cada empresa busca mejorar sus procesos, minimizar costos, disminuir tiempos de entrega al cliente, etc. De tal manera, que se pretende enfocar el presente trabajo en el diseño del modelo de manufactura esbelta en la industria del calzado escolar para niña, ya que este producto es fabricado en altos volúmenes durante todo el año.

En los últimos meses, la empresa ha optado por elaborar un análisis del proceso productivo actual y rediseñar un mejor flujo de materiales a través de la línea de producción.

En esta planta se pueden usar muchos tipos de materiales para producir variedad de calzado incluyendo: zapatos de PVC, sandalias y zapatillas, botas de cuero genuinos, zapatos para mujer de tacón alto, zapatos de vestir para hombres, así como una amplia variedad de zapatos casuales o informales para hombres y mujeres.

Los beneficios que pueden obtenerse de esta planta capaz de producir una amplia variedad de tamaños y estilos de calzado son obvios, particularmente desde el punto de vista de la comercialización. Otro beneficio importante se da en la operación de la planta, donde estos calzados pueden ser hechos de una gran variedad de materiales incluyendo cuero, cuero sintético, etc.; así como también, suelas de PVC, hule, poliuretano, etc. de muy alta calidad, variedad, durabilidad y precio.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CALZADO.

2.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO⁸

Esta planta puede producir gran variedad de calzados, aunque no es posible realizar una descripción de todos los tipos de calzado; el proceso de producción de calzado escolar es el más representativo en la empresa, debido a su alto volumen de producción y demanda constante en todo el año.

La descripción del proceso productivo del zapato escolar para niña desde la recepción de materiales hasta convertirse en producto final, es el siguiente:

1. Bodega (Almacenamiento de materiales): la elaboración de calzado sintético se inicia con la recepción de insumos en la fábrica. Se tienen

⁸[http://www.google.com/Planta+de+produccion+de+calzados en El Salvador](http://www.google.com/Planta+de+produccion+de+calzados+en+El+Salvador)

clasificados y ordenados el tipo de material, piel sintética, tintas, lacas, suelas, adhesivos.

2. Minibodega (Transporte al área de proceso): se encarga de proveer los materiales seleccionados y se transportan al área de producción.
3. Área de corte (corte de piezas del calzado): 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.
4. Área de preparación y pre-preparación (Maquinado de corte), se requieren varios procesos:
 - Foliado: es la impresión de los forros de la clave, numero de lote, modelo numero de par, tamaño o medida del zapato; 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.
5. Aparado (unión de piezas): se reúnen las piezas de un lote para su posterior elaboración de costura. Cada zapato lleva de 7 a 12 piezas según el modelo.
6. Montado (ensamble del calzado): 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.

En la línea de montaje se realizan adicionalmente las siguientes operaciones:

- **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 la plantilla se pintan los cantos de suela y forros, se realiza el lavado de corte y forros con jabón especial; se desmancha el zapato de residuos del proceso productivo.
- **Pigmentado:** esto se realiza con el objetivo de uniformizar el color, se retoca con laca para darle brillo.
- **Empaque:** se imprime el número de modelo del calzado y se guarda el producto en cajas de cartón.
- **Almacenamiento de producto terminado:** una vez empacado se procede a clasificar los zapatos terminados en anaqueles por estilo y número.

2.2.2. PREPARACIÓN DEL MATERIAL

2.2.2.1 Área de corte

En esta área se realizan las siguientes operaciones:

✓ Corte de Cara superior (Pala)

Los materiales utilizados en la producción de la pala del calzado son cortados en segmentos pequeños por una máquina cortadora automática. El tamaño y la forma de cada segmento están determinados por el molde de corte. Si el material

utilizado es cuero, entonces primero debe ser gastado o rebajado al grosor deseado.

2.2.2.2 Área de preparación y pre-preparación

Está compuesta por dos áreas que realizan operaciones continuas entre si: preparación común y segunda preparación.

En preparación común se realizan las siguientes operaciones: desbaste, rayado, prensar casquillos.

Las piezas que posee cada lote deben ser plegadas, sujetadas o atadas antes de ser transportadas al área de costura (aparado).

2.2.2.3 Área de Costura o Aparado

En esta área los segmentos plegados son cosidos para formar la pala del calzado. Una puntera termoplástica es diseñada para proporcionarle soporte a la punta del calzado, éstos son producidos e insertados por una máquina sopladora de punteras. En este punto, la pala queda lista para su montaje posterior.

2.2.2.4 Avios

El proceso de elaboración de la plantilla del zapato y los diversos tipos de suelas se realizan en el área de avios. A continuación una breve descripción de cada componente elaborado en esta área:

✓ Plantilla

Las suelas y tacones pueden ser hechos de PVC o de una amplia variedad de materiales como cuero, caucho, corcho, y cuero sintético. Las suelas y los tacos que no son producidos de PVC, son hechos por agrupado de materiales preformados.

✓ Suelas y tacones

El proceso de producción de suelas y tacones de PVC, descritos debajo, también es el proceso de producción inicial de sandalias, zapatillas y zapatos de PVC.

- a) Cantidades apropiadas de colorantes y formadores son añadidos al PVC y mezclados hasta obtener una textura consistente.
- b) Luego, esta mezcla es colocada en el tanque de almacenamiento de la máquina moldeadora de inyección directa.
- c) Seguidamente se sujetan los moldes en la máquina de inyección directa.
- d) Después, la máquina calienta, mezcla e inyecta la mezcla de PVC en la cavidad del molde en forma automática.
- e) Una vez solidificados, se abren los moldes y se desalojan los calzados o las suelas, según sea el caso.

Los tacos y las suelas pueden ser comprados de suministros externos o producidos por el área de avios. El tacón es cementado, cubierto con un levantador de tacón, luego sellado con un levantador de planta. Finalmente, el taco es cementado con la planta.

✓ **Inspección**

- a) Los calzados son examinados visualmente para encontrar algún defecto, luego son empaquetados, almacenados.
- b) Las suelas de PVC son enviadas al área de montaje.

2.2.2.5 Montado

Las principales operaciones en el área de montado son:

✓ **Colocación de Horma**

La plantilla es clavada a la horma y el reverso de la pala es moldeado a la forma de la horma por una máquina diseñada especialmente para esa finalidad. La pala es colocada en la horma y armada por esta máquina.

✓ **Formado**

La suela es cementada a la pala usando un pegamento de alta resistencia y colocada en un calentador. La suela es prensada para asegurar el proceso de sellado en la máquina pegador de suelas.

✓ **Colocación y empaque**

El calzado es enfriado y removido de la horma. Luego, el taco es clavado en este con una máquina. Una placa es insertada en el calzado. Cualquier hilo u otro material de desecho son obtenidos por un soplador de aire caliente. Luego, el calzado es limpiado, inspeccionado y empaquetado.

✓ **Acabado, Inspección y empaque**

Cualquier hilo u otro material de desecho son obtenidos por un soplador de aire caliente. Las agujetas y las plantillas son colocadas en los calzados.

Luego, el calzado es limpiado e inspeccionado para encontrar algún defecto y finalmente empaquetarlo en cajas.

CUADRO RESUMEN DEL PROCESO DE MONTADO

N°	OPERACION	DESCRIPCION	OBJETIVO
1	Premoldeo de Talón	Se coloca el corte en una máquina para poder moldear el talón del corte.	Darle la forma adecuada al talón
2	Clavar planta a horma	Se coloca la cara inferior de la horma con la planta y se clava mediante dos o tres grapas.	Sujetar la planta a la horma para tener una base en la cual se ensamble el corte
3	Cementar bordes	Se coloca látex en los extremos de la parte inferior del corte.	Preparar el que pueda ser capaz de ser sujetado en la horma
4	Horneo de Corte	Se coloca el corte en un horno para ablandar el pegamento y el cuero para posteriormente moldearlo	Activar el pegamento y ablandar el cuero

Cuadro 1. Operaciones del área de montado.

N°	OPERACION	DESCRIPCION	OBJETIVO
5	Montar punta	Se coloca el corte dentro de la horma, posteriormente se ingresa el corte y la horma a una maquina que fija la punta a la horma	Estirar la punta del corte para que el corte adquiera la forma de la horma
6	Montar lado	Se estira los extremos del corte sobrantes de los lados de la horma y se martilla el sobrante contra la horma para que el látex pegue	Estirar los bordes sobrantes del corte.
7	Montar talón y quitar grapas	Se coloca el montado previamente en la maquina que se encarga de montar el lado a la vez se quitan las grapas con un desarmador.	Tener el montado listo para poder pegar la suela.
8	Revisión de montado y reparación con flameado	Se revisa mediante la comparación directa la altura del talón y se verifica si hay arrugas, en el caso de que las haya se flamea la zona para poder tener una superficie lisa.	Revisar si el montado de punta es el adecuado y quitar imperfecciones en la piel.
9	Aplicar spray humectante	Se dispara con pistola el cuero para que este suavice y reduzca su talla al exponerse al calor	Suavizar el cuero
10	Horneado de montado	Se introduce el montado mediante la banda a un horno, el cual eleva la temperatura del cuero.	Ajustar el cuero a la horma

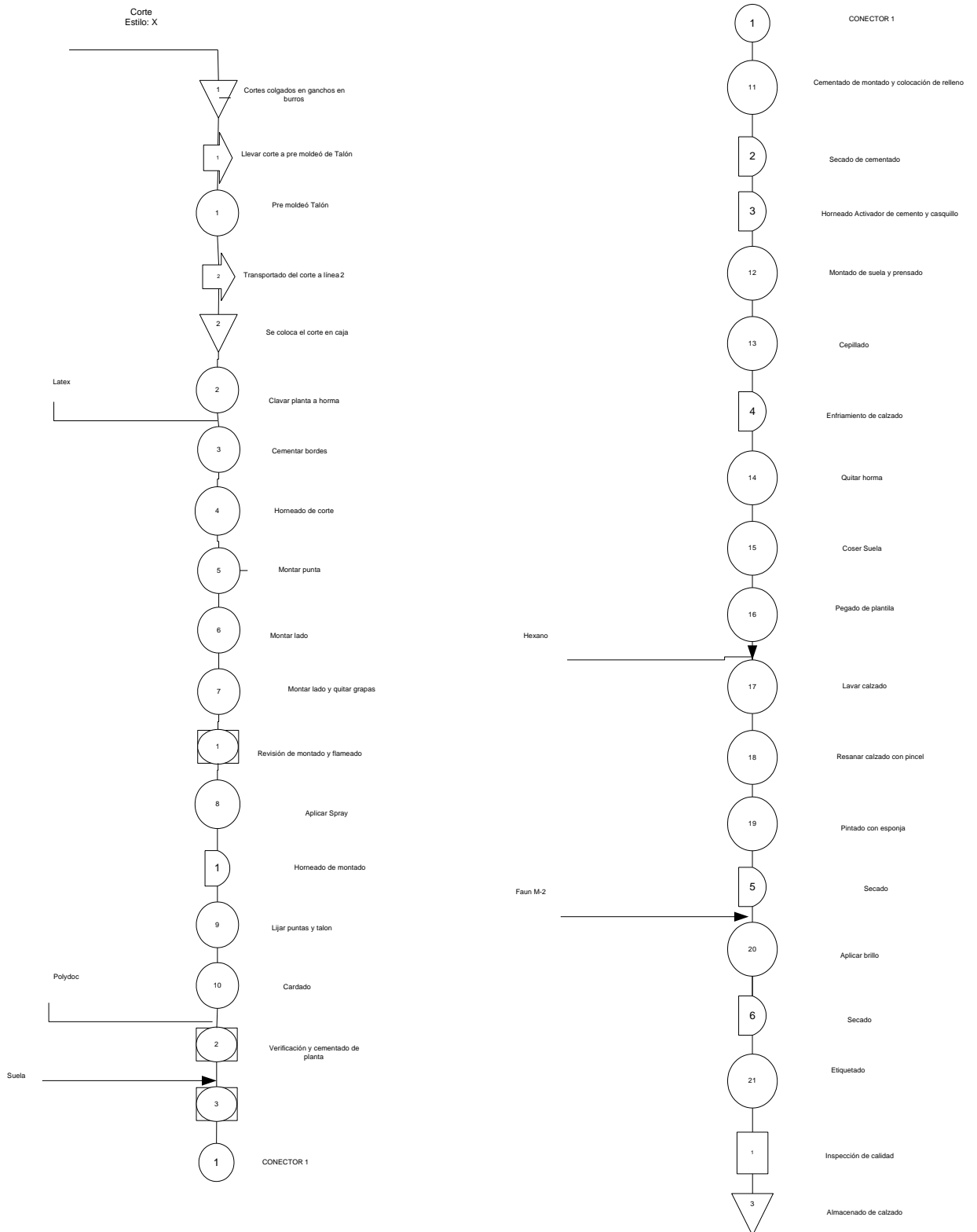
N°	OPERACION	DESCRIPCION	OBJETIVO
12	Cardado	Se lija los extremos del corte que sobre salen en la planta de la horma	Dejar áspera la superficie para que se pueda adherir el pegamento.
13	Cementado de la Planta y verificación	Se coloca pegamento Polydoc, en las partes cardadas. Y se verifica mediante la lámpara UV la buena distribución del pegamento	Preparar el montado para pegar suela
14	Cementado de suela	Se le coloca pegamento a la suela mediante una brocha y se verifica en una lámpara UV la buena distribución del pegamento	Aplicar pegamento a la suela, uniformemente
15	Segundo cementado de la planta y colocación del relleno	Se coloca otro pegamento especial mediante un brocha que garantiza la adherencia de la suela y por último se le coloca un relleno	Mayor adherencia a la suela
16	Secado	Un ventilador refresca la suela para que seque	Secar adhesivo de la suela
17	Horneado de horma y suela	Se introduce el montado con el pegamento y la suela respectiva para poder activar el pegamento mediante calor	Activar el pegamento
18	Montado de suela y prensado	Se saca del horno la horma y la suela y se ajustan de forma adecuada	Fijar la suela al montado.

N°	OPERACION	DESCRIPCION	OBJETIVO
19	Cepillado	Se cepillan las asperezas en donde se quita cualquier residuo de suela que sobresalga del cuero.	Quitar residuos de pega
20	Enfriado	Se coloca en un freezer el montado para alcanzar mediante un golpe térmico la cristalización del pegamento	Cristalización del pegamento
21	Quitar horma	Se saca la horma del freezer , y se coloca el agujero de la horma en una barra vertical la cual sirve de palanca para desdoblar la horma y sacarla del zapato	Dejar libre el zapato de la horma
22	Coser suela	Se cose la punta de la horma mediante una máquina.	Sujetar la suela con una costura al corte
23	Pegado de plantilla	Se introduce pegamento dentro del calzado y posteriormente se introduce la plantilla para pegarla con presión manual	Colocar la plantilla dentro del zapato.
24	Lavar corte	Se lava el corte con un trapo el cual contiene hexano capaz de limpiar el cuero y eliminar otros residuos.	Limpia y elimina residuos

N°	OPERACION	DESCRIPCION	OBJETIVO
25	Resanar bordes con pincel	Con un pincel se pinta la línea que une la suela con el corte para ocultar cualquier residuo de pega que no se haya podido eliminar	Ocultar residuos de pega.
26	Pintado	Con una esponja se pinta todo el calzado con color negro	Pintar de forma homogénea el calzado
27	Secado	Se introduce el calzado en un horno para secar la pintura colocada anteriormente	Secar la pintura
28	Aplicación de brillo	Se coloca el brillo mediante una pistola con Faun M-2	Dar brillo al calzado
29	Secado	Se pasa el calzado mediante la banda por un horno que termina de secar la pintura y el brillo aplicado	Secar pintura y aplicar brillo
30	Etiquetado	Se coloca la etiqueta respectiva, según la marca y el estilo	Colocación de etiqueta
31	Control de calidad	Se verifica cualquier defecto en el calzado, para poder reparar cualquier defecto antes de empacarlo.	Revisar producto terminado

Fuente: Grupo de trabajo.

2.2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL CALZADO.



2.2.4 ÁREAS CRÍTICAS DEL PROCESO.

Después de realizar un recorrido por el proceso de producción del calzado escolar para niña, se detectaron las áreas críticas donde el flujo de manufactura es discontinuo, lo que causa demora en el producto que debe entregarse en la siguiente estación de trabajo.

Las áreas críticas encontradas en la planta se mencionan a continuación:

- Corte
- Preparación
- Avios
- Aparado
- Montado

2.2.5 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS DE CALIDAD EN EL CALZADO ESCOLAR PARA NIÑAS

A partir del acercamiento y conocimiento específico de los procesos productivos de la empresa, surge la necesidad de identificar y definir con precisión las dificultades, problemas o inconvenientes que generan defectos en los productos desde cada una de las diferentes etapas o áreas de la línea de producción.

Para lograr una adecuada identificación de los posibles defectos que se presentan en el proceso de producción, se realizó una revisión de cada una de las etapas del proceso, (corte, preparación, pre-preparación, aparado y montado) en conjunto con las personas responsables de las mismas. Las personas encargadas de cada proceso definieron los problemas dentro de las áreas críticas encontradas y las dificultades que se presentan para generar un flujo continuo del proceso.

Problemas detectados en las áreas críticas son los siguientes:

- ✓ Mala activación (despegado) de contrahorte
- ✓ Arrugas en talón
- ✓ Descentralizado del talón
- ✓ Forros doblados o arrugados
- ✓ Horma con grapas
- ✓ Hormas en mal estado
- ✓ Planta premoldeada sin la forma de la horma
- ✓ Planta mal centrada en horma
- ✓ Plantas a los bordes de la horma
- ✓ Mala altura de punta
- ✓ Casquillo remarcado
- ✓ Pliegues en punta
- ✓ Arrugas en chinela
- ✓ Arrugas en lados
- ✓ Cortes desajustados a la horma
- ✓ Lados caídos
- ✓ Pliegues o arrugas
- ✓ Mala colocación y rayado según talla
- ✓ Suela no centrada con horma a la hora de rayar
- ✓ Cortes no amarrados al subir al horno
- ✓ Piel floja
- ✓ Arrugas en costuras
- ✓ Ojetes/remaches, hebillas defectuosos
- ✓ Suelas con rebaba
- ✓ Piel rota por desbaste
- ✓ Manchados de cemento

2.2.6 AREAS CRITICAS DEL PROCESO EN RELACION CON LOS PROBLEMAS DETECTADOS.

Una vez definidos los problemas y habiendo realizado las observaciones relevantes de carácter general, se destacan los puntos comunes dentro del proceso que integran las dificultades que se presentan en el proceso de producción. A partir de la relación encontrada entre los problemas identificados y cada uno de los procesos definidos en el mapa de procesos de la empresa, se procede a identificar el área crítica a través de la aplicación de la herramienta diagrama de matriz. Para la construcción del diagrama centrado en problemas y áreas se debe seguir los siguientes pasos:

1. Conformar la matriz.
2. Seleccionar los problemas, situándolos en las filas correspondientes.
3. Enumerar las áreas que están relacionados con los problemas, ubicándolos en las columnas de la matriz.
4. Relacionar el problema y el (los) área(s). Marcando la fuerza de la relación con:

⊙ = Relación fuerte ○ = Relación⁹ Δ = Relación débil

5. Evaluar las relaciones considerando:

⊙ = 3 puntos ○ = 2 puntos Δ = 1 punto

Es así como a partir de la información encontrada sobre cada uno de los problemas evaluados se registra en una matriz de evaluación donde se cuantifica la relación existente entre los problemas identificados y las áreas del proceso.

Después de definir los problemas y habiendo realizado las observaciones relevantes de carácter general, se destacan las áreas comunes del proceso que integran los problemas que se presentan en el proceso de producción de la empresa.

⁹ Relación, guarda un vínculo mayor al de relación débil y menor que el de relación fuerte.

El criterio utilizado para la elaboración del diagrama de matriz está basado en la experiencia de los empleados de la empresa y en las observaciones del grupo de trabajo.

		ÁREAS				
No.	PROBLEMAS	CORTE	PREPARACIÓN	AVIOS	APARADO	MONTADO
1	Mala activación de contrahorte					⊙
2	Arrugas en talón	△			○	⊙
3	Descentralizado del talón				○	⊙
4	Forros doblados o arrugados	○	○			
5	Horma con grapas					⊙
6	Hormas en mal estado					⊙
7	Planta premoldeada sin la forma de la horma			△		○
8	Planta mal centrada en horma			⊙		⊙
9	Plantas a los bordes de la horma			⊙		⊙
10	Mala altura de punta				△	⊙

Cuadro 2. Diagrama de matriz

		ÁREAS				
No.	PROBLEMAS	CORTE	PREPARACIÓN	AVIOS	APARADO	MONTADO
11	Casquillo remarcado		○	○		
12	Pliegues en punta	○			○	○
13	Arrugas en chinela	○				○
14	Arrugas en lados	○			○	○
15	Cortes desajustados a la horma	○				○
16	Lados caídos					○
17	Pliegues o arrugas	○			○	○
18	Mala colocación y rayado según talla		○			
19	Suela no centrada con horma a la hora de rayar					○
20	Cortes no amarrados al subir al horno					○
21	Piel floja	○				△

Cuadro 2. Diagrama de matriz

		ÁREAS				
No.	PROBLEMAS	CORTE	PREPARACIÓN	AVIOS	APARADO	MONTADO
22	Arrugas en costuras				○	△
23	Ojetes/remaches, hebillas defectuosos				○	
24	Suelas con rebaba			○		○
25	Piel rota por desbaste		○			
26	Manchados de cemento				○	
	TOTALES	18	10	13	20	54

Cuadro 2. Diagrama de matriz

ÁREAS CRITICAS DEL PROCESO DE PRODUCCION

ÁREAS	NUMERO DE PROBLEMA EN EL QUE INTERVIENEN	PARTICIPACION EN EL TOTAL DE LOS PROBLEMAS
CORTE	8	17.4%
PREPARACION	4	8.7%
AVIOS	5	10.9%
APARADO	9	19.5%
MONTADO	20	43.5%
TOTAL	46	100%

Cuadro 3. Resultado de diagrama de matriz

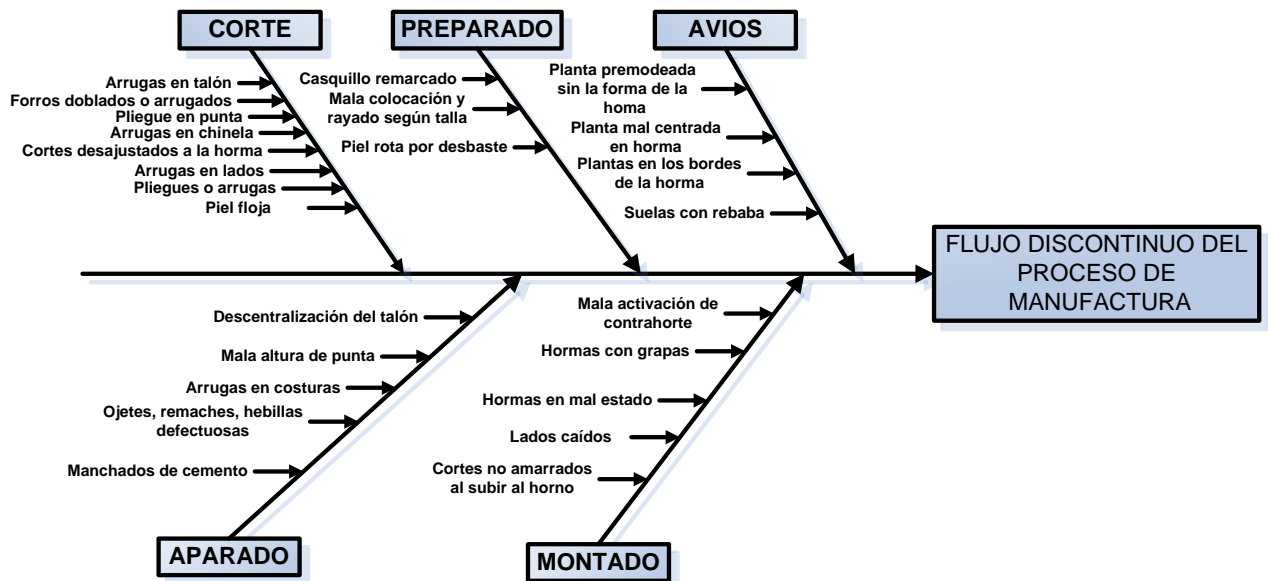
2.2.7 DEFINICION DE PRIORIDADES EN LOS PROBLEMAS DETECTADOS.

Después de realizar el diagrama de matriz para encontrar el área crítica dentro del proceso, se constató que Montado es donde se concentra la mayor parte de los problemas. Con la identificación del área crítica del proceso se busca abordar cada problema como parte de un todo y no como algo aislado, de esta manera, considerar sus causas y alternativas de solución.

2.2.8 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS.

Finalmente, con el propósito de complementar y ampliar la información recolectada referente a los defectos se procede a determinar el origen o posibles causas de los mismos. Es decir, que una vez establecidos los defectos a los cuales se va a dirigir la propuesta, se procede a elaborar un listado de las causas que originan cada uno de los problemas.

En el diagrama de Ishikawa puede observarse todos los problemas, en las distintas áreas de la planta de producción las cuales generan el flujo discontinuo del proceso de manufactura en la línea e en la cual se fabrica el calzado escolar para niña.



Esquema 1. Diagrama de Ishikawa del proceso
Fuente: Grupo de trabajo

CAPITULO III. DESCRIPCION DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING A UTILIZAR.

3.0. HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING A APLICAR.

3.1 ASIGNACION DE LAS HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN LA SOLUCION DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Cada herramienta tiene un objetivo específico y esencial en el funcionamiento global de Lean manufacturing. Basándose en las características y beneficios de dichas herramientas se establece cuales aplicar en la planta en estudio:

- Pull system (Sistema jalar)
- Kanban (Etiqueta de trabajo)
- Control visual
- 5 S

- Justo a tiempo
- Manufactura celular
- Mantenimiento productivo total (TPM)

Otras herramientas de Lean manufacturing, como: Producción nivelada (Heijunka) se aplica a los 20 años después de haber implementado todas las herramientas anteriores. Jidoka, se aplica después de 10 años. El Poka Yoke (dispositivo para prevenir errores), esta herramienta no se considera de mayor utilidad por el tipo de rubro de la empresa. Kaizen, está enfocado al personal; además, cabe mencionar que no es posible aplicar tantas herramientas al mismo tiempo, puede crearse una confusión en el empleado y por lo tanto, afectar todo el proceso.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING A UTILIZAR PARA LA RESOLUCION DEL PROBLEMA.

3.2.1 SISTEMA DE JALAR (pull system)

SISTEMA “JALAR”¹⁰

Los sistemas jalar tienen una componente técnica y un concepto administrativo. La componente técnica es un derivado de una técnica de control de la producción desarrollada en Toyota Motor Company en Japón, a principios de los 60.

El objetivo es proporcionar una técnica de control sencilla que reduzca el tiempo de entrega y el trabajo en proceso.

El sistema jalar controla la planta; para ser más específicos, controlan el trabajo en proceso y miden la producción. Para este fin se necesita Kanban, que es un método manual para implantar el sistema jalar.

Al pasar el tiempo, la técnica “jalar” evolucionó a un concepto administrativo mucho más amplio. Con frecuencia se le da el nombre de justo a tiempo (JIT) o

¹⁰ Sipper Daniel / Bulfin Robert L., PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, Primera edición, Primera impresión, México D.F., Mc. Graw Hill, Junio 1999, pp. 220 -221.

sistema JIT integrado. Esto ya no es un “sistema de producción” para fabricar el tipo de unidades necesarias, en el tiempo necesario y en las cantidades necesarias, más bien es un concepto que debe adoptarse.

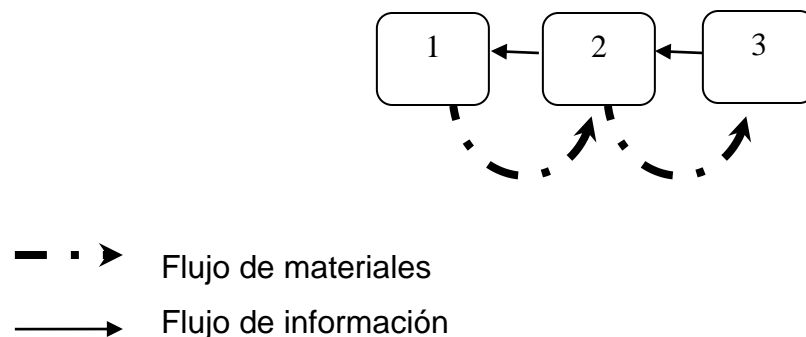
Abarca no sólo los sistemas de producción sino los clientes y los proveedores junto con el control de la calidad y del flujo del trabajo. El alcance se amplía para incluir la eliminación del desperdicio de cualquier tipo o forma (inventario, productos defectuosos, tiempos de entrega largos, entregas retrasadas y más). Para aclarar la terminología, “jalar” es un principio que gobierna el flujo de materiales.

3.2.1.1 El principio de “jalar”

Los sistemas “jalar” existen desde hace muchos años y han surgido muchas definiciones para ellos. La que se piensa que capta el verdadero espíritu del concepto jalar es la administración de la interdependencia.

Una característica que distingue a un sistema “jalar” es su enfoque para manejar la interdependencia, en particular en las operaciones de manufactura.

Con el fin de fabricar un producto, el trabajo se divide en tareas individuales, por lo común procesos de manufactura o de ensamble. Estas tareas son interdependientes y deben coordinarse.



Esquema 2. Flujo de proceso aplicando Kanban

La interdependencia recíproca es el principio básico del sistema jalar. El material fluye hacia adelante y la información hacia atrás. Una señal de una operación a una que le precede pide la cantidad requerida de un artículo.

El principio de jalar es similar al que usan los supermercados en Estados Unidos; los productos se jalar hacia las repisas según la tasa de demanda. De hecho, Ohno cita este sistema de supermercados como la inspiración del sistema jalar instalado en Toyota.

3.2.2 KANBAN¹¹

En la actualidad, la necesidad de producir en forma eficiente, es decir, sin retrasos en la entrega del producto al cliente, manteniendo la calidad y a bajo costo, es un factor importante para las empresas que desean ser competitivas en un mercado como el actual, que exige respuesta pronta a sus requerimientos de compra. Por lo tanto la implementación de sistemas de producción eficientes es algo primordial que deben implementar las empresas industriales de manufactura.

¿Qué es Kanban?

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados.

Es una señal visual que determina cuánto se ha consumido y cuándo parar o cuándo hacer un cambio.

¹¹

http://www.google.com/sv/imgres?imgurl=http://www.inti.gov.ar/hilo/h13/imagenes/foto3_1.jpg&imgrefurl=http://www.inti.gov.ar/hilo/h13/h13-3.php&h=169&w=400&sz=65&tbnid=4LOOJjFuVzoJwM:&tbnh=52&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Dtarjeta%2Bkanban&hl=es&usq=_bvff_usv1dZ1T4MNPcoLo74OWUQ=&ei=Mzf3SrbLYPg8QbyqtjzCQ&sa=X&oi=image_result&resnum=2&ct=image&ved=0CAkQ9QEwAQ

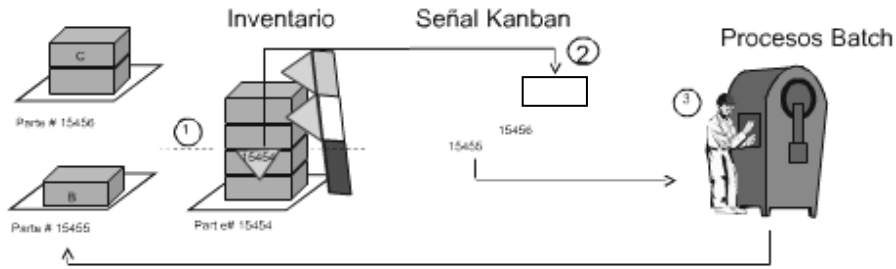


Figura 1. Señal de Kanban. Fuente¹¹

Es un sistema de producción donde cada operación jala el material que necesita de la operación anterior. Kanban significa “tarjeta” en japonés, y es la señal que autoriza mover o producir. La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo.

El objetivo de Kanban es minimizar el TEP (Trabajo En Progreso), o stock, entre los procesos. Para lograr esto Kanban se asegura que el proceso inicial produzca partes sólo si el proceso final las necesita. "Por demanda" significa que los trabajadores del proceso final consumen las partes que necesitan de los procesos iniciales.

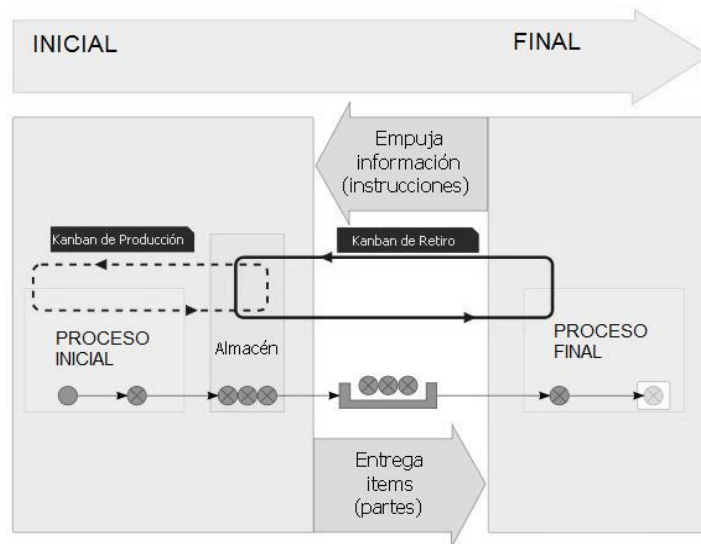


Figura 2. Kanban desde proceso inicial hasta proceso final. Fuente¹¹

La figura muestra un modelo abstracto de un sistema Kanban. Se ven dos procesos, uno inicial y otro final, donde el proceso inicial provee de partes (ítems) al final. Para entregar productos al consumidor final, el proceso necesita producir partes y hacerlas circular hacia los procesos finales, pero no demasiadas, ya que la sobreproducción se considera el peor de los gastos. Por lo tanto, para prevenir la sobreproducción, el proceso inicial no "empuja" partes terminadas al final, sino que es el proceso final el cual activamente demanda (busca) partes del proceso inicial.

Es decir, el proceso final retira cosas del inicial y al mismo tiempo empuja información al proceso inicial vía tarjetas Kanban. Esto es necesario ya que el proceso inicial nunca produce partes sin recibir instrucciones del proceso final.

Por lo tanto, en la figura hay dos tipos de Kanban trabajando juntos:

- ✓ Kanban de Retiro: es un ítem en la lista de compras que el empleado lleva al almacén.
- ✓ Kanban de Producción: instruye al proceso superior a producir partes para los procesos inferiores.

El método Kanban permite sincronizar las etapas de cada proceso en secuencia del proceso de fabricación logrando:

- Disminuir o eliminar los stocks intermedios (entre procesos).
- Cumplir los tiempos de entrega demandados por el cliente.
- Mejorar la calidad del producto por una mejor detección de los defectos del mismo.
- Evitar el manejo excesivo de materiales.
- Facilitar el control de la producción.
- Obtener un sistema de producción flexible según la demanda.

Esta forma de administrar la producción es muy distinta a los sistemas tradicionales que centraban la atención en el proceso de fabricación mismo, sin tener en cuenta las necesidades y tiempos del mercado, en la creencia de que lo eficiente era que las máquinas estuvieran ocupadas produciendo el mayor tiempo posible, ignorando el costo de acumulación de stocks inmovilizados.

Las condiciones preliminares para poder implementar la producción por Kanban son:

- 1- Implementar métodos para disminuir los tiempos de preparación de máquina.
- 2- Que el último proceso de ensamblaje debe tener su producción nivelada.
- 3- Que haya estabilidad en la operación de máquina y equipamiento.

Son tres los objetivos del uso de KANBAN:

1. Limitación de la cantidad de materiales entre procesos. Kanban prohíbe al proceso anterior comenzar la producción a su voluntad. Este puede producir solamente en el caso que reciba una instrucción por Kanban. De esta manera, se puede mantener una cantidad fija de materiales entre procesos. Además, disminuyendo la cantidad de Kanban se puede dar motivación para acortar el periodo de producción y disminuir la cantidad de stocks.
2. Orden de producción. Los Kanban sirven como orden de producción que son preparados por la necesidad de los procesos posteriores automáticamente. El Control de producción se hace más fácil y sencillo.
3. Tarjeta de indicación clara. Es una necesidad absoluta que los Kanban acompañen siempre a los contenedores de materiales. Sirven como una indicación clara de los contenidos. Sobre los Kanban está escrito el nombre, código y cantidad de materiales, y además se hace constar de donde a donde van a transportarse.

3.2.2.1 PROPIEDADES DE KANBAN.

A continuación una lista de las propiedades y efectos del concepto de Kanban:

1. **Físico:** es una tarjeta física. Puede tenerse en la mano, moverse, y ubicarse en algún lugar.
2. **Limita el TEP:** Limita el TEP (Trabajo En Proceso); por ejemplo, previene la sobreproducción.
3. **Flujo continuo:** notifica la necesidad de producción antes de que el almacén se quede sin stock.
4. **Auto-dirigido:** contiene toda la información de qué hacer y hace que la producción sea autónoma de una manera descentralizada, y sin micro-administración.
5. **Visual:** se apila o pega para mostrar el estado actual y progreso, visualmente.
6. **Señal:** su estado visual señala las próximas acciones de Retiro o Producción.
7. **Kaizen:** el flujo del proceso visual muestra y estimula el Kaizen.
8. **Adjunto:** se adjunta y se mueve con las partes físicas provistas.

3.2.2.2. Reglas de Kanban¹²

Regla 1. No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes.

La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida.

Regla 2. Los procesos subsecuentes requerirán sólo lo necesario.

Esto significa que el proceso subsecuente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado.

¹² http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanbanaplicacion/default4.asp

Regla 3. Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsecuente.

Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo.

Regla 4. Balancear la producción.

De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes.

Regla 5. Kanban es un medio para evitar especulaciones.

Para los trabajadores, Kanban se convierte en su fuente de información para producción y transportación y ya que los trabajadores dependerán de Kanban para llevar a cabo su trabajo; el balance del sistema de producción se convierte en gran importancia.

Regla 6. Estabilizar y racionalizar el proceso.

El trabajo defectuoso existe si el trabajo no esta estandarizado y racionalizado, si esto no es tomado en cuenta seguirán existiendo partes defectuosas.

3.2.3 CONTROL VISUAL¹³

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

¹³ http://www.leanadvisors.com/Lean/demo/vc/vc_demo.cfm

3.2.3.1 Características.

El control visual puede consistir en una serie de señales visuales que son localizadas en el área de producción, convirtiéndose en una herramienta para que el flujo de producción sea continuo.

Pueden utilizarse los siguientes colores para identificar algún problema en la línea de producción:

- **Rojo:** Máquina descompuesta
- **Azul:** Pieza defectuosa
- **Blanco:** Fin de lote de producción
- **Amarillo:** Esperando por cambio de modelo
- **Verde:** Falta de Material
- **Ningún color:** Sistema operando normalmente

3.2.3.2 Beneficios.

- Aumenta la calidad en los productos de la línea de trabajo
- Alerta al personal de las anomalías presentadas en el trabajo, generando menores tiempos de respuesta ante las dificultades.
- Indica claramente las condiciones en los diferentes puntos de la planta de producción.

3.2.4 Las 5 “S”¹⁴

¿Qué es?

Es un concepto que hace referencia a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras; en otras palabras es una herramienta que le imprime mayor “calidad de vida” al trabajo. 5S es una estrategia que se

¹⁴ <http://www.articuloz.com/fijacion-de-objetivos-articulos/la-tecnica-de-las-cinco-s-197961.html>

orienta a la búsqueda de la calidad total. Las 5S provienen de términos japoneses que diariamente se ponen en práctica pero que no corresponden exclusivamente a la cultura japonesa.

Las 5S son:

- *Seiri*: Organizar
- *Seiton*: Ordenar
- *Seiso*: Limpiar
- *Seiketsu*: Estandarizar
- *Shitsuke*: Disciplinar

Objetivos.

El objetivo central de 5S es lograr un funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los respectivos centros de trabajo.

Beneficios.

La implementación de una estrategia de 5S puede generar efectos en diferentes áreas, algunos de los beneficios que genera son:

- Mayores niveles de seguridad
- Mayor aseguramiento de la calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumento en la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en producción de defectos, lo que a su vez disminuye gastos

3.2.4.1 Definición de las 5S:

Seiri (Organizar). Consiste en retirar del área de trabajo aquellos elementos que no son necesarios para la realización de la labor correspondiente.

Beneficios de clasificar. Al clasificar, los lugares de trabajo se preparan para ser seguros y productivos; siendo los principales beneficios:

- Liberar espacio útil en plantas y oficinas
- Reducir tiempos de acceso a material, documentos, herramientas, etc.
- Mejorar control visual de inventarios, elementos de producción, planos, etc.
- Eliminar pérdidas de productos o elementos que se deterioran por largos periodos de almacenamiento en lugares inadecuados.
- Facilitar control visual de materias primas que se agotan y se requieren.
- Preparar áreas de trabajo para desarrollo de acciones de mantenimiento.

Seiton (Ordenar). Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios de tal forma que se puedan encontrar con facilidad.

Beneficios de ordenar para el trabajador:

- Facilita el acceso rápido a elementos requeridos en el trabajo, liberando espacio.
- Mejora la información del lugar de trabajo evitando errores y acciones de riesgo potencial.
- Facilita la realización del aseo y la limpieza.
- Aumenta la responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Aumenta la seguridad al facilitar la demarcación de los diferentes lugares de la planta.

Beneficios de ordenar para la organización:

- Simplifica sistemas de control visual en los diferentes puntos del proceso.

- Disminuye pérdidas por errores.
- Aumenta cumplimiento en órdenes de trabajo.
- Mejora estado de los equipos y disminuye averías.

Seiso (Limpieza). Significa eliminar polvo y suciedad de los diferentes lugares de trabajo, incluyendo diseño de aplicaciones para evitar o disminuir la suciedad haciendo más seguros los ambientes de trabajo.

Beneficios de la limpieza:

- Disminuye riesgos potenciales de accidentes.
- Mejora bienestar (físico y mental) del trabajador.
- Incrementa vida útil de los equipos y facilita identificación de posibles daños en los equipos.
- Reduce mudas de materiales y energía debido a eliminación de fugas y escapes.
- Mejora calidad de los productos, evitando suciedad y contaminación del producto y el empaque.

Seiketsu (Estandarizar). Consiste en mantener la limpieza y la organización alcanzadas con la aplicación de las primeras 3S. Solo se obtiene con la aplicación continua de los tres principios anteriores.

Beneficios de estandarizar:

- Permite mantener conocimiento producido durante años de trabajo.
- Mejora el bienestar del personal al crear hábitos de limpieza permanentes.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento los equipos.
- Se prepara al personal para asumir mayores responsabilidades.
- Aumenta la productividad de la planta al disminuir tiempos de procesos.

Shitsuke (Disciplina). Significa evitar que se quebranten los procedimientos ya establecidos.

Beneficios de la disciplina:

- Crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- Permite cambiar hábitos, aumentando el seguimiento de estándares.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día.

Su aplicación correcta mejoran métodos y sistemas de producción como:

- Lean Manufacturing.
- Control de calidad total / Gerencia de Calidad Total
- Un sistema de producción justo tiempo.
- Mantenimiento productivo total.
- Kaizen
- Poka yoke.
- Value Stream Mapping, etc.

También proporcionan mejoramiento en métodos como:

- Despliegue de políticas
- Sistema de sugerencias
- Actividades de grupos pequeños, etc.

3.2.5 JUSTO A TIEMPO

¿Qué es?

Es una filosofía industrial, de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución. La fabricación justo a tiempo significa producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible.

Esta filosofía está orientada a reducir o eliminar buena parte los desperdicios en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o servicio correspondiente.

Los elementos de la filosofía Justo a Tiempo.

Para lograr el objetivo de eliminación del desperdicio se utilizan los tres componentes básicos:

- a. Calidad: corresponde al concepto de calidad en la fuente, que consiste en hacer las cosas bien la primera vez en todas las áreas de la organización.
- b. Flujo: es la manera como el proceso fabril avanza de una operación a la siguiente.

Está conformado por los siguientes elementos técnicos:

- Carga fabril uniforme
 - Operaciones coincidentes
 - Compras Justo a tiempo
 - Sistema de jalar
 - Agilización de alistamiento de máquinas
- c. Intervención de los empleados: Se hace necesario crear una cultura de participación de los empleados y del trabajo en equipo.

Para el adecuado funcionamiento de la filosofía de Justo a Tiempo, se deben combinar los tres elementos básicos: calidad, flujo e intervención de los empleados.

3.2.5.1 Características de Justo a tiempo

1-Equilibrio, sincronización y Flujo en el proceso. Se necesita equilibrio para que haya flujo y por tanto, este factor puede tener incluso más importancia que el factor rapidez. Lo que se debe equilibrar son las dos ideas del concepto de carga fabril uniforme:

- Tiempo de ciclo: que se refiere al ritmo de producción Justo a tiempo. Es una medida del índice de la demanda, que muchas veces se mide por el índice de ventas.
- Carga nivelada: que se refiere a la frecuencia de la producción. Es la producción de artículos a la frecuencia correcta.

2- Tiempo mínimo de alistamiento. Justo a tiempo requiere agilizar el alistamiento de las máquinas, esto implica desde la nivelación de la carga hasta las operaciones coincidentes, los sistemas de jalar e incluso la calidad desde su origen.

3- Tecnología de grupos – operaciones coincidentes. Es el ordenamiento físico, la disposición y la localización de las máquinas en una instalación fabril. Es necesario que la fábrica se organice físicamente no por funciones sino por productos.

Para que una celda sea Justo a tiempo debe cumplir dos características:

- El producto debe fluir uno cada vez de una máquina a otra.
- Tener flexibilidad para operar a distintos ritmos de producción y con cuadrillas de diferentes tamaños (tiempo de ciclo).

4-Sistemas de jalar. Un sistema de jalar es una manera de conducir el proceso fabril de tal forma que cada operación, comenzando con los despachos y remontándose hasta el comienzo del proceso.

5-Compras Justo a tiempo. Las compras Justo a tiempo buscan eliminar los desperdicios en el proceso de compras, en las relaciones y en los mecanismos de control que rigen entre comprador y vendedor; eliminando los costos como único criterio de selección, y complementándolo con calidad. En las compras Justo a tiempo se busca una relación basada en la calidad, duradera y mutuamente benéfica con proveedores mejores pero en menor número. Esta relación tiene cuatro elementos:

- Largo plazo
- Mutuo beneficio
- Menos proveedores
- Mejores proveedores.

3.2.5.2 Beneficios de Justo a Tiempo.

- Disminuye las inversiones para mantener el inventario.
- Aumenta la rotación del inventario.
- Reduce las pérdidas de material, genera menos desperdicios.
- Mejora la productividad global.
- Disminuye los costos financieros.
- Genera ahorros en los costos de producción, los racionaliza.
- Menor espacio de almacenamiento.
- Se evitan problemas de calidad, cuello de botella. problemas de coordinación, proveedores no confiables etc.
- Toma de decisiones en el momento justo.
- Cada operación produce sólo lo necesario para satisfacer la demanda.
- No existen procesos aleatorios ni desordenados.

- Los componentes que intervienen en la producción llegan en el momento de ser utilizados.

3.2.6 CÉLULAS DE MANUFACTURA¹⁵

Una celda de manufactura puede ser definida como un grupo de máquinas, funcionalmente diferentes dedicadas a la fabricación de una familia de partes similares.

Una familia de partes puede ser definida como una colección de partes que son similares debido a la forma geométrica y tamaño o porque se requiere de procesos de fabricación similares.

Una estación de trabajo suele contener una máquina (celda de una máquina) o varias máquinas (celda de grupos de máquinas).

Las células de trabajo permiten la flexibilidad de actualizar los procesos y hacer las variaciones a los productos para satisfacer al cliente.

3.2.6.1 Características de manufactura celular

- La célula tiene un rango de valores para el número de las personas y puestos de trabajo, y su propia entrada y salida.
- Las máquinas se ponen en un esquema U (no necesariamente) para simplificar y minimizar el movimiento material.
- La célula hace su propia inspección y programa de trabajo.
- La célula produce a una familia de parte similares que requieren máquinas similares o puestos de trabajo, en la célula.

Consideraciones para el diseño de una célula de manufactura

- Familia de partes

¹⁵ <http://www.scribd.com/doc/26817063/Manufactura-Celular>

- Requerimientos del proceso
- Características de las piezas a trabajar
- Volumen de producción

3.2.6.2 Beneficios de manufactura celular

- Incremento de la utilización de las maquinas
- Menor cantidad de maquinas requeridas
- Reducción de espacio de área de máquinas requerido
- Gran respuesta ante los cambios
- Reducción de inventarios
- Menos tiempo de entrega
- Reduce la cantidad de gente en planta
- Oportunidad de desatender la producción.

3.2.7 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total.

La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad en base a la inspección del producto.

CONCEPTOS Y DEFINICIONES:

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos puede definirse como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de

calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

- la frecuencia de las averías,
- el tiempo necesario para reparar las mismas.

El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

3.2.7.1 Principios fundamentales del TPM

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.

- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.
- La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tiene:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

3.2.7.2 TIPOS DE MANTENIMIENTOS

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo

particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO:

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

MANTENIMIENTO PROACTIVO:

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos,

profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL MODELO

De acuerdo al análisis del proceso de fabricación del calzado escolar para niña, con el objetivo de generar un flujo de material continuo en la línea de producción se ha propuesto aplicar lean manufacturing, a través de las siguientes herramientas: Sistema de jalar, Kanban, 5 S, Justo a tiempo, Células de manufactura, Control visual y Mantenimiento productivo total para aumentar la calidad, reducir costos de producción, disminuir el lead time y niveles de inventario, etc.; por lo cual, se efectuó un estudio general, para determinar las principales causas que influyen en que el flujo de materiales de manufactura no sea continuo en cada estación de trabajo.

Al verificar el proceso productivo en la planta se encontró una de las primeras razones por las que el flujo no es continuo: el layout de la planta permite que entre cada operación genere algún retroceso y se desvíe su secuencia, debido a que algunas veces faltan piezas para continuar con la siguiente operación; el mantenimiento de las máquinas no es programado, solamente cuando ésta presente alguna falla; acumulación de niveles de inventario en distintos puntos del proceso de producción, generado por la misma situación del flujo de materiales.

Por estas razones, se propuso un modelo de aplicación de lean manufacturing, que pueda brindar la respuesta oportuna a los problemas encontrados en la planta de producción.

Para diseñar la solución se “define el valor”, es decir, evaluar cada operación del proceso productivo y encontrar cuáles son las que generan valor agregado para el cliente y las que no, pero que igualmente contribuyen al producto. Esto se obtiene a través del “mapa de la cadena de valor” o “Value stream mapping” (Ver anexo D y E), con esta herramienta lo que se pretende es entender las acciones (con valor

añadido y sin valor) de la empresa, en términos de flujos de material y de información, y por lo tanto, para identificar el despilfarro en los procesos y las oportunidades de mejora.

En el Mapa de cadena de valor actual, se coloca el tiempo total requerido para cada operación definido por área de proceso y se aproxima un valor de nivel de inventario por cada estación de trabajo, que se obtiene directamente de la información que la planta de producción proporcionó. Se totalizan las operaciones con valor agregado y las que no generan valor agregado (inventarios en espera de ser procesados, inspecciones, etc.) y se comparan con los resultados del Value stream mapping futuro, que en su diseño tiene otras variantes: se propone crear dos células de manufactura que generen una producción de 100 lotes por día en contraposición con los 61.6 lotes que se producen actualmente. Esto pretende alcanzarse a través de un cambio de pensamiento en contra del despilfarro y a favor del aumento de la productividad, calidad, disminución de lead time y minimización de inventarios.

La propuesta es que para poder crear flujo, los procesos operativos necesitan ser robustos y capaces de manejar lotes de tamaño pequeño, por lo cual, con el diseño de células de manufactura que permite el flujo pieza a pieza los materiales seguirán su proceso sin interrupciones, y al mismo tiempo con una alta calidad debido a que cada operario hará su propia inspección.

El cálculo de requerimiento de personal por cada célula, analizando las operaciones que pudieron agruparse se desglosa en Anexo F (información proporcionada por la empresa).

Con esta nueva aplicación de manufactura celular, pueden ofrecerse los siguientes beneficios:

- ✓ Reducir los tiempos de cambio, de forma que esta actividad no ocupe más del 10% del proceso total.
- ✓ Aplicar “técnicas visuales de control” para lograr que las órdenes de producción, el seguimiento de las condiciones de las máquinas y el rendimiento

de los operarios sean más visuales y más controlables.

- ✓ Implantar 5 S para organizar cada uno de los sitios de trabajo, y así reducir los márgenes de error, generar el sentido de identificación de los operarios con sus actividades y permitir la medición del rendimiento.
- ✓ Incrementar el tiempo de producción de la máquina a través del Mantenimiento Total Productivo (TPM), y reforzar las células de trabajo para la entrega de productos según su necesidad.
- ✓ Diseñar células de producción como base para crear e implantar flujo por pieza.
- ✓ Dar apoyo a los procesos de producción sincronizando el flujo de información con el flujo de material.
- ✓ Introducir el sistema de producción “pull” e implantarlo junto con las células.
- ✓ Reducir los niveles de inventarios a fin de que, junto al flujo por pieza, generen tiempos de entrega más cortos (lead time).

Con esta propuesta de aplicación se pretende ofrecer un giro total al flujo de materiales y reducir los tiempos muertos, el desperdicio y los defectos en la línea de producción, mejorando con esto muchas áreas que anteriormente solo ofrecían problemas.

Al aplicar cada una de las herramientas de Lean manufacturing a utilizar en el desarrollo de este modelo se logrará la solución de los problemas encontrados, ya que, con Pull system se enfocará en jalar el material necesario con la calidad requerida en la siguiente operación; Kanban, se encargará de enviar una señal visual de reabastecimiento de materiales en el área de producción donde se necesite; Control visual, es un sistema de colores para distinguir cuándo es necesario el reabastecimiento de materia prima; 5 S, pretende ordenar, organizar, disciplinar, estandarizar y mantener limpio, los lugares de trabajo, con el fin de tener solo lo necesario para el desarrollo de las actividades de cada empleado; Justo a tiempo, el objetivo es que el material fluya sin demoras en el proceso de

producción; Manufactura celular, ofrecerá un flujo de material pieza a pieza, y que cada operario sea participante de la calidad de cada parte del producto final; Mantenimiento productivo total, la maquinaria debe estar en las mejores condiciones para que no exista demora en el proceso.

Al ejecutar todas estas herramientas unidas en este modelo se estarían atacando los distintos tipos de problemas y a la vez se obtendrá un flujo continuo del proceso de manufactura.

4.0 DESARROLLO DEL MODELO DE APLICACIÓN PARA EL CALZADO ESCOLAR PARA NIÑA DE LA EMPRESA

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL EN LA EMPRESA.

En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, más aún en las organizaciones que prefieren las estructuras piramidales, donde es común que cuando un trabajador de nivel operativo presenta una idea o propuesta, no sea tomada en cuenta; de manera que, es necesario crear una cultura unificada, basada en equipos, desde la cima hasta la base de su organización. Todo esto conducirá a un cambio cultural robusto y duradero enfocado en la excelencia de desempeño.

En otras palabras el éxito de la empresa no radica solamente en la estrategia de excelencia operacional, sino que es el resultado del continuo equilibrio entre el rol de las personas en una cultura organizacional que espera y valoriza la mejora continua, y un sistema técnico concentrado en alcanzar un flujo de valor agregado. La cultura organizacional de la empresa es flexible a la aplicación de nuevos modelos que se puedan implementar en la empresa ya sea para beneficio del trabajador, como para la elaboración del calzado.

4.2 ADAPTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING A LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA.

Los aspectos que se contemplan a continuación son aquellos que resultan necesarios y significativos en la adaptación de cualquiera de las herramientas, sin importar cual de éstas sea la seleccionada en cada caso; los puntos son los siguientes:

- I. Capacitar a los involucrados en el proceso acerca de la filosofía y fundamentos del pensamiento lean, dando a conocer los lineamientos generales que permiten lograr la sensibilización de las personas ante la propuesta y brindan herramientas para la apropiación e interiorización de los conocimientos básicos requeridos.
- II. Conformar equipos de trabajo constituidos por los integrantes de las diferentes etapas del proceso de producción; cada uno de los grupos será el encargado de liderar la implementación de una de las herramientas en la planta de producción.
- III. Redactar el objetivo de cada herramienta de lean manufacturing en términos de los procesos de la empresa, con el fin de que todas las personas los conozcan y los grupos de trabajo tengan un solo objetivo común, expresado explícitamente en un lugar visible de la planta.

4.3 MODELO DE APLICACIÓN

Con la asignación de las herramientas de Lean manufacturing que se ajustan a la solución de los problemas encontrados en el proceso de fabricación de calzado escolar para niña y contando con la identificación de necesidades específicas en la empresa se aplicará las distintas herramientas en las que se apoyará el modelo propuesto.

4.3.1 SITUACIÓN ACTUAL

La empresa posee problemas con el flujo de los materiales, una de las causas es el layout que permite retrocesos en las operaciones. Además, existen volúmenes de inventarios excesivos debido al flujo discontinuo del proceso de manufactura del calzado escolar par niña. (Anexo D).

4.3.2 MODELO DE APLICACIÓN PROPUESTO

El modelo presentado es una combinación de distintos tipos de herramientas de Lean manufacturing que consecuentemente, lleva a una mejora continua en cada área donde sea aplicado.

El modelo que se aplicará para la línea de calzado escolar para niñas, es un modelo de manufactura celular (Ver anexo E), que poseerá las siguientes ventajas:

- ✓ Flujo continuo de pieza a pieza.
- ✓ Flexibilidad en la célula.
- ✓ Aumento de la producción.
- ✓ Reducción del lead time en el proceso de fabricación del calzado escolar para niña.
- ✓ Reducción de defectos en las distintas áreas del proceso.
- ✓ Reducción de recorrido de materiales en el proceso de fabricación.

4.4 ETAPAS A SEGUIR PARA LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING.

4.4.1 KANBAN

Implantación de Kanban en 4 fases

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

Fase 2. Implantar 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. Implantar 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 trabajando en su área.

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

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

4.4.2 Implementación de Sistema jalar (Pull system)

Para implementar este sistema es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Implementar Kanban previamente.
- ✓ Se dividen las operaciones en tareas individuales.

- ✓ La información fluye hacia atrás.
- ✓ Los materiales fluyen hacia adelante.

4.4.3 Proceso de Implementación de Control visual¹⁶

La implementación de la herramienta control visual puede llevarse a cabo en las siguientes fases:

- La introducción

Este módulo define la señal visual como un método para promover la mejora continua haciendo el área de trabajo, un lugar autorregulado y que se explica por si mismo. La señal visual es cualquier signo visible o despliegue que muestran el estado de la producción o información del proceso, y es lo suficientemente grande para ser visto claramente dentro del área de trabajo.

- El objetivo y los beneficios de los controles

Este módulo describe el uso de métodos visuales para facilitar el trabajo en los sistemas de producción.

- Los indicadores, cuando se activan.

Se explica el uso de mandos visuales para los horarios y planes de trabajo. Los horarios anunciados permiten a todos ver y saber el estado actual de producto completado y el envío frente a los despachos planeados.

- Los controles de calidad

Este módulo muestra el propósito y uso de las normas de inspección de proceso y que la inspección da buenos resultados.

- El equipo y señales

Este módulo explica el uso de mandos visuales el color codificado para las diferentes anomalías y la supervisión para el buen estado de sistema.

- El equipo de trabajo

¹⁶ <http://www.gerenciaindustrial.com/ampliarNota.php?id=133>

Este módulo describe el papel del equipo de trabajo en las actividades de producción, incluyendo actividades y otras herramientas para mejorar el desempeño de la herramienta.

4.4.4 5 S

Implementación de las 5S:

Seiri (Organizar).

Para implantar se siguen los siguientes pasos:

1. Identificar elementos innecesarios
2. Diseño de elementos innecesarios
3. Hacer uso de las tarjetas de color
4. Plan de acción para retirar los elementos innecesarios
5. Control e informe final

Al implantar Seiri se obtiene, mejorar el control visual de los elementos de trabajo, materiales en proceso y producto final, flujo suave de los procesos se logra gracias al control visual, la calidad del producto se mejora ya que los controles visuales ayudan a prevenir los defectos, es más fácil identificar las áreas o sitios de trabajo con riesgo potencial de accidente laboral, el personal de oficina puede mejorar la productividad en el uso del tiempo.

Seiton (Ordenar).

Para implantar Seiton:

1. Marcación de la ubicación
2. Marcación de colores
3. Guardadas transparentes
4. Codificación de colores
5. Identificar los colores

Seiton es una estrategia que agudiza el sentido de orden de orden a través de la marcación y utilización de ayudas visuales. Estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarros de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes de personal.

Seiso (Limpieza).

Pasos de implantación:

1. Campaña o jornada de limpieza.
2. Planificar el mantenimiento de la limpieza
3. Preparar el manual de limpieza
4. Preparar elementos para la limpieza
5. Implantación de la limpieza

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Seiketsu (Estandarizar).

Pasos de implantación:

1. Asignar trabajos y responsabilidades.
2. Integrar las acciones Seiri, Seiton y Seiso en los trabajos de rutina.

Shitsuke (Disciplina).

Pasos propuestos para crear disciplina:

- ✓ Uso de ayudas visuales.
- ✓ Recorridos a las áreas, por parte de los directivos.
- ✓ Publicación de fotos del “antes” y “después”.
- ✓ Boletines informativos, carteles, usos de insignias.
- ✓ Concursos de lema y logotipo.
- ✓ Establecer rutinas diarias de aplicación como “5 minutos de 5S”, actividades mensuales y semestrales.
- ✓ Realizar evaluaciones periódicas, utilizando criterios preestablecidos, con grupos de verificación independientes.

4.4.5 Implementación de Justo a Tiempo¹⁷

A continuación se presenta una de las estrategias de aplicación, que propone la implantación del Justo a Tiempo involucrando cinco fases:

Primera fase: cómo poner el sistema en marcha

Esta primera fase establece la base sobre la cual se construirá la aplicación. La aplicación Justo a Tiempo exige un cambio en la actitud de la empresa. Para ello será necesario dar los siguientes pasos:

- Comprensión básica.
- Análisis de costo/beneficio.
- Compromiso.
- Decisión si/no para poner en práctica el Justo a Tiempo.

¹⁷ http://www.canieti.org/assets/files/204/manufactura_esbelta.pdf

- Selección del equipo de proyecto para el Justo a Tiempo.
- Identificación de la planta piloto.

Segunda fase: mentalización, clave del éxito

Esta fase implica la educación de *todo* el personal. Un programa de educación debe conseguir lo siguiente:

- Debe proporcionar una comprensión de la filosofía del Justo a Tiempo y su aplicación en la industria.
- El programa debe estructurarse de tal forma que los empleados empiecen a aplicar la filosofía Justo a Tiempo en su propio trabajo.

Tercera fase: mejorar los procesos

Esta fase se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo.

Los cambios de proceso tienen tres formas principales:

- Reducir el tiempo de preparación de las máquinas.
- Mantenimiento preventivo.
- Cambiar a líneas de flujo.

Justo a Tiempo deberá incluir un programa de mantenimiento preventivo para ayudar a garantizar una gran fiabilidad del proceso. Esto se puede conseguir delegando a los operarios la responsabilidad del mantenimiento rutinario. El flujo de trabajo a través del sistema de fabricación puede mejorar sustituyendo la disposición más tradicional por líneas de flujo (normalmente en forma de U). De esta forma el trabajo puede fluir rápidamente de un proceso a otro, ya que son adyacentes, reduciéndose así considerablemente los plazos de fabricación.

Cuarta fase: mejoras en el control

La forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados globales de la aplicación del Justo a Tiempo. El principio de la búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación.

Quinta fase: relación cliente-proveedor

Constituye la fase final de la aplicación del Justo a tiempo.

Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos.

4.4.6. Aplicación de manufactura celular¹⁸

Las etapas para la aplicación de células de manufactura son las siguientes:

1. Elaborar el esquema del proceso.
2. Elaborar diagrama de operaciones.
3. Elaborar matriz de familias de productos.
4. Elaborar mapeo de procesos (Value stream mapping).
5. Realizar el cálculo de la capacidad de producción.
6. Elaborar el bosquejo de células de manufactura.
7. Elaborar el mapeo de proceso futuro.
8. Realizar el cálculo de la capacidad de producción futura.
9. Elaborar el diagrama de bloques del proceso.
10. Elaborar el diagrama de bloques del proceso futuro.
11. Requerimientos para Layout futuro (incluir estudio antropométrico).
12. Dibujar el Layout de la fábrica o área antes de la implementación de las células de manufactura.
13. Dibujar el Layout futuro de la fábrica o área de las células de manufactura.

¹⁸ Sekine, Kenichi, "Diseño de Células de Fabricación", Productivity, Pórtland Oregon, 1993.

El Layout de la fábrica debe ser apropiado para la producción de una pieza, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

13.1 Reordenar el layout de la fábrica para que sea apropiado para el flujo global de una pieza.

13.2 La fábrica debe incluir rutas claras de paso.

13.3 La línea de producción debe distinguir claramente entre entradas de materiales y salidas de producto.

14. Implementar células de manufactura según Layout futuro.

14.1 Comparar la producción antes de la implementación de células de manufactura vs. la producción después de la implementación de células de manufactura.

4.4.7. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Pasos para la implantación de TPM¹⁹:

Paso 1: Comunicar el compromiso de la alta gerencia para introducir el TPM.

Paso 2: Campaña educacional introductoria para el TPM. Para esto se requiere de la impartición de varios cursos de TPM en los diversos niveles de la empresa.

Paso 3: Establecimiento de una organización promocional y un modelo de mantenimiento de máquinas mediante una organización formal.

Paso 4: Fijar políticas básicas y objetivos. Las metas deben ser por escrito en documentos que mencionen que el TPM será implantado como un medio para alcanzar las metas.

Paso 5: Diseñar el plan maestro de TPM. Se tiene que planear desde la implantación hasta alcanzar la certificación.

¹⁹http://www.wikilearning.com/monografia/manufactura_esbelta-mantenimiento_productivo_total_tpm_i/12502-9

Paso 6: Lanzamiento introductorio. Involucra personalmente a las personas de nivel alto y medio, quienes trabajan en establecer los ajustes para el lanzamiento, ya que este día es cuando será lanzado TPM con la participación de todo el personal.

Paso 7: Mejoramiento de la efectividad del equipo.

Paso 8: Establecimiento de un programa de mantenimiento de mantenimiento autónomo para los operadores.

Paso 9: Preparación de un calendario para el programa de mantenimiento.

Paso 10: Dirigir el entrenamiento para mejorar la operación y las habilidades del mantenimiento.

Paso 11: Desarrollo de un programa inicial para la administración del equipo.

Paso 12: Implantar completamente y apoyar los objetivos.

Empleando las siguientes fases de implantación:

- ✓ Planeación y reparación de la implantación de TPM
- ✓ Instalación piloto
- ✓ Instalación a toda la planta

4.5. TIEMPO DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING A UTILIZAR

El tiempo estimado para la aplicación de cada herramienta es de 3 meses, ya que se requiere disponer de entrenamiento de personal, realizar ajustes en la planta, creación de manuales entre otros.

La aplicación del modelo propuesto se estaría realizando de aproximadamente 18 meses a 24 meses.

4.6 HERRAMIENTA PARA EVALUAR EL MODELO

El Value Stream Mapping²⁰ es una representación en el papel de cada proceso, movimiento de material y circulación de información proveyendo información clave. Es distinto a un diagrama de flujo o a un layout, ya que muestra también los flujos de material e información.

El Value Stream Mapping se utilizó para entender las acciones (con valor agregado y sin valor) de la empresa, en términos de flujos de material y de información, y por lo tanto, para identificar el despilfarro en los procesos y las oportunidades de mejora.

Con esta herramienta se continuará evaluando en determinado periodo de tiempo (aproximadamente en 6 meses), para poder observar que el modelo siga funcionando en óptimas condiciones. (VER ANEXOS D y E)

²⁰ <http://iiemexico.org/apps/site/files/boletinnacionaliie-septiembre.pdf>

4.6.1 EVALUACIÓN DEL MODELO

A través del Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor) se obtuvo la evaluación la situación actual y el modelo propuesto para la empresa de calzado escolar para niña, presentándose los siguientes resultados:

SITUACION ACTUAL		MODELO PROPUESTO	
Tiempo a no valor agregado (NVA)	204.56 horas	3.082 horas	Tiempo a no valor agregado (NVA)
Tiempo para el valor agregado (VA)	8.624 horas	0.352 horas	Tiempo para el valor agregado (VA)
Lead time	213.184 horas	3.434 horas	Lead time
Throughput	61.6 lotes al día	100 lotes diarios	Throughput
Tiempo de Inventario en proceso	204.31 horas	2.832 horas	Tiempo de Inventario en proceso
Nivel de inventario	411 lotes	27.5 lotes	Nivel de inventario
Capacidad de la planta	120 lotes por día	120 lotes por día	Capacidad de la planta
Capacidad utilizada	51.33%	83.33%	Capacidad utilizada
Volumen de producción	61.6 lotes	100 lotes	Volumen de producción

Cuadro 4. Comparación de la situación actual de la empresa y el modelo propuesto. (Ver anexos D y E).

Para calcular el porcentaje reducido de las operaciones que no generan valor agregado se realiza de la siguiente manera:

$\% \text{ NVA} = (204.56 - 3.082) / 204.56 \times 100 = 98.5\%$, lo cual es muy significativo para la productividad de la empresa; es decir, estas operaciones que no generan valor (NVA) en el flujo de proceso son tiempos de inspección, movimiento o transporte de materiales entre cada estación de trabajo y el tiempo que el material espera en inventario.

A través de la manufactura celular se obtendrán beneficios para la empresa, tales como:

- ✓ Lograr un flujo continuo de materiales, reduciendo su recorrido a través de la planta.
- ✓ Minimizar el inventario en proceso, que será de 98.6%.
- ✓ Aumento de productividad y minimización de defectos en las distintas áreas, por ende aumento de la calidad del producto.
- ✓ Reducción del lead time en 98.4 %.
- ✓ Cambio cultural en la organización con la implementación de trabajo en equipo y concientización del desarrollo de las operaciones de manufactura por cada persona, brindando su aporte personal al mejoramiento de la eficiencia en la planta.
- ✓ Reducción del espacio físico donde se acumulaba el inventario de materiales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Al realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa se identificó cada una de las áreas críticas, en las cuales se debe aplicar las herramientas de Lean manufacturing para eliminar los problemas encontrados en la empresa y brindar de esta forma la solución precisa e integral de mejoramiento continuo.
- ✓ Al identificar las áreas críticas se determinó cuál era el área que intervenía mayormente en el flujo discontinuo del proceso de manufactura, a través del diagrama de matriz se obtuvo esta información, que será clave en la aplicación de Lean manufacturing para alcanzar el mayor desempeño en la aplicación de este.
- ✓ Muchas compañías se han enfocado en Lean manufacturing, ya que, se concentra en la definición del valor desde el punto de vista del cliente y después eliminar los desperdicios dentro de los procesos para lograr la satisfacción del cliente; por lo tanto, en una empresa de calzado o de otro rubro, aplicar las herramientas de Lean manufacturing es la clave del éxito por su mejora continua.
- ✓ El Value Stream Mapping es de mucha ayuda para poder encontrar las áreas de oportunidad de mejora; en un mapa se puede observar claramente el cuello de botella, el tiempos de ciclo, lead time, qué tiempo le agrega valor al producto, días de inventario, flujos de información, etc. y con estos datos poder crear un mapa del estado actual, y luego del estado futuro al cual poder aplicarle Lean Manufacturing.
- ✓ Con la aplicación de manufactura celular la productividad aumenta y por lo tanto, la satisfacción de los operarios con la mejor remuneración del trabajo desarrollado.
- ✓ Cuando se implementan las 5 S se obtienen resultados, como: Al mejorar el sitio de trabajo se logra una nueva imagen de la empresa y eleva en cierta

medida la autoestima de los trabajadores, genera productos de mayor calidad, aumenta la productividad y reduce los costos, hace del lugar de trabajo un sitio más pleno y motivante, que aumenta la satisfacción de los empleados.

- ✓ Debe considerarse en planes futuros una buena implementación de TPM, ya que en un sistema de jalar (pull system) con flujo continuo, la falla del equipo en un paso de un proceso detiene todos los pasos anteriores a él; por lo tanto, esto puede lograrse entrenando adecuadamente al personal, creando manuales de mantenimiento y establecer una programación de mantenimiento.
- ✓ La aplicación de manufactura celular es muy recomendable para una empresa de calzado porque se logra un flujo continuo, se reduce el recorrido del material, se minimiza el inventario en proceso y se hace menos complicada la realización de cada operación.
- ✓ Antes de aplicar cada una de las herramientas de Lean manufacturing, es necesario establecer una buena comunicación en todos los niveles de la empresa; el personal debe ser informado de la nueva manera en que la organización funcionará, de acuerdo a esto, tiene que programarse charlas, seminarios y capacitaciones que explicarán como se aplicará este modelo en la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ La meta: un proceso de mejora continua. Eliyahu M. Goldratt; Jeff Cox. 3ª Edición revisada. Ediciones Granica. Buenos Aires, Argentina, 2008.
- ✓ Mejora del flujo en la manufactura esbelta. Ralph Bernstein. 1ª Edición, Panorama Editorial, México, 2008.
- ✓ MPT en la manufactura esbelta. Ralph Bernstein. 1ª Edición, Panorama Editorial, México, 2008.
- ✓ Sipper Daniel / Bulfin Robert L., PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, Primera edición, Primera impresión, México D.F., McGraw Hill, Junio 1999.
- ✓ “Recopilación de Leyes tributarias”. Lic. Ricardo Mendoza Orantes. Editorial Jurídica salvadoreña. 49ª Edición, 2010.
- ✓ Estudio del Trabajo. Roberto García Criollo. McGraw Hill, 1998. México.

FUENTES DE CONSULTA

1. http://www.grupogalgano.com/servicio_cliente/funcional/operaciones/index.php?Ing=es
2. <http://www.bestpracticesmexico.com/docs/TemLeanMfg.pdf>
3. http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf
4. http://www.galgano.es/servicio_cliente/soluciones/gemba/index.php
5. <http://www.poz.unexpo.edu.ve/Mecanica/seminario.htm>
6. <http://geocities.com/Pentagon/Quarters/7578/pros01-01.html>
7. www.agilisys.com.mx/prodcons/prodcons_ad.htm
8. <http://www.upaz.edu.uy/informes/delphi/metodo.htm>
9. <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm>

ANEXOS

ANEXO A. Distribución en planta de las áreas de la empresa.

ANEXO B. Estructura de la célula de manufactura.

ANEXO C. Distribución en planta del área de montado del calzado.

ANEXO D. Value stream mapping actual

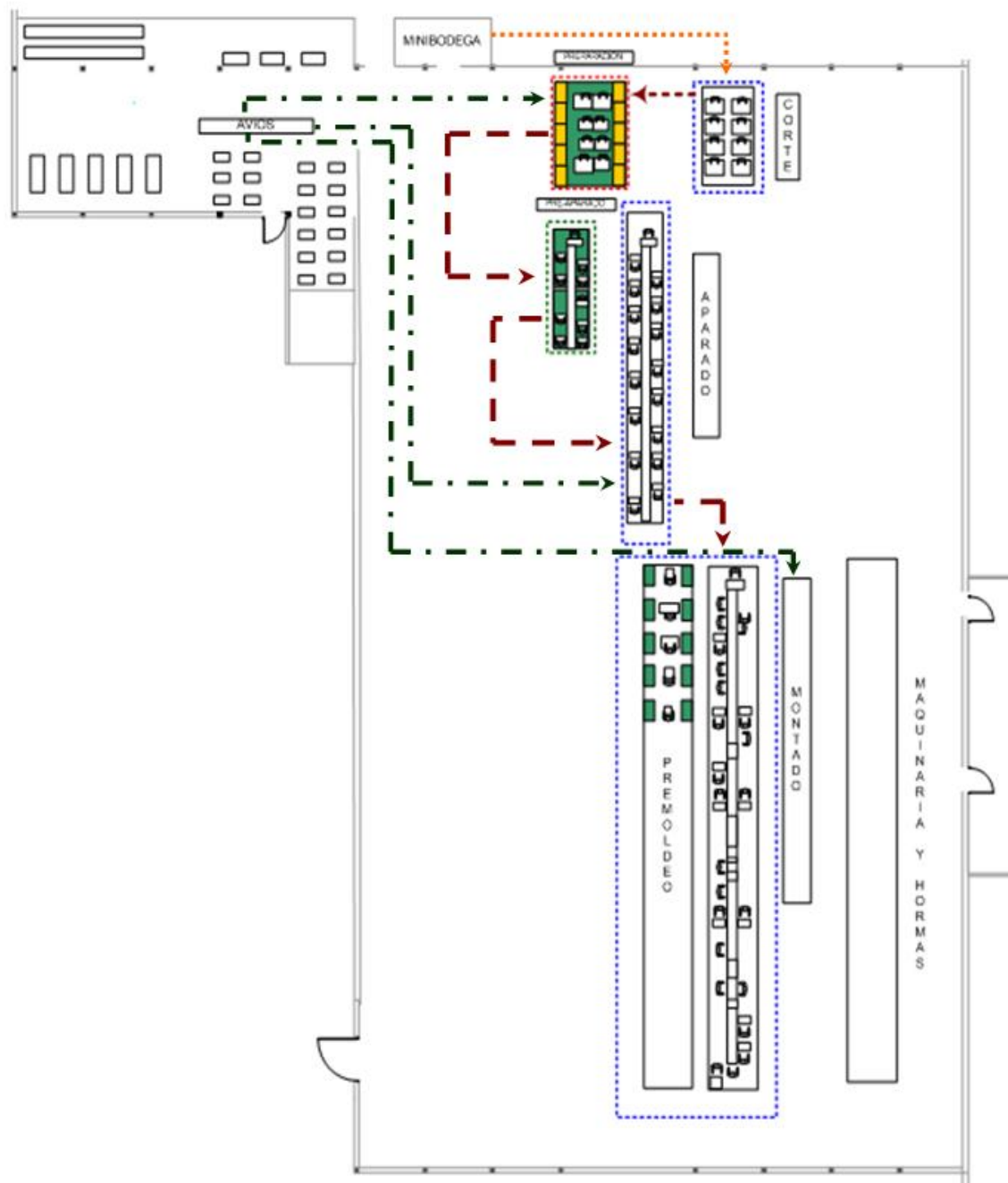
ANEXO E. Value stream mapping futuro (propuesto)

ANEXO F. Requerimiento de personal y asignación de operaciones

ANEXOS

Anexo A.

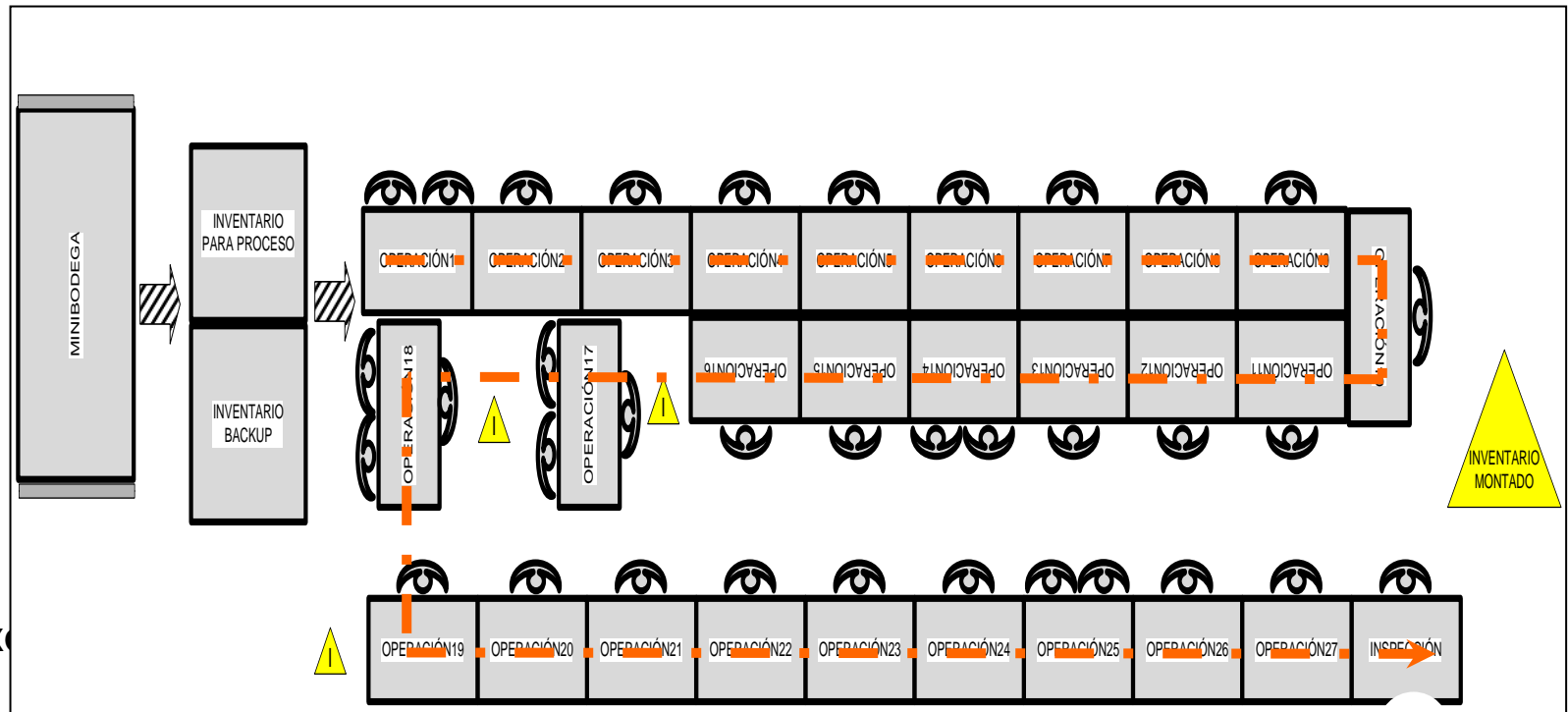
Distribución en planta de las áreas de la empresa.



ANEXO B.

ESTRUCTURA DE LA CÉLULA DE MANUFACTURA

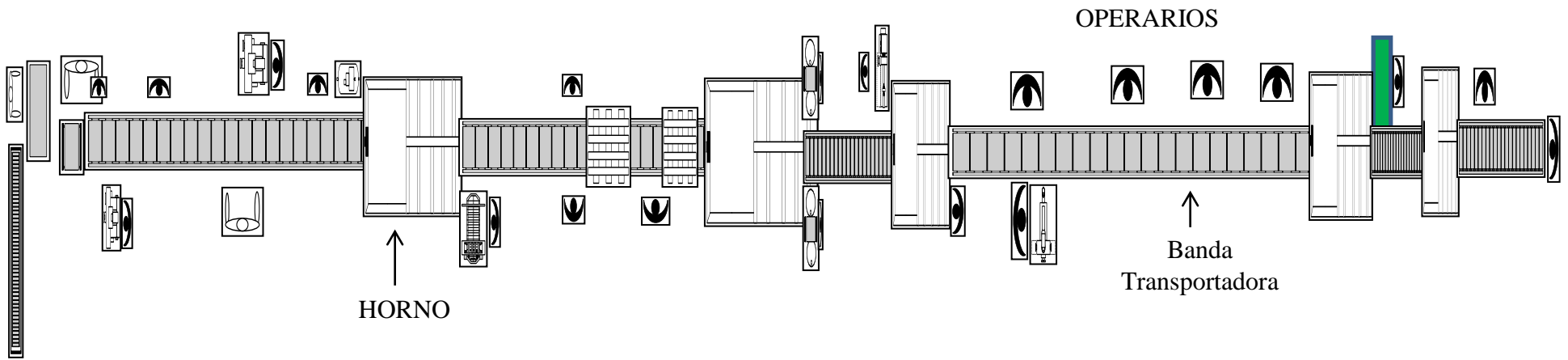
— • ► Indica hacia dónde se dirige el flujo de materiales.



68

ANEXO

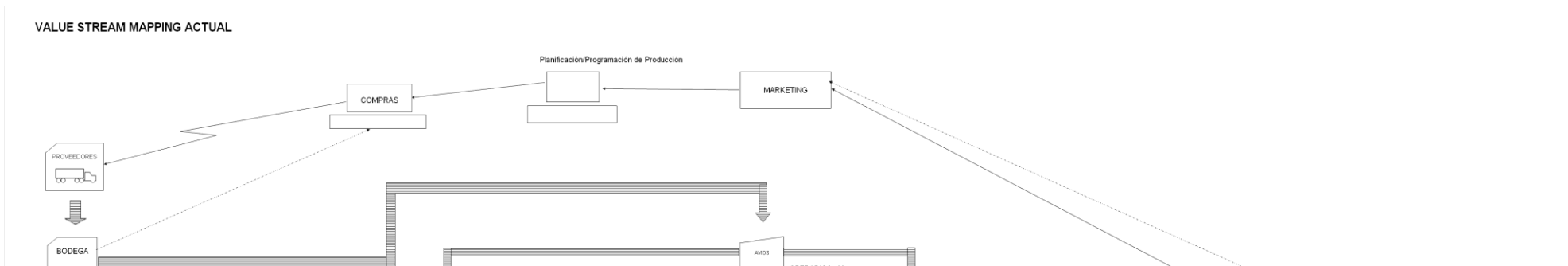
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL AREA DE MONTADO DEL CALZADO



90

ANEXO D.

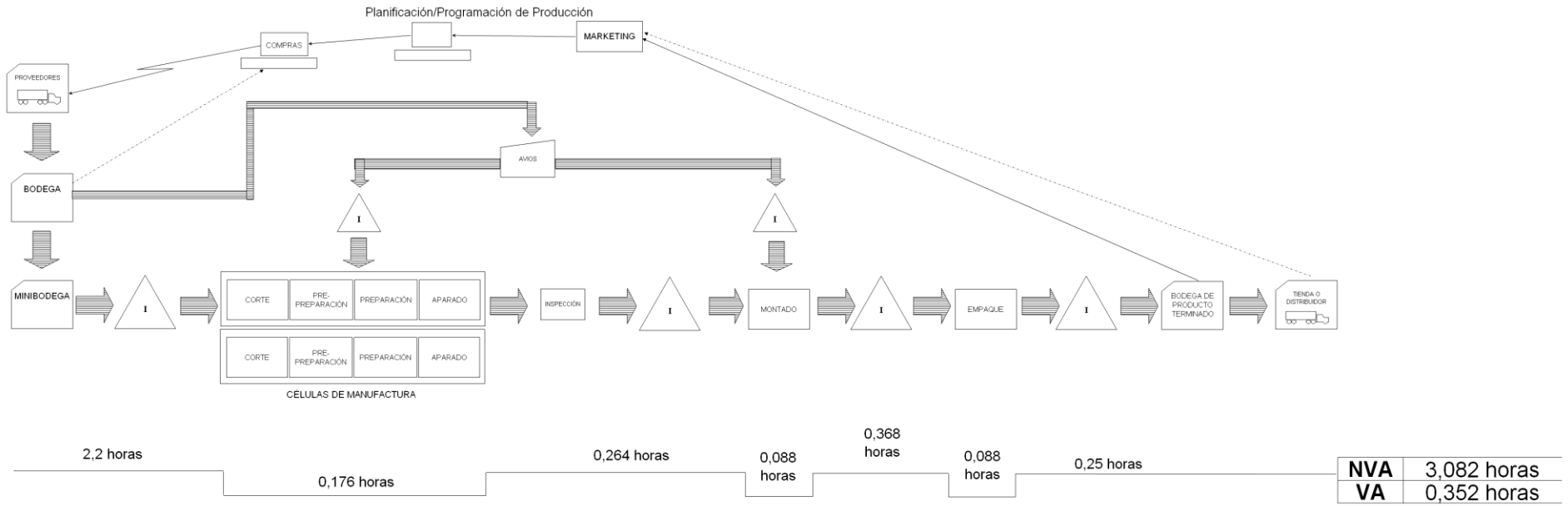
VALUE STREAM MAPPING ACTUAL



ANEXO E.

VALUE STREAM MAPPING FUTURO (PROPUESTO)

VALUE STREAM MAPPING FUTURO



ANEXO F.

Requerimiento de personal y asignación de operaciones

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE PERSONAL

OPERACIÓN	DESGLOSE OPERACIONES	ASIGNACIÓN DE OPERACIONES	HSL (horas estándar por lote)	DESGLOSE REQ	req.	REQ	APROX. REQ	
CORTE	Operacion1	Corte de piel látigo, tira	0,381	19,05	2,16	2,16	2	
	Operacion2	Cortar bolsillo	0,046	2,30	0,26	0,88	1	
		cortar vistas	0,023	1,15	0,13			
		cortar casquillo	0,008	0,40	0,05			
		perforar pala	0,078	3,90	0,44			
PRE_PREPARACIÓN Y PREPARACION	Operacion3	revisar piel	0,066	3,30	0,38	0,88	1	
		pintar cantos de pala, tiras	0,058	2,90	0,33			
	Operacion4	foliar a maquina	0,031	1,55	0,18	0,90	1	
		dividir vista de adorno y látigo	0,028	1,40	0,16			
		troquelar made in El Salvador	0,031	1,55	0,18			
	Operacion5	rayar pala y cubo	0,099	4,95	0,56	1,01	1	
		desbastar látigo	0,124	6,20	0,70			
	APARADO	Operacion6	desorillar pala, cubo	0,054	2,70	0,31	1,05	1
			desbastar bolsillo	0,039	1,95	0,22		
			cortar elástico con tijera	0,076	3,80	0,43		
Operacion7		cementar látigo	0,070	3,50	0,40	0,82	1	
		viviar látigo	0,145	7,25	0,82			
Operacion8		recortar sobrante de látigo manual	0,122	6,10	0,69	0,99	1	
		cerrar vistas de cubo	0,052	2,60	0,30			
Operacion9		pintar cantos de látigo con espuma	0,093	4,65	0,53	0,89	1	
		perforar látigo a mano	0,064	3,20	0,36			
Operacion10		coser bolsillo a vista /pala	0,133	6,65	0,76	0,76	1	
Operacion11		coser cubo a pala	0,136	6,80	0,77	0,77	1	
Operacion12		cerrar cubo	0,162	8,10	0,92	0,92	1	
Operacion13		asentar costura	0,089	4,45	0,51	1,01	1	
		cementar látigos a cubo	0,088	4,40	0,50			
Operacion14		doblar boca de corte	0,380	19,00	2,16	2,16	2	
		perforar elástico con broca	0,027	1,35	0,15			
Operacion15		apretar hebilla	0,042	2,10	0,24	0,75	1	
		meter hebilla elástica	0,063	3,15	0,36			
		insertar elástico + hebilla a pala	0,110	5,50	0,63			
Operacion16		cementar contrahorte	0,072	3,60	0,41	1,03	1	
		cementar vistas y bolsillos a cubo	0,471	23,55	2,68			
Operacion17		asentar bordes de cubos	0,065	3,25	0,37	3,05	3	
		viviar corte en parte superior	0,305	15,25	1,73			
Operacion18		cortar sobrante de forro con tijera	0,237	11,85	1,35	3,08	3	
		pintar cantos de cuello	0,202	10,10	1,15			
Operacion19		cementar tira inferior a pala	0,210	10,50	1,19	1,19	1	
Operacion20		coser tira inferior a pala	0,192	9,60	1,09	1,09	1	
Operacion21	cementar tira superior a pala	0,210	10,50	1,19	1,19	1		
Operacion22	coser tira superior a pala	0,192	9,60	1,09	1,09	1		
Operacion23	prensar casquillo	0,088	4,40	0,50	1,13	1		
	aplicar ablandador de piel a chinela	0,023	1,15	0,13				
	cortar , quemar hilos	0,088	4,40	0,50				
Operacion24	insertar látigo, abrochar, revisar	0,116	5,80	0,66	2,06	2		
	sacar averías	0,247	12,35	1,40				
Operacion25	lavar corte con hexano	0,159	7,95	0,90	0,90	1		
Operacion26	comodín aparados	0,176	8,80	1,00	1	1		
TOTAL REQUERIMIENTO PERSONAL			5,971			OPERARIOS	34	

LOTES REQUERIDOS	50
CANTIDAD POR LOTE	12
HORAS AL DIA	8,8

TIEMPO PAR 1º 0,498 h/par
TIEMPO PAR 2º 0,529 h/par

Nota importante: Los cálculos efectuados para el requerimiento de personal y asignación de operaciones fueron realizados de acuerdo a la información proporcionada de la empresa a partir de sus horas estándar por lote. Cada operación es detallada y se agrupan de acuerdo al requerimiento de producción diario que el grupo fijó en 50 lotes por día por cada célula, el cual se ha estimado de acuerdo a la capacidad productiva del área de montaje de calzado.

GLOSARIO

Células

(Cells) Agrupaciones especializadas de personas, máquinas, herramientas y materiales. El propósito de una célula es producir eficientemente lotes pequeños de piezas.

Clientes externos

(External customers) Organizaciones o personas externas que reciben un producto o servicio de la compañía.

Clientes internos

(Internal customers) Departamentos o personas dentro de la compañía que se apoyan en otros para satisfacer al cliente externo. Para cualquier célula, la siguiente célula en el proceso es siempre el cliente interno.

Esbeltez

(Lean) Enfoque de manufactura que busca mejorar la calidad del producto y la productividad, reducir costos y eliminar el desperdicio.

Inspección de proceso

(In-process inspection) Inspección de una pieza durante la producción para detectar errores. Los errores que son detectados temprano pueden permitir que la pieza sea retrabajada o se evite que continúe por el proceso de manufactura.

Inventario

(Inventory) Almacenamiento temporal o a largo plazo de piezas o productos que están terminados o en progreso. Con los sistemas de jalar se elimina el inventario.

Kanban

(Kanban) Palabra japonesa cuyo significado es “señal de tarjeta”. Representa cualquier método utilizado para mostrar la necesidad de piezas o productos a ser movidos o producidos.

Kanban de producción

(Production Kanban) Kanban que consiste de toda la información básica sobre un lote, como el número y peso, mas detalles sobre el tipo de trabajo que debe realizarse dentro de la célula.

Kanban de retiro

(Withdrawal Kanban) Kanban utilizado para señalar el movimiento de piezas entre células. Contiene sólo la información básica sobre el lote como el número de piezas y su peso.

Línea de ensamble

(Assembly line) Método de manufactura lineal en el cual un objeto en producción pasa por diferentes estaciones de trabajo hasta que es completado.

Mantenimiento total productivo

(Total productive maintenance) TPM. Método de mejoramiento de manufactura que incrementa la producción y reduce el desperdicio por medio de la atención continua a la condición de las máquinas y los procesos.

Manufactura celular

(Cellular manufacturing) Método de manufactura esbelta que utiliza agrupaciones especializadas de máquinas, personas y materiales.

Mejoramiento continuo

(Continuous improvement) Reemplazar prácticas, máquinas y otros componentes de manufactura inefectivos por otros efectivos para obtener ganancias medibles y en curso. Las organizaciones deben medir constantemente la efectividad de los procesos y buscan cubrir objetivos más difíciles para satisfacer a los clientes.

Reducción de la preparación inicial

(Set up reduction) Esfuerzo de esbeltez que utiliza la estandarización para reducir el tiempo que toma realizar el cambio de herramental.

Sistema de empujar

(Push system) Método de producción basado en mantener niveles predeterminados de inventario con fechas de entrega para las órdenes de los clientes en vez de la demanda de los mismos.

Sistemas de jalar

(Pull systems) Sistemas de administración de material en los cuales las piezas no son entregadas a las máquinas sino hasta que son necesarias. Los sistemas de jalar se basan en la demanda real de piezas.

Tiempo de ciclo

(Cycle time) Tiempo que transcurre entre el inicio y el final de un proceso.

Transportación

(Transportation) Movimiento de materiales y piezas dentro de las instalaciones de manufactura.

Calzado de protección. Calzado especialmente diseñado y fabricado para cumplir con las especificaciones y requisitos establecidos en esta norma

Calzador. Forro del contrahorte.

Cerco. Tira de cuero o de material sintético colocada entre el contorno superior de la entresuela y el contorno plantar del corte.

Contrahorte. Pieza preformada de cuero o termoplástico o fibra de celulosa que se coloca entre la piel y el calzador.

Corte. Todo el conjunto de piezas que forman la parte superior del calzado.

Costilla. Pieza metálica o de material sintético rígido, no madera, que se incorpora entre la suela y la planta a la altura del enfranque. Evita que se flexione o venza el arco del pie y propicie cansancio al usuario.

Cuartos. Toda la parte lateral trasera del corte que queda debajo de los tobillos. Por arriba de los tobillos recibe el nombre de tubos.

Chalecos. Parte frontal de los cuartos o tubos, donde se hacen los orificios e introducen las agujetas.

Chinela. Parte frontal del calzado.

Desvanecedor. Tira de material sintético, que se coloca debajo del contorno del borde superior de la puntera, entre ésta y el forro.

Doblillado. Dobleces de los extremos o cantos de la boca del tubo, cosido hacia el interior del calzado.

Enfranque. Desnivel de la suela, entre el límite del tacón y el principio de la planta, también llamado arco del pie.

Ensuelado. Acción de unir la suela al corte montado.

Entresuela. Elemento de área igual al de la suela, colocada entre la suela y la planta, en el proceso de construcción conocido como "Good Year Welt". Sólo puede ser removida destruyendo el zapato.

Flor entera. Es la hoja o capa superior de la piel o cuero que no ha sido pulida ni corregida y que conserva intacta la superficie donde se hallaba el pelaje.

Forro. Vestidura interior del calzado que está en contacto con el pie.

Fluido de perforación base aceite. Mezcla de productos químicos con propiedades físico-químicas controlables que, entre otras funciones, tiene la de acarrear los recortes de perforación, lubricar la barrena de perforación, limpiar y acondicionar el agujero del pozo y contrarrestar la presión del yacimiento.

Horma. Molde con la forma anatómica del pie, que sirve para darle al zapato su forma y dimensiones durante la manufactura.

Lengüeta. Pieza en forma de lengua. Está sujeta a la parte central superior de la chinela y, en el caso de los borceguís y botas o medias botas con agujetas. Queda entre los chalecos, llega hasta la parte superior de los tubos o de los cuartos y su función es evitar que los ojillos y agujetas molesten el empeine del pie.

Lengüeta con fuelle. Lengüeta que va unida a los chalecos del corte por medio de un fuelle del mismo material.

Montado. Acción de moldear el corte y los otros elementos del calzado a la horma, y preparar para el ensuelado.

Ojillos. Piezas de material sintético o metálico que cubren los orificios que se hacen en los chalecos de los tubos o los cuartos del calzado para introducir la agujeta.

Piel/Cuero. Material proteico fibroso (colágeno), que cubre al animal y que ha sido tratado químicamente con material curtiente para hacerlo estable bajo condiciones húmedas, produciéndose además otros cambios asociados, tales como características físicas mejoradas, estabilidad hidrotérmica y flexibilidad.

Planta. Componente no desmontable que se encuentra debajo de la plantilla, es parte integral del zapato, con el tamaño y forma plantar de la horma, y sólo puede ser extraída destruyendo el calzado.

Plantilla. Pieza que cubre totalmente la planta del calzado.

Presilla. Costura de refuerzo que se realiza en el extremo de la unión de la chinela con el tubo o cuartos.

Suela. Parte inferior exterior del calzado que hace contacto con el piso. En el caso de ser de múltiples densidades, la capa de mayor densidad que hace contacto con el piso también cubre toda la superficie exterior expuesta de la suela.

Tacón. Parte trasera de la suela con mayor espesor y que forma una sola pieza con la misma.

Talla. Es la medida, en centímetros, del largo interno del calzado

Talón. Parte posterior e inferior del corte.