

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO LEAN SIX SIGMA LOGISTICS, EN  
LA EMPRESA CASO ESTUDIO”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

**ING. INDUSTRIAL MARÍA TOMASA JUÁREZ TEPEPA**

DIRECTOR:

**DR. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ LOZADA**

CO DIRECTOR:

**DR. JORGE LUIS CASTAÑEDA GUTIERREZ**



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
Instituto Tecnológico de Apizaco

Apizaco, Tlax., 19 de Junio de 2018

ASUNTO: Aprobación del trabajo de Tesis de Maestría.

**DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.  
**P R E S E N T E.**

Por este medio se le informa a usted, que los integrantes de la **Comisión Revisora** para el trabajo de tesis de maestría que presenta la **ING. MARÍA TOMASA JUÁREZ TEPEPA**, con número de control **M97370783**, candidata al grado de **Maestra en Ingeniería Administrativa** y egresada del **Instituto Tecnológico de Apizaco**, cuyo tema es: **"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO LEAN SIX SIGMA LOGISTICS, EN LA EMPRESA CASO ESTUDIO"**, fue:

**A P R O B A D O**

Lo anterior, al valorar el trabajo profesional presentado por la candidata y constatar que las observaciones que con anterioridad se le marcaron así como correcciones sugeridas para su mejora ya han sido realizadas.

Por lo que se avala se continúe con los trámites pertinentes para su titulación.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

LA COMISIÓN REVISORA



**DR. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ LOZADA**



**DR. JORGE LUIS CASTAÑEDA GUTIÉRREZ**



**DR. JOSÉ ADRIÁN TREVERA JUÁREZ**



**DR. J. G. HÉCTOR ROSAS LEZAMA**

C. p.- Interesada



Carretera Apizaco-Tzompantepec, Esq. con Av. Instituto Tecnológico S/N  
Conurbado Apizaco-Tzompantepec, Tlaxcala, Méx.  
C.P. 90300, Apizaco, Tlax. Tels. 01241 4172010 Ext. 146 746  
e-mail: [depi@apizaco.tecnm.mx](mailto:depi@apizaco.tecnm.mx) [www.itapizaco.edu.mx](http://www.itapizaco.edu.mx)





TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

Apizaco, Tlax., 25 de Junio de 2018

No. OFICIO: DEPI/242/18

ASUNTO: Se Autoriza Impresión de Tesis de Grado.

ING. MARÍA TOMASA JUÁREZ TEPEPA,  
CANDIDATA AL GRADO DE MAESTRA  
EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA  
No. de Control: **M97370783**  
P R E S E N T E.

Por este medio me permito informar a usted, que por aprobación de la Comisión Revisora asignada para valorar el trabajo, mediante la Opción: **I Tesis de Grado por Proyecto de Investigación**, de la **Maestría en Ingeniería Administrativa**, que presenta con el tema: "**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO LEAN SIX SIGMA LOGISTICS, EN LA EMPRESA CASO ESTUDIO**" y conforme a lo establecido en el Procedimiento para la Obtención del Grado de Maestría en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo le emite la:

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Debiendo entregar un ejemplar del mismo debidamente encuadernado y seis copias en CD en formato PDF, para presentar su Acto de Recepción Profesional a la brevedad.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®  
PENSAR PARA SERVIR, SERVIR PARA TRIUNFAR®

**DR. JOSÉ FEDERICO CASCO VÁSQUEZ**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DIVISIÓN DE ESTUDIO  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p.- Consecutivo.

JFCV/JFCG\*mebr



Carretera Apizaco-Tzompantepec, Esq. con Av. Instituto Tecnológico S/N  
Conurbado Apizaco-Tzompantepec, Tlaxcala, Méx.  
C.P. 90300. Apizaco, Tlax. Tels. 01241 4172010. Ext 146, 246  
e-mail: [depi@apizaco.tecnm.mx](mailto:depi@apizaco.tecnm.mx) [www.itapizaco.edu.mx](http://www.itapizaco.edu.mx)



### **Agradecimientos**

Dios mío, gracias por amarme tanto y darme la fortaleza necesaria para permitirme alcanzar este logro.

### **Dedicatoria**

A mis únicas dos grandes razones, ustedes que probablemente por ahora no comprendan la magnitud de la fuerza y motivación que generan en mi ser, pero saben que lo son.

Te amo siempre...

Xime y Karol.

## Introducción

En la actualidad, los problemas que presentan las empresas en sus procesos logísticos carecen de ciertos esquemas enfocados específicamente a la logística de proceso, pues, aunque éstas se encuentran en constante persecución del mejoramiento de sus sistemas productivos midiendo y mejorándolos constantemente, en ésta área de la logística se encuentra áreas de oportunidad.

La presente investigación despliega las causas principales que están generando desperdicios y variación en los procesos de fabricación, lo que incide directamente en el lead time del proceso y por lo tanto se ve reflejado en los costos de la empresa, se muestra la propuesta de implementación del Modelo Lean Logistics Six Sigma Mantilla, (2012) realizada a la empresa caso estudio dedicada a la fabricación de triciclos de juguete en el Estado de Tlaxcala, para lo cual primeramente se plantean los fundamentos generales para el desarrollo y soporte de la investigación; después se lleva a cabo una revisión de los conceptos relacionados con el modelo mencionado anteriormente, así como el comportamiento de la situación actual y sus alcances tanto en la aplicación como en la investigación, desarrollando los objetivos de esta última.

Se presenta la metodología utilizada para la investigación realizada, especificando que se trata de una combinación de descriptiva, explicativa y experimental. El siguiente paso consiste en determinar las variables, siendo los desperdicios las independientes que afectan directamente al lead time del proceso, convirtiendo a este último en la variable dependiente, conociendo éstas, se procede a realizar el diagnóstico con el desarrollo de un análisis FODA de la empresa caso estudio para contar con un panorama general de la situación actual, hecho este último se identifican los parámetros de diagnóstico presentando gráficamente la frecuencia de los efectos, una gráfica de Pareto que refleja que entre el defecto de mal troquelado y mal soldado suman el 79% del total presentados a lo largo del proceso de fabricación y con una gráfica de barras se presenta la pieza que arroja el mayor número de defectos, siendo éste el “cuerpo 942”. También se desglosa un diagrama SIPOC general de la empresa y uno específicamente para el proceso de fabricación de la pieza caso estudio también se desarrollan los diagramas de flujo de proceso de cada área involucrada en la fabricación del

“cuerpo 942”. Una vez obtenidos los datos anteriores se realiza un estudio de tiempos de cada área el cual permite proceder a el desarrollo del VSM actual identificando que refleja un valor agregado de 5719.77 segundos y un lead time total de 29 días 158 horas, terminando con a interpretación del modelo LLSS.

Se desglosa el modelo lean logistics six sigma en sus tres fases principales (elementos de enfoque, de desarrollo y de resultado), donde en los elementos de enfoque se identifica que el cliente que es quien marca el ritmo de la fabricación de la pieza es el área de ensamble la cual a su vez se rige por la demanda de los clientes externos Famsa y Elektra, los procesos involucrados son corte, dobles, soldadura y pintura; en los elementos de desarrollo es donde se realiza la selección de las herramientas correcta para contrarrestar las causas principales de desperdicios, previamente arrojadas en el diagrama de Ishikawa desarrollado también en esta investigación (retrabajos, productos con defecto, incremento del lead time e incremento de costos) para terminar con la parte del desarrollo del modelo se presentan los resultados encuadrados en la propuesta de mejora, establecidos específicamente por área con su correspondiente propuesta y beneficio esperado, Al llegar a la fase de los elementos de resultado se desarrolla un cuadro con las propuestas y resultados esperados, especificando el proceso en el cual se enfoca la propuesta, la actividad o actividades, al igual que la herramienta propuesta, la situación actual, la esperada y los elementos de resultado que se pretenden obtener con la aplicación correcta del total de la propuesta.

Para finalizar se encuentran las conclusiones y recomendaciones de la investigación en general determinando que el Modelo Lean Logistis Six Sigma, permite ser adecuado a la logística de proceso para la reducción del lead time y la disminución de la variabilidad y de los desperdicios, las cuales se verán reflejadas directamente en la reducción de costos.

## Índice

CAPITULO I. Fundamentos .....	1
<b>1.1. Antecedentes del problema</b> .....	1
<b>1.2. Planteamiento del problema.</b> .....	2
<b>1.3. Preguntas de Investigación.</b> .....	4
<b>1.4. Objetivos</b> .....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos específicos.....	4
<b>1.5. Justificación</b> .....	5
<b>1.6. Alcances y limitaciones</b> .....	5
Alcances.....	5
Limitaciones .....	6
CAPITULO II. Fundamentos Teóricos .....	7
<b>2.1 Estado del arte</b> .....	7
2.1.1 PyMES.....	7
2.1.2 Logística empresarial .....	9
2.1.3 Lean Logistic.....	12
<b>2.2 Marco Teórico</b> .....	21
2.2.1 PyMES.....	21
2.2.2 Logística empresarial. ....	24
2.2.3 Lean Logistics .....	26
<b>2.3 Marco contextual</b> .....	33
2.3.1 PyMES.....	33
2.3.2 Logística Empresarial .....	36
2.3.3 Lean Logistics .....	41
CAPITULO III. Metodología.....	43
<b>3.1 Metodología.</b> .....	43
<b>3.2 Tipo de investigación</b> .....	44
<b>3.3 Determinación de variables</b> .....	44
<b>3.4 Análisis FODA (Diagnostico)</b> .....	46
<b>3.5 Parámetros de diagnostico</b> .....	51
<b>3.6 Mapeo de la cadena de Valor (VSM)</b> .....	81
<b>3.7 Interpretación del modelo Lean Six Sigma Logistics</b> .....	84
CAPITULO IV. Desarrollo del Modelo .....	85
<b>4.1. Elementos de enfoque</b> .....	85
<b>4.2 Elementos de desarrollo e implementación de herramientas</b> .....	87

<b>4.3 Resultados esperados</b> .....	94
CAPITULO V. Resultados esperados .....	96
CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	111
Bibliografía.....	114
ANEXOS.....	117
Anexo A .....	117
Anexo B.....	118
Anexo C.....	119
Anexo D .....	120
Anexo E.....	120
Anexo F.....	121
Anexo G .....	122



## INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Sumario del estado del arte. PyMES .....	15
Tabla 2. 2 Sumario del estado del arte. Logística empresarial. ....	17
Tabla 2. 3 Sumario del estado del arte. Lean Logistics. ....	19
Tabla 2. 4 Sumario del estado del arte. Investigaciones generales. ....	20
Tabla 2. 5 Clasificación de estratos de la industria Pequeña y Mediana .....	21
Tabla 2. 6 Industrias específicas según la International Standard Industrial Classification (ISIC) usada por Naciones Unidas.....	23
Tabla 2. 7 Industrias Manufactureras .....	24
Tabla 2. 8 Lista de técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.....	26
Tabla 2. 9 Estudio de la caracterización de la logística .....	38
Tabla 3. 1 Variables independientes, para la variable dependiente: Lead Time. ....	44
Tabla 3. 2 Análisis FODA .....	46
Tabla 3. 3 Matriz EFE .....	47
Tabla 3. 4 Matriz EFI .....	48
Tabla 3. 5 Matriz FODA (Estrategias) .....	49
Tabla 3. 6 Clasificación de productos .....	52
Tabla 3. 7 Cuadro de características evaluadas .....	54
Tabla 3. 8 Cuadro de frecuencia de defectos .....	54
Tabla 3. 9 SIPOC de Producto terminado. ....	57
Tabla 3. 10 Diagrama SIPOC de pieza “Cuerpo 942” .....	59
Tabla 3. 11 Resumen de estudio de tiempos.....	82
Tabla 4. 1 Propuestas por área.....	91
Tabla 5. 1 Propuesta y resultados esperados .....	107

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Metodología DMAIC .....	32
Figura 2. 2 Retroalimentación del Proyecto Operacionalización de DMAIC .....	32
Figura 2. 3 Modelo Lean Six Sigma Logistics .....	40
Figura 3. 1 Metodología .....	43
Figura 3. 2 Dibujo de pieza “Cuerpo 942” .....	56
Figura 3. 3 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. “Cuerpo 932” .....	61
Figura 3. 4 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Telescopio .....	61
Figura 3. 5 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Eje .....	62
Figura 3. 6 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Eje .....	63
Figura 3. 7 Diagrama de flujo del proceso del área de Dobles .....	64
Figura 3. 8 Diagrama de flujo de proceso del área de soldadura .....	66
Figura 3. 9 Diagrama de flujo del proceso del área de Pintura.....	68
Figura 3. 10 Diagrama VSM de pieza “cuerpo 942” .....	83
Figura 3. 11 Modelo Lean Six Sigma Logistics .....	84
Figura 4. 1 Modelo Lean Six Sigma Logistics. Elementos de enfoque .....	86
Figura 4. 2 Modelo Lean six Sigma Logistics. Elementos de desarrollo.....	87
Figura 4. 3 Diagrama de Ishikawa .....	89
Figura 4. 4 Diagrama VSM de pieza “cuerpo 942.Explusiones de mejoras .....	93
Figura 4. 5 Modelo Lean Six Sigma Logistics. Elementos de resultado. ....	94

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 2. 1 Grafica de empresas manufactureras. Principales variables por tamaño de los establecimientos 2013 (Porcentajes).....	34
Grafica 2. 2 Beneficios de la implantación Lean.....	41
Grafica 3. 1 Pareto de Porcentaje de defectos .....	55
Grafica 3. 2 Grafica de partes con mayor frecuencia de rechazo. ....	56
Grafica 3. 3 Grafica de control área de corte. Corte de tubo 1 ¼ .....	69
Grafica 3. 4 Grafica de control área de corte. Telescopio .....	70
Grafica 3. 5 Grafica de control área de corte. Saque de abolladuras .....	71
Grafica 3. 6 Grafica de control área de corte. Escareado de soporte bastón.....	72
Grafica 3. 7 Grafica de control área de corte. Troquelado de perno.....	72
Grafica 3. 8 Grafica de control área de dobles. Primer dobles .....	73
Grafica 3. 9 Grafica de control área de dobles. Perforado de asiento .....	74
Grafica 3. 10 Grafica de control área de dobles. Corte de muesca .....	74
Grafica 3. 11 Grafica de control área de dobles. Segundo dobles .....	75
Grafica 3. 12 Grafica de control área de dobles. Perforado de asiento (2) .....	76
Grafica 3. 13 Grafica de control área de soldadura. Soldar telescopio .....	76
Grafica 3. 14 Grafica de control área de soldadura. Soldar eje trasero.....	77
Grafica 3. 15 Grafica de control área de soldadura. Soldar soporte bastón .....	78
Grafica 3. 16 Grafica de control área de soldadura. Perforado de cajuela.....	78
Grafica 3. 17 Grafica de control área de soldadura. Perforado de tapa .....	79
Grafica 3. 18 Grafica de control área de pintura. Inspección .....	80
Grafica 3. 19 Grafica de control área de pintura. Colgado .....	80
Gráfica 5. 1 Grafica de control área de corte. Corte de tubo 1 ¼ .....	98
Gráfica 5. 2 Grafica de control área de corte. Telescopio .....	98
Gráfica 5. 3 Grafica de control área de corte. Saque de abolladuras .....	99
Gráfica 5. 4 Grafica de control área de corte. Escareado de soporte bastón .....	99
Gráfica 5. 5 Grafica de control área de corte. Troquelado de perno.....	100
Gráfica 5. 6 Gráfica de control área de dobles. Primer dobles .....	100
Gráfica 5. 7 Gráfica de control área de dobles. Perforado de asiento .....	101
Gráfica 5. 8 Grafica de control área de dobles. Corte de muesca .....	101
Gráfica 5. 9 Grafica de control área de dobles. Segundo dobles .....	102
Gráfica 5. 10 Gráfica de control área de dobles. Perforado de asiento adicional .....	102
Gráfica 5. 11 Grafica de control área de soldadura. Soldar telescopio .....	103
Gráfica 5. 12 Grafica de control área de soldadura. Soldar eje trasero.....	103
Gráfica 5. 13 Grafica de control área de soldadura. Soldar soporte bastón .....	104
Gráfica 5. 14 Grafica de control área de soldadura. Perforado de cajuela.....	104
Gráfica 5. 15 Grafica de control área de soldadura. Perforado de tapa .....	105
Gráfica 5. 16 Grafica de control área de pintura. Inspección .....	105
Gráfica 5. 17 Grafica de control área de pintura. Colgado .....	106
Gráfica 5. 18 Comparativo de tiempos .....	107

## CAPITULO I. Fundamentos

### 1.1. Antecedentes del problema

Desde el principio de la historia de la humanidad, los bienes que las personas generaban no eran producidos en el lugar donde los necesitaban para poder consumirlos, situación que generaba complicaciones para la disposición de los bienes que se requerían, además de que al almacenar los productos generados, principalmente perecederos que se producían por temporadas no se podían conservar por periodos largos de tiempo, debido a que las condiciones de almacenaje y conservación no eran adecuadas para cubrir las necesidades que se requerían, por lo tanto, las personas consumían lo que estaba cerca, o hasta donde podían desplazarse para adquirirlo, esta situación llevo a generar sistemas que permitían el traslado de los productos a mayores distancias y más personas; llegando en los tiempos, condiciones y lugares requeridos; todo esto casi sin darse cuenta, solo con la inercia de cubrir las necesidades pero sin una planeación como tal del termino logística recientemente conocido.

Hasta hace pocas décadas la logística no se presentaba como tal, esto debido a que no se tenía el entendimiento de los conceptos que la conforman; es decir, las empresas carecían de una cultura de logística, simplemente se asumían los traslados de los materiales y productos con un sentido estrictamente de transporte. La influencia de la cultura de logística en México ha sido principalmente de Estados Unidos, y los primeros en adoptar esta cultura fueron los del sector automotriz, extendiéndose a los demás sectores, hasta cubrirlos en su totalidad.

Esta derrama de cultura (conocimiento, organización, modelos, personal) ha sido de gran valor en la evolución de logística en México, ya que cambio aceleradamente algunos sectores de logística y esto derramo localmente a otros sectores, así como empresas nacionales para finalmente entrar generando al sector de PyMES Frias, (2016).

Con la adopción de la cultura logística en las empresas y con la convicción de los beneficios que esta trae para las mismas, surge por su parte en los años 70 en Japón, la manufactura esbelta con el sistema de producción Toyota, el cual pretende principalmente la eliminación de desperdicios y la creación de valor a través de un sistema integrado del uso de diferentes herramientas, para lo cual es necesaria la identificación de las actividades de

conversión y las de flujo en la cadena de suministros. El sistema de producción Toyota ha sido adoptado por miles de empresas alrededor del mundo, tanto industriales como de servicios para mejorar sus operaciones y sus procesos de producción. Para los años 80 Motorola desarrolla la metodología llamada Seis Sigma, teniendo como objetivo principal el enfoque al cliente, con la utilización del proceso DMAIC y métodos estadísticos. De estas dos filosofías surge la Logística esbelta, la cual se entiende como la dimensión logística de la manufactura esbelta, que provee un nuevo marco para el pensamiento acerca de la cadena de suministros, siendo su principal enfoque la creación del valor Jones, (1997), esta filosofía toma algunas herramientas de la manufactura esbelta y de Seis Sigma para mejorar los procesos. Con la correcta aplicación de la logística esbelta, se pueden obtener grandes beneficios en las organizaciones, como la reducción del lead time, minimizar tiempos, eliminar desperdicios, excesos de inventario y altos costos.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

De acuerdo a un análisis logístico de los sectores industriales en América Latina, el autor José A. Barbero, (2010) en su Nota Técnica, del Banco Interamericano de Desarrollo, encuentra que el mayor costo logístico lo tiene el sector de la construcción con un 40%, seguido del sector de servicios con un 31% y los servicios logísticos con el 27.9%. Al respecto en términos de procesos logísticos, en promedio la mayor parte del costo corresponde a las actividades de transporte y distribución con un 5.3%, seguidas por el inventario con un 5% y el almacenamiento con un 2.5% Barbero, (2010). Estos datos nos permiten visualizar que en la actualidad dentro del ámbito global las PyMES se enfrentan a un panorama muy complicado para permanecer en el mercado, pues en general, estas carecen de conocimientos técnicos relacionados con Lean Logistics (Logística Esbelta) situación que las obliga a destinar la mayoría de sus recursos en la logística de distribución, considerando que invirtiendo en esta área de la logística, se lograrán las metas de la empresa, sin embargo se descuida considerablemente la logística de aprovisionamiento y de producción, puesto que aun teniendo las soluciones óptimas para la colocación de los productos en tiempo y forma hacia el consumidor final, no se podrá conseguir el objetivo de cumplir con el cliente si el aprovisionamiento de materias primas para el proceso de producción no se realiza de forma adecuada para la obtención del producto final, en este

sentido las PyMES requieren trabajar día a día buscando altos estándares de calidad que les permitan competir contra las grandes empresas sin tener que sacrificar sus utilidades, aunado a esta situación, en México las empresas se enfrentan también a la problemática de carencia de conocimientos técnicos de sus procesos, una estructura informal y flujos de información interna deficiente, complicaciones que repercuten incluso en la desintegración total del sistema, tomando en cuenta que en la actualidad las PyMES se encuentran inmersas en un ámbito totalmente competitivo, las organizaciones luchan por su permanencia buscando oportunidades de mejora, que les permitan aumentar su eficiencia y eficacia, lo que las obliga a desarrollar estrategias para responder a la situación actual. Por lo cual surge la importancia de identificar claramente los factores que dificultan la eficiencia de la cadena de suministro mediante la implementación de la filosofía Lean-Logistics.

Teniendo en cuenta que la logística impacta en las utilidades de la empresa a través de su participación a lo largo de la cadena de suministros, surge la necesidad de mejorarla haciendo uso de la filosofía Lean Logistics con la que se pretende ayudar a las empresas en el aumento de su desempeño logístico, pues según el Banco Mundial (Group, 2016), en el presente año México ocupa el lugar número 48, con un puntaje de 3.14 dentro del ranking mundial de 155 países en el índice de desempeño logístico, para favorecer este índice se detectarán problemas y oportunidades en las tres áreas que comprende la logística:

- Logística de entrada (aprovisionamiento).- Administración de transporte entrante, almacenamiento de materia prima, control de inventarios, reducción de desperdicios, recepción de pedidos, planeación de materiales, plan de compras y colocación de pedidos al proveedor.
- Logística de proceso (producción).- Detección de las causas de variabilidad, desperdicio y defectos, diseño de red logística, planeación de la demanda y suministro.
- Logística de salida (almacenamiento, transporte y distribución).- Reducción de costos de inventario de producto terminado, uso eficiente de espacios, aumento del nivel de servicio al cliente, plan de ventas.

### **1.3. Preguntas de Investigación.**

- 1.- ¿La filosofía Lean Logistics agrega valor para las empresas que fabrican triciclos en el Estado de Tlaxcala?
- 2.- ¿Las empresas del giro de fabricación de bicicletas y triciclos en el Estado de Tlaxcala, conocen la filosofía de Lean Logistics?
- 3.- ¿Qué herramientas de las que conforman el modelo lean logistics están incrementando la eficiencia en los procesos?
- 4.- ¿Las empresas que fabrican triciclos en Tlaxcala utilizan herramientas lean para reducir desperdicios?
- 5.- ¿Las empresas del giro fabricación de bicicletas y triciclos en el Estado de Tlaxcala, tienen la apertura para invertir recursos en sus procesos logísticos?

### **1.4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Proponer la implementación del modelo “Lean Logistics Six Sigma”, para la mejora de los procesos empresariales en la logística de proceso, a través de las herramientas lean y la metodología Six Sigma.

#### **Objetivos específicos**

- 1.-Realizar diagnóstico de la situación actual de la empresa caso estudio.
- 2.- Evaluar el desempeño de las actividades de la empresa implicadas en la logística de proceso.
- 2.-Identificar los factores críticos que impiden el flujo de los procesos logísticos en la producción.
- 3.- Proponer mejoras a través de las herramientas Lean Manufacturing para la reducción de desperdicios.

### **1.5. Justificación**

Tomando en cuenta que la logística empresarial se mantiene en un proceso de evolución constante de mejoramiento y que las pymes manifiestan carencias en su logística debido al desconocimiento del manejo de la misma así como en el enfoque de esfuerzos solo en la logística de distribución, descuidando la logística de aprovisionamiento y la de proceso, en este entorno debido a que se han detectado altos costos en los procesos logísticos empresariales, y a su vez los tiempos de respuesta cada vez se vuelven más largos surge la necesidad de contrarrestarlos a través de la utilización de diferentes herramientas, con la finalidad de reducir el lead time a través de la implementación de un modelo lean logistics que genere actividades comprendidas en dichos procesos, reduciendo así los costos, el tiempo, el espacio y el desperdicio.

Actualmente la industria de la fabricación de bicicletas y triciclos en el país se está viendo afectada principalmente por la entrada de productos de procedencia china a un precio muy por debajo de los que ofertan los fabricantes nacionales, situación por la cual es importante buscar nuevas opciones que permitan la reducción de los costos de fabricación, los cuales incluyen entre otros también los costos generados en la logística de proceso, puesto que esta área de la logística es la que se encarga de planificar, implementar y controlar de manera eficaz la transformación de entradas (materias primas, insumos e información) en salidas (producto terminado y servicio), entonces reduciendo el lead time del proceso a través de la disminución de los o algunos de los ocho desperdicios que puedan presentarse en dicho proceso se conseguir consecuentemente menores costos de la logística de proceso y estos a su vez se verán reflejados en el costo total del producto y con esto se podrá competir con los productos chinos.

### **1.6. Alcances y limitaciones**

#### **Alcances**

La presente investigación será aplicada a la logística de proceso, con un enfoque de reducción de desperdicios, generando consecuentemente la disminución del lead time en la empresa caso estudio del giro de fabricación de bicicletas y triciclos en el Estado de Tlaxcala.



### **Limitaciones**

La investigación se enfoca a las empresas la empresa caso estudio del giro de fabricación de bicicletas y triciclos del Estado de Tlaxcala, sin embargo, se condiciona a los recursos disponibles por parte de la empresa, para la implementación de la misma, así como el tiempo mínimo requerido y el capital del que se disponga para llevarla a cabo, también se restringe a la apertura de las empresas de dicho sector para el estudio, análisis e implementación, de la filosofía lean manufacturing y lean logistic que obstaculizan la eficacia de sus procesos.

## CAPITULO II. Fundamentos Teóricos

### 2.1 Estado del arte

La presente investigación tiene como soporte la revisión de la literatura que permite analizar diversas aplicaciones e implementaciones del modelo Lean Logistic Six Sigma en diversos escenarios en empresas situadas a nivel mundial. La consulta de las estas investigaciones encontradas servirá de apoyo para tener un panorama general de las empresas donde se ha aplicado dicho modelo al mismo tiempo permite tener una perspectiva general del impacto que dicho modelo ha generado en las empresas que tras la búsqueda de ser más eficientes y eficaces para lograr un mejor lugar de posicionamiento competitivo y con ello aumentar sus utilidades, dichas empresas optan por la utilización de diversas herramientas seleccionadas de las utilizadas en la filosofía manufactura esbelta y la metodología seis sigma.

#### 2.1.1 PyMES

En la actualidad las empresas y específicamente las Pymes se enfrentan a grandes problemas, los cuales en la mayoría de los casos no son afrontados de manera atinada obligando a las empresas mayormente al cierre de la misma, liquidando a su personal y vendiendo su maquinaria y equipo.

Como lo señala Castaño, (2011) en su artículo “Actitudes de los emprendedores de micro y pequeñas empresas frente a la adquisición de información externa para la toma de decisiones comerciales”, constantemente se ha sostenido que las micro y pequeñas empresas adolecen de herramientas de administración y mercadeo, lo que las hace vulnerables y susceptibles de mortalidad y con la intención de revertir estas tendencias es necesario profundizar sobre los comportamientos de este tipo de empresas y determinar las variables que conforman dichos comportamientos, Castaño descubre que en las empresas a pesar de una valoración alta de la información como necesaria para el éxito comercial, este tipo de empresas no diseñan ni ejecutan programas para su adquisición, como tampoco motivan a sus empleados a hacerlo por lo que la información se concentra únicamente en los líderes de la organización.

Por su parte Ballina F., (2015) en su artículo “Ventajas competitivas de la flexibilidad numerica en micro, pequeñas y mediana empresas del distrito federal”, refiere que la flexibilidad

organizacional es una de las ventajas competitivas que utilizan las empresas, para adaptarse o para anticiparse a los cambios continuos un aspecto importante de esta, es lo relativo a la flexibilidad numérica, conocida como outsourcing, es decir, la capacidad de la empresa para ajustar sus recursos humanos a las variaciones de la demanda. Las principales problemáticas de la MIPyME son externas: provienen de los efectos del mercado, de la falta de financiamiento o de una competencia internacional; o internas, como la ausencia de una cultura empresarial que impulse la productividad y competitividad de estas empresas, entre otras. Durante los últimos años la flexibilidad numérica ha cobrado gran importancia por lo que se analiza la situación de las MIPyME, considerando su estrategia y sus principales factores competitivos, a fin de determinar sus fortalezas y debilidades competitivas que determinan su rendimiento. Al final de este estudio se determina que, uno de los problemas principales y que se presentan con mayor frecuencia en las PyMES es el flujo incorrecto o nulo de la información, tanto en los integrantes de cada área como entre departamentos incluyendo por consiguiente los inventarios, almacenamiento, producción y distribución, áreas determinantes para las empresas. Esta deficiencia en la gestión de la información al interior de las PyMES, se ve reflejada en la relación de la empresa con los otros miembros de la cadena de suministro y con el resto de las empresas del ramo. Con el fin de contrarrestar esta situación se busca conseguir un flujo eficiente de la información clave entre cada uno de los integrantes de cada área, entre departamentos y miembros de la cadena de suministros.

Las situaciones anteriores llevan a Romero, (2015) a realizar un análisis del porqué del fracaso en las pymes en su artículo “Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia, donde se realiza un estudio enfocado al ambiente interno, especialmente en el estudio de la gestión financiera, en la que un desempeño deficiente obstaculiza el resto de las operaciones de la organización, Fredy Romero, identifica que el fracaso empresarial se ha enmarcado principalmente en definiciones jurídicas como es la bancarrota o quiebra legal, así mismo el fracaso financiero o insolvencia, valor reducido de los activos o escasez del flujo de caja, suspensión o incumplimiento de pagos, entre otros que afectan al funcionamiento continuo de la empresa. Por lo tanto, se distinguen dos situaciones principales originarias del fracaso empresarial: Fracaso financiero o suspensión de pagos y catalogados legalmente en quiebra.

Mientras tanto Pérez, (2007), en su artículo “Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados”, realizan un estudio de mejora de procesos, seleccionándose a aquellas empresas con necesidades de racionalización y de mejora a partir del diagnóstico inicial. Se realiza una evaluación cualitativa a través de la aplicación del instrumento Lean Manufacturing de la empresa consultora R. Michael Donovan & Co. Inc. Así como la identificación y medición en la empresa de los indicadores operativos pertinentes a la manufactura esbelta tales como el tiempo total de entrega del proceso, nivel de inventarios en proceso, eficiencia de operaciones y la elaboración del mapa de valor. El resultado global de la evaluación arroja que la empresa se encuentra en niveles básicos incipiente de desempeño en los principios esbeltos. Posterior a esto se define un plan de acción en el que se da prioridad a la disminución del tiempo de entrega total de la empresa y la disminución de inventarios en proceso, se seleccionan y aplican algunas herramientas de organización del trabajo como las 5 S, control visual, SMED, acercamiento de procesos, producción nivelada y la introducción de sistema Kanban, para el control de producción e inventarios en proceso; con los que se pretende corregir en parte las deficiencias de organización de producción y puestos de trabajo detectados en la empresa. Continuando con el estudio se realiza la medición de los impactos en indicadores anteriormente cuantificados obteniendo disminuciones significativas que van desde 50% hasta el 99.9%.

### **2.1.2 Logística empresarial**

Debido a los problemas en los costos de desempeño logístico que presentan actualmente las empresas y en base a los diagnósticos realizados para identificar los principales indicadores de desempeño logístico que más afectan a las empresas se determina que mayormente se encuentran deficiencias en la logística de almacenamiento, donde se comprende la parte del servicio al cliente.

En este ámbito González, (2014), en su artículo Sistema para la gestión logística empresarial presenta la implementación de un sistema de gestión logística que sirve de soporte para la toma de decisiones relacionadas con la administración de la cadena de abastecimiento, para lo cual se diseñaron instrumentos de aplicación práctica que permiten mejorar los problemas de logística interna en las empresas, posterior a esto se desarrolló el sistema de

información para la gestión logística empresarial, en el cual se levantó una línea base donde el diagnóstico determina los siguientes factores: si la logística está incorporada como tema clave en la organización; si existen indicadores y si se aplican mecanismos de medición y análisis de la información que permitan la toma de decisiones; y por último si se ha desarrollado un enfoque para el desarrollo de la cadena de abastecimiento. Se desarrolló un software que permite visualizar los tiempos de repuesta de un proveedor y las condiciones para la gestión de pedidos este software cuenta con una interfaz a la cual se accede digitando nombre de usuario y contraseña de entrada previamente asignados, esta interfaz dirige al usuario al menú de herramientas para la gestión logística, pudiendo el empresario implementar en su negocio aquellas que según un análisis previo le permitan mejorar su desempeño. Esto permite mejorar la distribución en planta de los almacenes, los procesos de aprovisionamiento entre otros, así como calcular los costos logísticos de la organización. Este sistema se convierte en una solución que guía al pequeño empresario hacia el mejoramiento de sus procesos en las áreas de aprovisionamiento, almacenamiento, distribución, servicio al cliente y costos logísticos.

Al respecto de las pymes, en relación al modelo de gestión de logística para pequeñas y medianas empresas en México, actualmente los clientes evalúan la calidad del producto, el valor agregado del mismo y su disponibilidad en tiempo y forma, de ahí la necesidad de hacer eficientes los procesos. Se desarrolla un modelo de gestión logística para Pymes basado en información secundaria, la cual permite diseñar un modelo conceptual que puede ofrecer una solución integral para la gestión de cuatro de las áreas más importantes para la Pyme: Inventarios, almacenamiento, producción y distribución, así como la aplicación de las herramientas que mejoran el desempeño logístico de la cadena de suministro. El núcleo del modelo es el flujo sincronizado de información de clientes de la empresa a proveedores y viceversa. Este debe ser lo suficientemente capaz de compartir la información clave entre todos los miembros de la cadena de suministro, para reducir la incertidumbre de la misma, el modelo trabaja bajo el enfoque de un sistema híbrido empujar/jalar de la cadena de suministro. El factor Administración del abastecimiento debe integrar las áreas y funciones, dentro y fuera de la empresa, mediante el suministro de la información del sistema logístico; de la misma forma debe desempeñar eficientemente el suministro de los materiales y la entrega de los pedidos al cliente externo en tiempo, lugar, calidad, cantidad, servicio y al menor costo posible. Es

importante que en cada área se aproveche el conocimiento técnico, la experiencia, la información de clientes internos y externos para desarrollar, diferenciar y diseñar nuevos productos. Las empresas que tienen un buen desempeño logístico y que logran una ventaja competitiva están proporcionando un nivel de servicio superior a sus clientes Cano, (2015).

De acuerdo con la logística empresarial Rincón, (2014) en su artículo “Comunicación corporativa, relaciones públicas y logística en la dinámica organizacional” identifica aspectos fundamentales de la logística organizacional y de las relaciones públicas en organizaciones, determina vínculos entre la comunicación corporativa, relaciones públicas y logística, mediante la observación directa, revisión y análisis de documentos y postulados teóricos. Tomando en cuenta que la logística vincula las decisiones operativas a consideraciones estratégicas dentro y fuera de la organización desarrollando un conjunto de relaciones armónicas apropiadas, se señala que la logística influye en los costos, genera expectativas en el servicio al cliente; optimiza las líneas de suministros; apoya el diseño de estrategias y el cumplimiento de metas organizacionales; añaden valor agregado a la marca y a sus productos servicios asociados; posibilita a una respuesta rápida y responde a las nuevas estructuras tecnológicas ambientales sociales culturales políticas y legales del entorno. En tal sentido la combinación de la comunicación y la logística conduce a la intermediación, generando conectividad y cooperación de la totalidad de funciones organizacionales. Así mismo, la correspondencia existente entre la logística y las relaciones públicas genera la optimización de las funciones básicas de la organización (operaciones, finanzas y marketing), orientado a la excelencia con razón-pasión y creatividad-lógica.

Mantilla, (2012) en su artículo Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma, presenta un modelo de mejoramiento de procesos logísticos en la cadena de suministros, cuyo propósito es hacer más eficientes las operaciones logísticas a través de la variabilidad y el desperdicio en la cadena de valor, sin perder de vista al cliente para ofrecerle un mejor servicio y a su vez reducir costos. En este estudio se presenta un modelo LSSL (Lean Six Sigma Logistics) el cual es una filosofía y metodología que combina la manufactura esbelta con seis sigma, y establece como mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes a través de la metodología DMAIC utilizando

diferentes herramientas de manufactura esbelta y Six sigma para cada una de las etapas de dicha metodología.

Analizando el rol de los 4PL's (Fourth Party Logistics) donde; First Party Logistics se trata de la fase de la logística que cuenta mayor tradición de subcontratación: el transporte de mercancías, en este sentido engloba las agencias de transporte que se encargan de distribuir los productos de la empresa contratante; second Party Logistics se enmarca en el plano de operadores logísticos, aparte del transporte se ocupan del almacenamiento de los productos y de sus propios vehículos de almacén; Third Party logistics, este tipo de operadores logísticos van más allá en la integración de servicios y proveen de flota de transporte, lugar de almacenamiento y abordan, además la organización de operaciones de transporte y gestión del almacén; Fourth Party Logistics, estos operadores actúan como supervisores del funcionamiento de la logística, no cuentan con almacenes o camiones, es decir, con recursos físicos, pero si tienen la experiencia, conocimientos y la capacidad tecnológica que les permite optimizar al máximo la eficiencia de la cadena de suministro en las actividades logísticas de las empresas ubicadas en la región Centro – Golfo de México, Hernández, (2013), observan que cuando las empresas requieren de un número de servicios especializados para el transporte de su carga, los proveedores de servicios no tienen la calidad o los requerimientos suficientes para poder satisfacer esa demanda para lo cual los autores determinan que una estrategia que bien puede servir es la subcontratación, outsourcing, la tercerización o el integrador logístico 4PL (Fourth Party Logistics) que es un proveedor de servicios que buscan mejores soluciones logísticas para las empresas caracterizándose por no usar activos y recursos propios, un 4PL es totalmente responsable de la gestión de las cadenas de suministro, abarcan servicios que comprenden funciones de orden técnico, comercial, financiero, organizacional y administrativo, por lo que se considera una excelente opción a considerar por las empresas.

### **2.1.3 Lean Logistic**

Lean Logistic es un tema que empieza a tomar importancia, en las empresas debido a que es un término nuevo que surge a partir del desarrollo de la manufactura esbelta aplicada a la logística. La logística esbelta se entiende como la dimensión logística de la manufactura

esbelta, la cual provee un nuevo marco para el pensamiento acerca de la cadena de suministros, siendo su principal enfoque la creación de valor Jones, (1997).

Juanes B., (2010) en su artículo Lean Logistics pone al descubierto las claves del sistema que está revolucionando la prestación de servicios logísticos en cualquier ámbito (recepción, almacenaje, preparación, distribución, cadenas extendidas de valor. Lean Logistics, es un sistema que se adapta a la realidad logística para mejorar la calidad de servicio, producir mejores resultados y mejorar la calidad de vida de los profesionales de la logística pues lo están aplicando para obtener mejoras sustanciales en los parámetros críticos de su actividad, pues al aplicar el termino Lean a la actividad logística se dispone de un sistema logístico sin despilfarros, lo que permite dar respuesta de manera ágil a las demandas del entorno trabajando mejor, no más. Algunos conceptos como Despilfarro (Muda), flujo, valor añadido, Just in time, gamba, estandarización, entre otras junto con una variedad de herramientas técnicas permite obtener resultados como reducir el stock, aumentar la capacidad de producción de un área de Picking, acortar tiempos de suministros, entre otros.

Debido a que existen dificultades para la implementación de un enfoque integrado comúnmente llamado Lean Six Sigma (LSS) en las PYMES, situación que se debe en gran parte a factores como la falta de compromiso de la dirección, la limitación de recursos financieros y de personal, la falta de reconocimiento de la importancia de la metodología, entre otros, Felizzola, (2014) proponen una metodología que se adapta a las necesidades de estas, la cual se compone de cuatro fases: donde la primera establece los factores claves en los cuales las PYMES deben prepararse para implementar LSS, en segundo lugar, identificación de focos de mejora y definición de un portafolio de proyectos; en tercer lugar, la ejecución de los proyectos priorizados; y por último, la evaluación de los resultados obtenidos.

Al respecto Reyes (2002), en su artículo “Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones manifiesta que como parte de una opción las estrategias que están tomando las empresas de manufactura establecidas en México para mejorar su posición competitiva, se encuentran la adopción de algunos métodos de manufactura delgada (Lean), y algunos de los métodos Seis Sigma a lo que se conoce como la metodología Manufactura Lean y Seis Sigma. Estos métodos se basan en la aplicación de técnicas estadísticas para la reducción de la variabilidad en los procesos, con lo que se minimizan los defectos y los



errores con la visión de reducirlos a cero. La manufactura Delgada (Lean) agrupa una serie de métodos principalmente enfocados a minimizar el uso de recursos o reducir los desperdicios en la manufactura a través de equipos de trabajo coordinados por un facilitador entre los que se encuentran 5S's, Kaizen, SMED, TPM, Enfoque de calidad total, Celdas de manufactura, Kanban, Lean aplicado a proveedores y transportistas, así como indicadores de tiempo y de desempeño tipo Lean. Por su parte la metodología Seis Sigma, se enfoca a la eliminación o minimización de las fuentes de variabilidad que causan defectos o errores, con el propósito de alcanzar la meta de tener máximo 3.4 partes por millón de estos. Esta mejora se realiza por equipos especiales con líderes de proyecto contratados para este fin y se puede resumir en general en las siguientes siete fases básicas: Definición del proyecto de mejora, medición, análisis, mejoramiento, control, estandarización y reconocimiento. El estudio determina que en México la aplicación de estas metodologías aún no se ha observado en las empresas micro y pequeñas a pesar de ser factible u implementación en las mismas.

En este entorno Zapata, (2011) analizan si la Logística Esbelta es una exagerada admiración por lo que está de moda o realmente es una necesidad. Concibiendo una definición de Logística esbelta como: “Aquellos esfuerzos por realizar las actividades logísticas requeridas en las empresas, basados en el principio de eliminar todos los elementos, acciones y operaciones que no agreguen valor a la actividad”. Se esquematizan dos enfoques sobre el manejo de desperdicios en logística lo que deja claro que existe una serie de actividades y elementos generadores de desperdicio y costos en las operaciones logísticas de las empresas, el cual, atendiendo al principio de incremento de rentabilidad empresarial y buenas prácticas de manufactura, deben ser eliminadas. A lo que se concluye que Lean Logistics, se ha convertido en una práctica necesaria que reclama Colombia, dada la necesidad de incrementar la productividad y la eficiencia empresarial.

En el artículo “De la logística convencional a Lean logistics” se especifica que la rotación de personal y la cultura organizacional son el “talón de Aquiles” de las empresas en materia de logística, porque generan improductividad, desperdicio en tiempos y movimientos, y provoca que se tenga que realizar más de una vez las tareas de selectividad, abastecimiento y armado de pedidos. Por ello resulta indispensable migrar de una logística convencional a una del tipo Lean logistics, donde cada parte del proceso es analizada de raíz, se toman decisiones por medio de

herramientas estadísticas, diagramas de proceso detallados (VSM) y se considera la técnica de escuchar al cliente (VOC). Es donde Seis Sigma y Lean constituyen elementos imprescindibles para dominar estas actividades dándose una transición estratégica López, (2016).

A continuación, se presenta las tablas; 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 en las cuales se resumen los artículos del estado del arte en el que se analizan los principales factores que impactan a la investigación con aportaciones al tema, relacionados con Pymes, logística empresarial y lean logistics.

Tabla 2. 1 Sumario del estado del arte. PyMES

Título	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
Actitudes de los emprendedores de micro y pequeñas empresas, frente a la adquisición de información externa para la toma de decisiones comerciales	Análisis del comportamiento de los emprendedores, valoran la información adquirida sin embargo carecen de programas para obtenerla. Pueden apoyarse de organizaciones gubernamentales para obtener conocimiento del ambiente externo en el que se encuentran inmersas.	Castaño R.,A	Colombia	2011

			Continuación.
Ventajas competitivas de la flexibilidad numéricas en micro, pequeñas y medianas empresas del distrito federal.	La flexibilidad organizacional es una ventaja competitiva que utilizan las empresas para adaptarse o anticiparse a los cambios continuos principalmente a lo relativo a la flexibilidad numérica, conocida como outsourcing; es decir, la capacidad de la empresa para ajustar sus recursos humanos a las variaciones de la demanda.	Ballina F.	México
Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia	La situación del fracaso empresarial en Colombia se basa principalmente en la liquidación obligatoria que van de 1379 empresa acumuladas desde 1995 predominando las pymes (el 44% y 24% respectivamente) seguidas del 205 en la microempresa y el 11% en la grande empresa.	Romero E.,F Melgarejo M.,Z Vera C.,M	Colombia 2015
Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados	Se realizan un estudio de mejora de procesos con la evaluación cualitativa a través de la aplicación del instrumento Lean Manufacturing y debido a que la empresa se encuentra en niveles básicos incipiente de desempeño en los principios esbeltos, se define un plan de acción en el que se da prioridad a la disminución del tiempo de entrega total de la empresa y la disminución de inventarios en proceso.	Pérez L., F Cardozo S., N Infante C., C y Ugueto M.,M	Venezuela 2007

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 2. 2 Sumario del estado del arte. Logística empresarial.

<b>Título</b>	<b>Investigación</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Año</b>
Sistema para la gestión logística empresarial	Diseño de un software para la toma de decisiones en la gestión logística empresarial, el cual consiste en ingresar con su nombre de usuario y contraseña para después ser dirigido a un menú de herramientas, donde el empresario selecciona la que le permita mejorar su desempeño logística, según un análisis previo.	González C., C	Colombia	2014
Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México	Se propone un modelo conceptual basado en información secundaria para ofrecer solución a las 4 áreas más importantes para la pyme inventarios, almacenamiento, producción y distribución, así como la aplicación de las herramientas que mejorarán el desempeño logístico de la cadena de suministro el núcleo del modelo es el flujo sincronizado de información de clientes de la empresa a proveedores y viceversa la principal característica del modelo es que debe ser lo suficiente capaz de compartir información clave entre todos los miembros de la cadena de suministro para reducir la incertidumbre de la misma.	Cano O., P Orue C.,F Martínez F.,J Mayett M.,Y López N.,G	México	2014
Comunicación corporativa. Relaciones públicas y logística en la dinámica organizacional	Trabajar en la cultura organizacional, como estrategia de mejora en las relaciones de la empresa, recurriendo de ser necesario a cambios emergentes con el objetivo de propiciar una visión organizacional con la visión de obtener una mejoría de la competitividad y productividad	Rincón Q., Y	Venezuela	2013

Continuación Tabla 2.2

<p>Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos utilizando Lean Six Sigma</p>	<p>Mejoramiento del desempeño logístico de las empresas utilizando la metodología DMAIC, para reduciendo desperdicios, variación de procesos y aumento del valor</p>	<p>Mantilla, O.L Sánchez G., J.M</p>	<p>Colombia</p>	<p>2012</p>
<p>El rol de los 4 PL's (Fourth Party Logistics) en las actividades logísticas de las empresas ubicadas en la región Centro - Golfo de México</p>	<p>Debido a que los proveedores de servicios no tienen la calidad o los requerimientos suficientes para poder satisfacer la demanda, se determina que puede servir la subcontratación (outsourcing), asignándolas a el integrador logístico 4PL (Fourth Party Logistics) que es un proveedor de servicios que buscan mejores soluciones logísticas para las empresas, este es totalmente responsable de la gestión de las cadenas de suministro, abarcan servicios que comprenden funciones de orden técnico, comercial, financiero, organizacional y administrativo, por lo que se considera una excelente opción a considerar por las empresas.</p>	<p>Hernández A., M.A Durán E., J.A Vega L., C.A y Olivares B.,E</p>	<p>México</p>	<p>2013</p>

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 2. 3 Sumario del estado del arte. Lean Logistics.

<b>Título</b>	<b>Investigación</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Año</b>
Lean Logistics	El sistema Lean Logistics está revolucionando la prestación de servicios logísticos en cualquier ámbito, pues se adapta a la realidad logística para mejorar la calidad de servicio y producir mejores resultados, ya que al aplicarlo a esta se dispone de un sistema logístico sin despilfarros, lo que permite dar respuesta de manera ágil a las demandas del entorno trabajando mejor, no mas. A través de una variedad de herramientas técnicas que permite obtener resultados significativos	Juanes.,B	México	2010
Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico	Se identifican las principales dificultades para la implementación de Lean Six Sigma (LSS) en las PYMES para lo cual se propone una metodología que se adapta a las necesidades de estas, compuesta por cuatro fases	Felizzola J., H y Luna A., C	Chile	2014

Continuación Tabla 2.3

<p>Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones</p>	<p>Algunas empresas de manufactura en México optan por la adopción de métodos de manufactura delgada (Lean), y algunos de los métodos Seis Sigma conocidos como metodología de Manufactura Lean y Seis Sigma. como parte de una opción las estrategias para mejorar su posición competitiva, con equipos especiales con líderes de proyecto contratados para este fin.</p>	<p>Aguilar R.,P</p>	<p>México</p>	<p>2002</p>
<p>Lean logistics. ¿Moda o necesidad?</p>	<p>Debido a que logística esbelta es realizar las actividades logísticas, eliminando lo que no agrega valor. Se requiere el manejo de desperdicios en logística, los cuales deben ser eliminadas. Entonces Lean Logistics, es una práctica necesaria, dada la necesidad de incrementar la productividad y la eficiencia empresarial.</p>	<p>Zapata C.,J.A</p>	<p>Colombia</p>	<p>2011</p>
<p>De la logística convencional a Lean logistics</p>	<p>Es de suma necesidad cambiar de la logística convencional a una de tipo Lean logistics, donde cada parte del proceso es analizada de raíz, y se toman decisiones por medio de herramientas estadísticas y lean.</p>	<p>López F.,M</p>	<p>México</p>	<p>2016</p>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 2. 4 Sumario del estado del arte. Investigaciones generales.

<b>Título</b>	<b>Investigación</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Año</b>
Sinergias estratégicas entre empresas y sus canales de distribución	Se resalta la importancia de aprovechar la competencia entre las empresas y entre grupos, que se aprovechen las capacidades al tiempo que se invierte en el talento humano	Barrios R., A	Colombia	2014

Fuente: elaboración propia 2018

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1 PyMES

Las pequeñas y medianas empresas (PyMES), representan una parte importante en la economía de nuestro país, situación que hace prestar especial atención, estudiando sus necesidades y comportamiento tanto interno como externo, de ahí la necesidad de conocer los términos que conlleva, y que se desglosan en este capítulo, para una mejor comprensión se presentan los conceptos relacionados.

Según Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014), **empresa** es la entidad económica que es capaz bajo su propio derecho, de poseer activos, asumir responsabilidades y comprometerse en actividades económicas y transacciones con terceros, pudiendo estar constituida por uno o varios establecimientos. La tabla 2.5 presenta la clasificación del tamaño de empresas.

Tabla 2. 5 Clasificación de estratos de la industria Pequeña y Mediana

<u>Tipo de empresa</u>	<u>Número de personas ocupadas</u>	<u>Valor de ventas netas anuales</u>
Microindustria	Hasta 15	Hasta 30 millones de pesos
Industria Pequeña	Hasta 100	Hasta 400 millones de pesos
Industria Mediana	Hasta 250	No mas de 100 millones de pesos

Fuente: Información tomada de INEGI, (2014). Elaboración propia.



De los sectores en los que se divide el aparato productivo nacional se consideran cuatro grupos de actividades económicas: manufacturas, comercio, servicio y otras actividades económicas.

**Manufactura.** Se entiende como industria manufacturera a las actividades de transformación, elaboración, ensamble, procesamiento o maquila, total o parcial de uno o varios productos (INEGI, 2014).

**Sector.** Es el nivel más agregado para la clasificación de las actividades dentro del Clasificador Industrial de América del Norte (SCIAN) conformado por cinco niveles de agregación. El sector está identificado con dos dígitos, el SCIAN está compuesto por 20 sectores, cinco son esencialmente productores de bienes y 15 son por completo distribuidores y productores de bienes y servicios.

**Subsector.** Es el siguiente nivel de agregación después del sector dentro del SCIAN, se identifica con tres dígitos. El SCIAN está compuesto por 94 subsectores, donde se encuentra el de la “Fabricación de Equipos de transporte”, con la clasificación 336. De donde se desglosa de “Fabricación de otro tipo de transporte” (3369) , misma que a su vez desglosa la “Fabricación de bicicletas y triciclos” con la clasificación 336992 INEGI, (2014).

**Industrias manufactureras.** Son empresas y organizaciones que producen o abastecen bienes y servicios, pueden clasificarse como primarias, secundarias o terciarias. Las industrias primarias son aquellas que cultivan y explotan los recursos naturales, tales como la agricultura y minería. Las industrias secundarias adquieren los productos de las industrias primarias y los convierten en bienes de consumo o de capital. La actividad principal de las industrias en esta categoría es la manufactura, incluyendo también la construcción y las instalaciones para la producción de energía. Las industrias terciarias constituyen el sector de servicios de la economía. En la tabla 2.6 se presentan las listas de industrias específicas en cada categoría.

Tabla 2. 6 Industrias específicas según la International Estándar Industrial Classification (ISIC) usada por Naciones Unidas

PRIMARIAS	SECUNDARIAS	TERCIARIAS (Servicios)
Agricultura	Bebidas	Banca
Forestal	Materiales para construcción	Comunicaciones
Pesca	Productos químicos	Educación
Ganadería	Computadoras	Entretenimiento
Canteras	Construcción	Servicios financieros
Minería	Enseres domésticos	Gobierno
Petroleo (extracción)	Procesamiento de alimentos	Salud y servicios médicos
	Vidrio y cerámica	Información
	Papel	Servicios legales
	Refinado de petróleo	Bienes raíces
	Productos farmacéuticos	Reparación y mantenimiento
	Plástico (formado)	Restaurantes
	Instalaciones de generación de energía	Comercio al detalle
	Textiles	Turismo
	Madera y muebles	Transporte

Fuente: Información tomada de Pezzano P., (1988).

**Manufactura** significa la producción de equipo y herramientas, lo cual comprende desde tuercas y tornillos hasta computadoras y armas. Se incluyen también productos cerámicos y plásticos, pero se excluyen: ropa, confección, y por supuesto programas de computación. La lista de industrias manufactureras aparece en la tabla 2.1 Pezzano P., (1988).

Por otro lado para Chase (2014) manufactura es donde se fabrica el producto o se proporciona el servicio principal. Aquí se requiere programar procesos para trabajadores y coordinar material y otros recursos de importancia crítica, como el equipo de apoyo a la

producción o para brindar el servicio. Se siguen pasos que miden la rapidez, calidad y productividad del trabajador para vigilar estos procesos.

Tabla 2. 7 Industrias Manufactureras

Industria	Productos típicos
Automotriz	Automóviles, camiones, autobuses y motocicletas
Metales básicos	Hierro y acero, aluminio, cobre
Enseres doméstico	Aparatos para el hogar grandes y pequeños
Electrónica	Televisores, videograbadoras y equipos de audio
Equipo	Maquinaria industrial, equipo ferrocarrilero
Metales habilitados	Partes maquinadas, estampados metálicos, herramientas
Vidrio cerámica	Productos vítreos, herramientas cerámicas lozas
Maquinaria pesada	Maquinas herramientas, equipo de construcción
Plásticos (formado)	Plásticos moldeados, extrusiones
Llantas y productos de hule	Llantas, suelas de hule, pelotas de tenis

Fuente: Información tomada de Pezzano P., (1988).

### 2.2.2 Logística empresarial.

**Logística.** Es percibida como un conjunto de actividades dependientes de la función de comercialización, más que como un proceso que añade valor a la empresa. La logística responde a los seis “correctos”: busca que los productos correctos, en cantidades correctas y en la condición correcta, sean entregados en el lugar correcto, en el momento correcto y al costo correcto Gómez, (2014).

Según el Consejo de Dirección Logística (CLM, por sus siglas en inglés), Logística es la parte de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004).

Desde el punto de vista empresarial, la logística se refiere a la forma de organización que adoptan las empresas en lo referente al aprovisionamiento de los materiales, producción,

almacén y distribución de productos. Este concepto ha ido ampliando su campo de acción a lo largo del tiempo. Así, se diferencia en tres ámbitos:

- La logística como **distribución física**. Centrándose en la reducción de los costos del transporte.
- La logística como **integración de las actividades internas** del flujo de materiales en la empresa (distribución física y fabricación). Bajo este enfoque no se contemplan las relaciones con proveedores y clientes.
- La logística como **integración de las actividades internas y externas** del flujo de materiales en la cadena de suministros en la que se halla integrada la empresa. El objetivo es lograr una ventaja en la producción (menores costos) y una ventaja en competitividad (menores precios) (Gòmez, 2014).

La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes. Sin embargo, la definición implica que la logística es una parte del proceso de la cadena de suministros, no todo el proceso. Por eso, ¿qué es la cadena de suministros o, dicho en forma más popular, el manejo de la cadena de suministros?

La administración de la cadena de suministros (SCM, por sus siglas en inglés). El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto.

La administración de la cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Los materiales y la información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros. (Ballou, 2004).

En la práctica es difícil separar la dirección de la logística de los negocios de la dirección de la cadena de suministros. En muchos aspectos, promueven la misma misión: "Llevar los bienes o servicios adecuados al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas", a la vez que se consigue la mayor contribución de la empresa.

**La importancia de la logística y la cadena de suministros**

La logística gira en torno a crear valor: valor para los clientes y proveedores de la empresa, y valor para los accionistas de la empresa. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos Ballou R., (2004).

**Logística Empresarial** Para el profesor Ronald H. Ballou “La logística empresarial es todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información que se ponen en marcha, con el fin de dar al consumidor el nivel de servicio adecuado a un costo razonable Ballou R., (2004).

**2.2.3 Lean Logistics**

Es la logística de lean manufacturing y se puede definir como la eliminación de los inventarios innecesarios a través de esfuerzos disciplinados para entender y reducir la variación, dando paso al aumento de la velocidad y el flujo de la cadena de suministro Goldsby, (1965).

Lean según Hernández y Vizán (2013) es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación de desperdicio mediante la aplicación de diferentes técnicas. Supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. La Tabla 2.8 muestra técnicas y acciones utilizadas para la mejora de los sistemas productivos.

Tabla 2. 8 Lista de técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos

Las 5 S	Orientación al cliente
Control total de la Calidad	Control estadístico de procesos
Círculos de Control de Calidad	Benchmarking
Sistemas de sugerencias	Análisis e ingeniería de valor
SMED	TOC (Teoría de las restricciones)
Disciplina en el lugar de trabajo	Coste Basado en Actividades

Continuación Tabla 2.8

Mantenimiento Productivo Total	Seis Sigma
Kanban	Mejoramiento de la calidad
Nivelación y equilibrio	Sistema Matricial de Control Interno
Just in Time	Cuadro de Mando Integral
Cero Defectos	Presupuesto Base Cero
Actividades en grupos pequeños	Organización de Rápido Aprendizaje
Mejoramiento de la Productividad	Despliegue de la Función de Calidad
Autonomación (Jidoka)	AMFE
Técnicas de gestión de calidad	Ciclo de Deming
Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios	Función de Perdida de Taguchi

Fuente: Información tomada de Hernández y Vizán, (2013).

**Manufactura.** Como campo de estudio en el contexto moderno, puede definirse de dos maneras: tecnológica y económica. Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas energía y trabajo manual. La manufactura se realiza casi siempre como una sucesión de operaciones. Cada una de ellas lleva al material cada vez más cerca del estado final deseado.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble. El punto clave es que la manufactura agregue valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlos con otros materiales que han sido alterados en forma similar Pezzano P., (1988).

**Lean Manufacturing** es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que

se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de sus áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro Hernández y Vizán, (2013).

### **Herramientas Lean**

Para Hernández y Vizán (2013), Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementando con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños, se pueden clasificar en tres grupos:

El primer grupo está formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hace aplicables a cualquier casuística de empresa/producto/sector se sugiere debiera ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente si tiene formalizada la aplicación sistemática del Lean:

- **Las 5S.** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- **Estandarización.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.
- **Control visual.** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilita a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios:

- **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- **Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un último grupo se encuadran técnicas específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena de logística. Son técnicas más avanzadas, ya que exigen de recursos especializados para llevarlas a cabo y suponen la máxima aplicación del paradigma JIT:

- **Heijunka.** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.
- **Kanban.** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basada en tarjetas Hernández y Vizà, (2013).

**Despilfarro vs valor añadido.** Lean Manufacturing promulga un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. En este punto, en el entorno Lean se define “**despilfarro**” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando se identifica una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo.

En el entorno Lean, la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de Hoshin (Brújula).



- Reconocer el desperdicio y el valor añadido de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

La mejor forma de entender los conceptos y evaluar su magnitud es identificar algunos de los tipos de despilfarros sobre los que se centra el Lean Manufacturing; almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimiento innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos. El reconocimiento de los desperdicios de cada empresa debe ser el primer paso para la selección de las técnicas más adecuadas. El firme convencimiento de la existencia de multitud de desperdicios en la empresa ayudará a la hora de diagnosticar el sistema y aplicar las medidas más eficientes.

Desperdicio o despilfarro. Se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio. Dentro de concepto de Lean se identifican siete (7) tipos de desperdicios, adicionalmente se considera un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que en Lean se llama 7+1 Tipos de Desperdicios Meier, (2006).

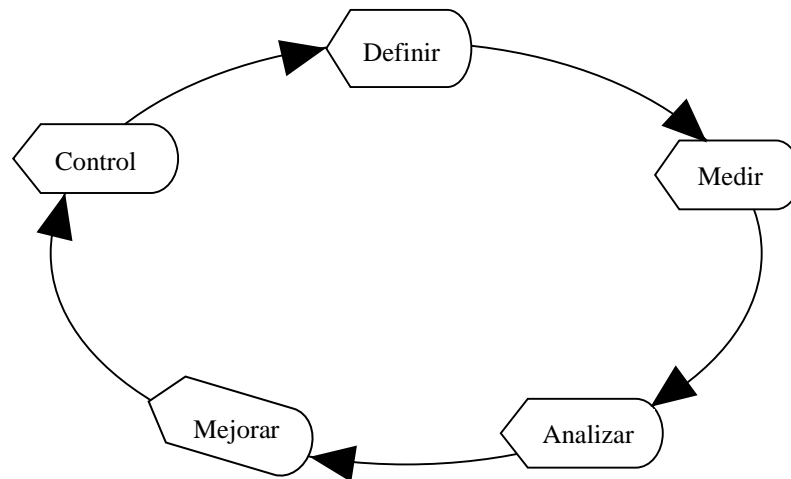
1. **Sobreproducción:** Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
2. **Transporte:** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
3. **Tiempo de espera:** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.
4. **Sobre-procesamiento procesos inapropiados:** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
5. **Exceso de inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

6. **Defectos:** Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.
7. **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.
8. **Talento Humano:** Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc. Meier, (2006).

**Seis Sigma.** Es una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes. Se fundamenta en el trabajo en equipo como estrategia para generar las capacitaciones competitivas de la organización y las personas involucradas, por lo tanto seis sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes, este método conocido como DMAMC, se basa en el ciclo de la calidad PDCA, propuesto por Deming; figura 2.1, en donde las etapas se operan según lo indica la figura 2.2, de la siguiente manera:

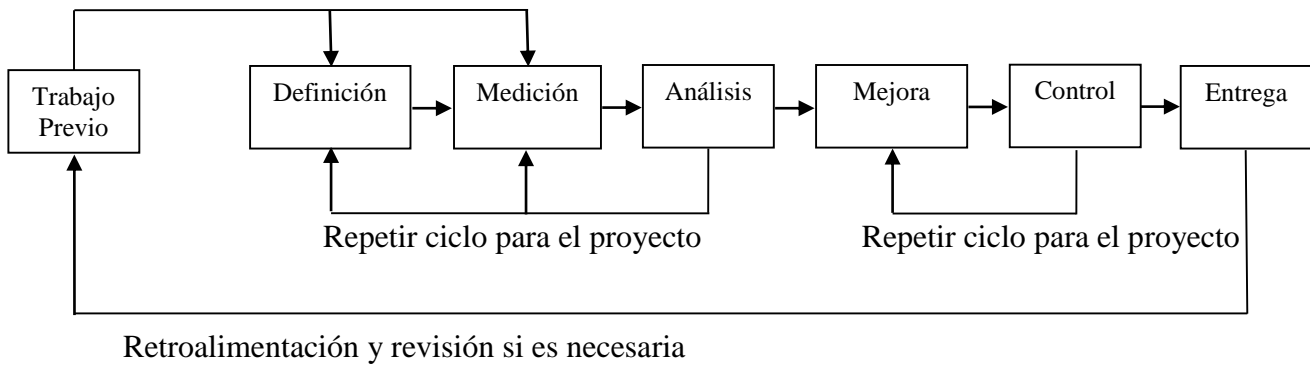
1. Definición del proyecto.
2. Medición de la información suministrada por los procesos y los clientes, de la organización.
3. Análisis de la información, en donde se aplica algunas herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales.
4. Mejoramiento, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
5. Control, e cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso (Herrera, (2011)).

Figura 2. 1 Metodología DMAIC



Fuente: Información tomada de Hernández y Vizán, (2013).

Figura 2. 2 Retroalimentación del Proyecto Operacionalización de DMAIC



Fuente: Información tomada de Hernández y Vizán, (2013).

**Herramientas Estadísticas:**

**Diagrama de Pareto.** - También conocido como el Análisis de Pareto. Su objetivo principal es separar los problemas de calidad en pocos defectos vitales, generando el ochenta por ciento (80%) de los problemas de calidad (variabilidad no natural), y los muchos defectos triviales.

**Diagrama de Causa y Efecto.** - También llamado diagrama de espina de pescado, que consiste en determinar todos los factores que influyen en el resultado de un proceso Herrera, (2011). Es

un método gráfico que se utiliza para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, (2009)

**Listas de verificación.-** Las listas de verificación son apropiadas para reunir información sobre atributos, contienen temas o tópicos que son importantes o relevantes para una situación específica dada. Se usan bajo condiciones operativas, de modo de asegurar que se han ejecutado todos los pasos significativos o que se han tomado las acciones importantes.

**Histogramas.-** Son diagramas de barras que muestran un conjunto de datos en un intervalo específico. Este ordenamiento de la información hace más fácil de interpretar.

**Diagrama de Dispersión.-** Es una técnica gráfica para estudiar relaciones entre dos conjuntos de resultados asociados entre sí, con la finalidad de establecer el tipo de correlación que existe entre ambos (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

## 2.3 Marco contextual

### 2.3.1 PyMES

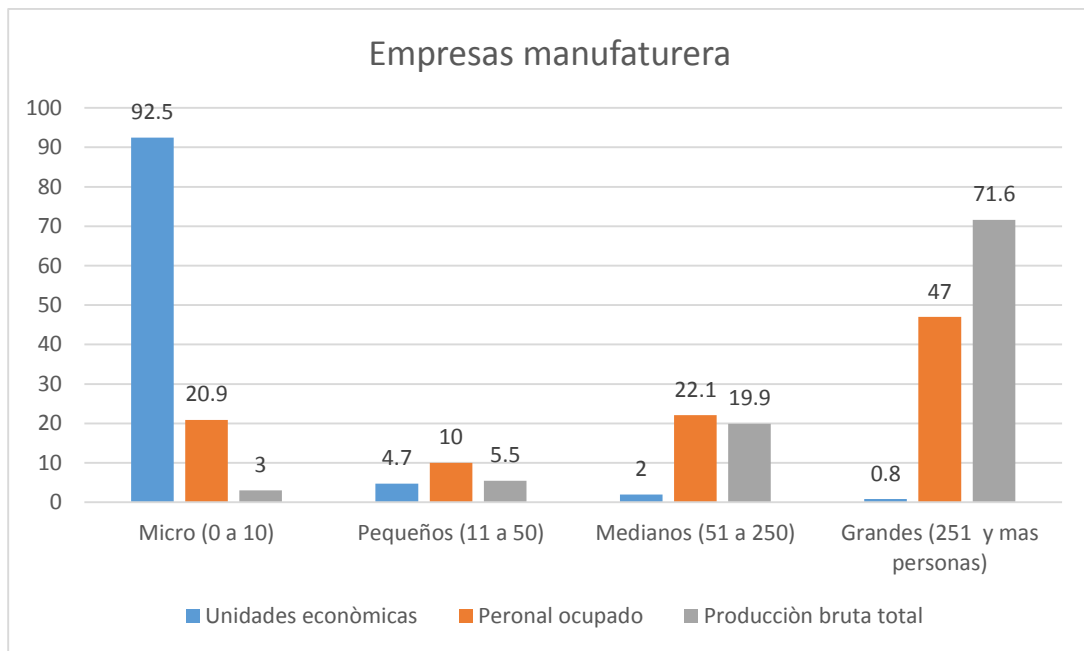
Las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) son de gran importancia en el ámbito nacional y regional, tanto en los países industrializados como en los de menor grado de desarrollo. Las empresas micro, pequeñas y medianas representan a nivel mundial el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que envuelve este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir sustancialmente en el comportamiento global de las economías nacionales; es así que, en el **contexto internacional**, se puede afirmar que el 90% o un porcentaje superior de las unidades económicas totales, está conformado por estas empresas. En México existen 524,305 de estas, del sector manufacturero de un total de 528,153, lo cual representa 99.27% DENU, (2017).

En 1985 la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), actualmente Secretaría de Economía, estableció de manera oficial los criterios para clasificar a la industria de acuerdo con su tamaño. El 30 de abril de ese año se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa para el Desarrollo Integral de la Industria Pequeña y Mediana, en el que se establece

la clasificación bajo los siguientes estratos: Microindustria, Industria pequeña e industria mediana INEGI, (2014), como lo indica la grafica 2.1.

En la región Centro del país (conformada por el Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Querétaro y Tlaxcala) las empresas de tamaño micro tuvieron la mayor concentración de las unidades económicas con 9.5% y únicamente 3.0% de la producción bruta total.

Grafica 2. 1 Grafica de empresas manufactureras. Principales variables por tamaño de los establecimientos 2013 (Porcentajes)



Fuente: INEGI, (2014).

En Tlaxcala existen 29 empresas dedicadas al giro de la fabricación de equipo de transporte, de las cuales 11 son micro empresas, 9 son pequeñas, 2 medianas y 7 grandes (DENUE, 2017).

**Empresas manufactureras de bicicletas y triciclos en el México**

Según la Anafabi (Asociación Nacional de Fabricantes de Bicicletas) aunque el uso de la bicicleta en el país ha crecido, estas no son de origen mexicano sino de procedencia china a precios subvaluados de hasta siete dólares cuando su valor real es de 20, lo que ha generado una disminución de la producción, así como de empleos en el sector, y esta poniendo en jaque a la

industria nacional. Gunter Maerker, representante legal de la Asociación Nacional de Fabricantes de Bicicletas precisa que aunque cada día se usa más a bicicleta como medio de transporte, estas no se adquieren en el mercado nacional y prueba de ello es que de 15 empresas que fabricaban el producto en México, hoy solo quedan 12, por lo que se solicita a la Secretaría de Hacienda y a la Administración General de Aduanas la implementación de los mismos mecanismos otorgados a la industria textil (un programa para el combate a la ilegalidad), aunque se cree que no se atiende probablemente porque el sector es muy pequeño.

El 10 de junio de 2015 la Secretaría de Economía publicó la aplicación de una cuota compensatoria provisional de 10.1 dólares sobre cada bicicleta proveniente de China, lo que generó una respuesta casi inmediata de triangulación a través de Malasia. Como resultado de la entrada de bicicletas a precios subvaluados, no sólo están desapareciendo las empresas nacionales, sino que se generan menos empleos, por ejemplo, en el 2014 el sector reportó dos mil 750 trabajos directos, cuando se llegaron a tener hasta cuatro mil en 2008.

Además de que en 2014 se fabricaron un millón 800 mil bicicletas, cuando 10 años antes la cifra de producción se ubicaba en 3 millones. De 2004 a 2008 las importaciones de bicicletas se mantuvieron a un promedio de 35 mil unidades anuales Becerril., (2015).

En octubre de 2016 con la aprobación de la miscelánea fiscal 2017 el sector de las bicicletas se ve beneficiado debido a que las personas morales que adquieren una bicicleta tendrán la posibilidad de deducir hasta el 25 por ciento del valor de ésta ya que hasta diciembre de 2016 el beneficio fiscal era solo de 10 por ciento. Según datos del INEG, de enero a septiembre de 2016, el volumen vendido de “bicis” nacionales disminuyó 12.6 por ciento, respecto al mismo periodo del 2015, mientras que la producción se contrajo 12.4 por ciento. Se trata de su mayor contratación para un lapso igual desde 2009 cuando se observó una baja del 31.1 por ciento. Con esta nueva iniciativa fiscal la industria mexicana se verá favorecida, ya que para poder deducir se tiene que presentar una factura del comercio formal, por lo que las “bicis” del mercado informal, en su mayoría chinas, no contarán con este beneficio. La modalidad en la que entran las bicicletas chinas a México es en forma subensamblada, las cuales se terminan de armar en el país a un costo menor, lo que afecta las ventas de las que son totalmente fabricadas en el país. También es posible adquirir sólo la parte central de una bicicleta, conocida como

cuadro, por un costo aproximado de 500 pesos, lo que da la posibilidad de que el consumidor arme la suya con distintas piezas Alcántara., (2016).

### **2.3.1.1 Empresa caso estudio**

La empresa caso estudio, pertenece al sector de industrias manufactureras, con registro en el Scian: 336 992, Fabricación de bicicletas y triciclos, esta empresa fue fundada en 1975 y se encuentra ubicada en Km 127 Carretera México-Veracruz Vía Texcoco S/N San Lorenzo Tlacualoyan, Tlaxcala. C.P.90450, cuenta con un rango de empleados de entre 51 y 250, razón por la cual se clasifica como mediana empresa. Actualmente fabrica una gran variedad de diseños principalmente de triciclos: 5 modelos de cajuela chica con llanta espumada, 20 modelos de cajuela chica con llanta de hule y 14 para cajuela honda con diferentes colores y licencias cada uno, alcanzando 157 diferentes tipos de triciclos como producto terminado; 14 diseños de scooter y un modelo de avalancha que puede ser en color rojo, azul o negro para niños y niñas con diferentes licencias esta empresa es la única en el Estado dedicada a la fabricación de triciclos y cuenta con cinco áreas de fabricación (corte, dobles, soldadura, plásticos, pintura y ensamble) , es importante resaltar que la marca de los productos terminados cuenta con un alto respaldo de calidad en todo el país, situación por la cual el consumidor que adquiere el producto tiene la confianza de estar obteniendo productos con altos estándares de calidad.

### **2.3.2 Logística Empresarial**

Aunque la logística implica operaciones internas y se extiende a los interlocutores comerciales en la cadena de suministro, es justo decir que cualquier definición de logística requerirá la gestión de inventarios, ya sea en forma de bienes duraderos (materiales, personas) o bienes blandos (información) Thomas Goldsby, (2005), Si no hay inventarios para moverse, no hay necesidad de logística

La logística tiene una función importante en la satisfacción de los clientes, se considera la logística como un componente *valor* agregado o factor de rentabilidad, que enlaza las necesidades del mercado y la actividad operativa de la entidad. La función fundamental de la logística empresarial es colocar los productos adecuados (bienes y servicios) en el lugar

adecuado, en el momento preciso y en las condiciones deseadas, contribuyendo lo máximo posible a la rentabilidad de la firma.

Los problemas clásicos que se observan cuando existen inconvenientes en el sistema logístico de distribución y que obligan a replantear la situación son:

- Imposibilidad de comprometer fecha cierta de entrega a los clientes
- Deficiente información sobre las entregas realizadas
- Stocks de productos inadecuados y mal distribuidos
- Lapsos excesivos entre la forma del pedido y su entrega
- Estacionamientos e instalaciones deficientes-obsolotas
- Deficiente respuesta a los reclamos de los clientes
- Sistemas orientados a la faz contable y no a la gestión logística
- Distribución inelástica y muy apegada a lo tradicional
- Desconocimiento de los costos reales
- Incertidumbre sobre la cantidad de servicio ofrecida
- Insatisfacción de los clientes

Con la globalización las empresas han venido implementando estrategias y planes de acción de mejoramiento en las operaciones logísticas nacionales e internacionales, las empresas cada vez más se abocan a hacer lo que saben hacer bien, dejando el resto de actividades de la cadena productiva en manos de compañías especializadas. Es el momento de las plataformas logísticas como soporte en el desarrollo de los mercados internacionales Giraldo, (2011).

La logística internacional se ha constituido en uno de los elementos clave en este nuevo ordenamiento económico internacional, ya que permite la conexión entre centros de producción y consumo distantes; todo ello de una manera rápida y eficaz; la geografía ha dejado de ser una limitación o barrera estratégica debido a los avances recientes de la logística internacional de acuerdo con la caracterización de la logística en Colombia, estudio realizado por el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), en Colombia, en el año 2006; “Este estudio se basa en la premisa que la logística se materializa mediante la coordinación explícita de las actividades que



aseguran la gestión operativa en planeación abastecimiento y gestión de almacenes y bodegas” como se muestra en la tabla 2.9

Tabla 2. 9 Estudio de la caracterización de la logística

Planeación y abastecimiento	Gestión de almacenes y bodegas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación</li> <li>• Compras</li> <li>• Planeación del aprovisionamiento</li> <li>• Gestión de la demanda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despacho</li> <li>• Distribución física de mercancías</li> <li>• Gestión de devoluciones</li> </ul>
Almacenamiento e inventarios	Gestión de transporte y distribución
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y administración del almacenaje</li> <li>• Gestión de inventarios</li> <li>• Alistamiento para el transporte externo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte interno</li> <li>• Transporte externo</li> </ul>
Producción	Gestión medioambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de la producción</li> <li>• Control de la producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje de residuos y productos desechados por el cliente</li> <li>• Protección de medio ambiente</li> </ul>
Comercialización	Gestión de soporte administrativo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercadeo</li> <li>• Ventas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información y comunicaciones</li> <li>• Control de calidad</li> <li>• Finanzas</li> <li>• Mantenimiento</li> </ul>

Cuadro Fuente: SENA 2006, Estudio de la caracterización de la logística.

Actualmente algunas empresas con el fin de mejorar sus procesos logísticos en la cadena de suministros y con el fin de ser más eficientes las operaciones logísticas a través de la reducción de la variabilidad y el desperdicio en la cadena de valor, pierden de vista el cliente para ofrecerle un mejor servicio y a su vez reducir costos, las empresas optan por realizar una identificación de metodologías y herramientas de manufactura esbelta y seis sigma aplicables para el mejoramiento logístico.

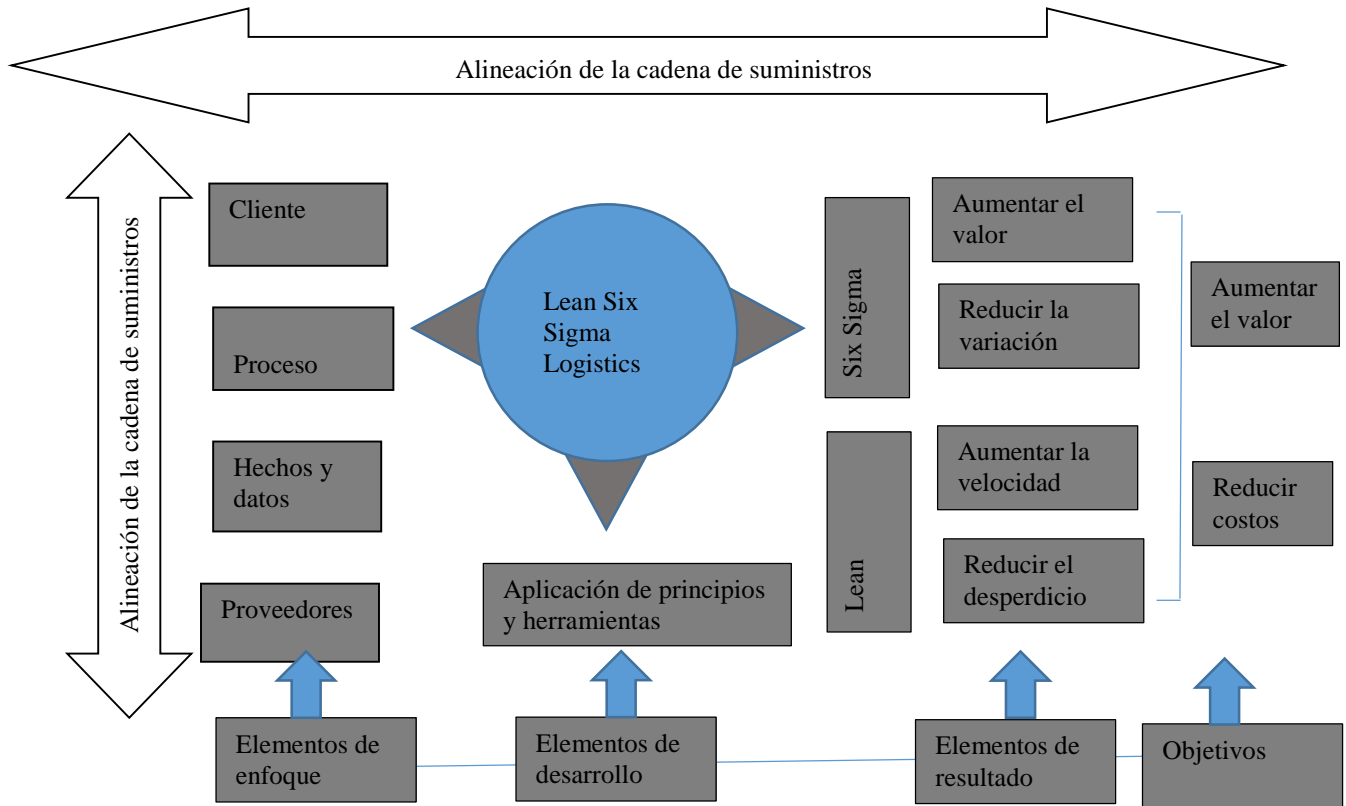
Jahnukainen y Lahti (1999) afirman que la porción de tiempo en la que realmente se agrega valor en la cadena de suministros está entre 0.05%-5% del tiempo de entrega, y que las actividades de manufactura conforman una tercera parte del tiempo productivo de la misma, empleándose el resto del tiempo en procesamiento de ordenes, ingeniería, compras, instalación y esperas. Debido a este desconocimiento del potencial de mejora en actividades diferentes a las productivas, se han generado a través de los años metodologías dirigidas al ámbito principalmente de la manufactura como: Justo A Tiempo (JIT), Administración Total de la Calidad (TQM), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Seis Sigma y Manufactura esbelta, donde para el caso de esta última, Pavnascar, Gershenson y Jambekar (2003), definen al menos 100 herramientas esbeltas. Teniendo en cuenta esto se considera importante considerar cómo mejorar en las otras dos terceras partes de la cadena de suministro, dentro de las cuales se encuentra principalmente la logística.

Según el Ranking global de desempeño logístico 2016 (Group, 2016), el LPI que es una herramienta de evaluación comparativa interactiva creada para ayudar a los países a identificar los desafíos y oportunidades que enfrentan en su desempeño en logística comercial y lo pueden hacer para mejorar su desempeño. En el año 2016 de entre 160 países, México ocupa el lugar número 54 del ranking global.

En cuanto al análisis logístico de los sectores industriales en América Latina, Barbero (2010) encuentra que el mayor costo logístico lo tiene el sector de la construcción con un 40%, seguido del sector de servicios con un 31% y los servicios logísticos con el 27.9%. Finalmente, en términos de procesos logísticos, en promedio la mayor parte del costo corresponde a las actividades de transporte y distribución con un 5.3%, seguidas por el inventario con un 5% y almacenamiento con un 2.5%, entre otras. Dicho esto y teniendo en cuenta que la logística impacta las utilidades de la empresa a través de su participación en las ventas Yang, (2009) y el costo logístico Seuring, (2002), se encuentra relevante su mejoramiento enfocado principalmente al logro de dos objetivos: el incremento en el nivel de servicio y la reducción de costos. Con el fin de conseguir una mejora en el desempeño logístico en términos de nivel de servicio y/o costo logístico se han desarrollado algunos modelos entre los cuales se encuentra el modelo LSSL (Lean Six Sigma Logistics), el cual se conforma de cuatro pilares: la estrategia, elementos de enfoque, elementos de desarrollo y elementos de resultado con la utilización

seleccionada de diversas herramientas con enfoque de seis sigma y manufactura esbelta, aplicables al contexto logístico, como lo muestra la figura 2.3

Figura 2. 3 Modelo Lean Six Sigma Logistics



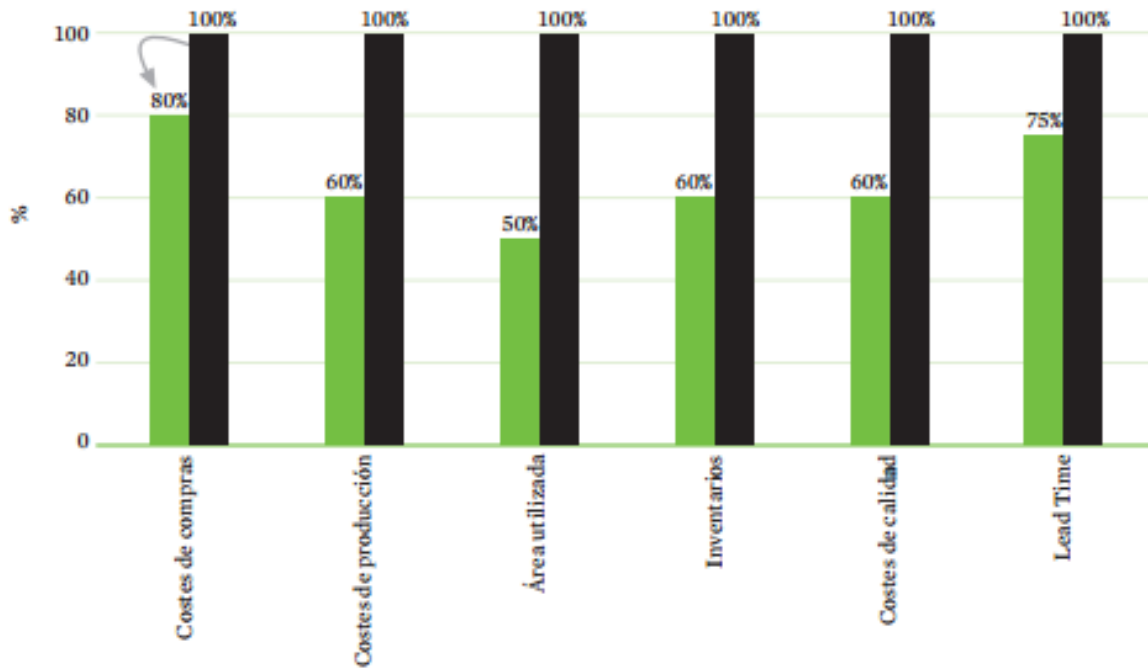
Fuente: Información tomada de Mantilla, (2012).

“Hoy día, cada vez mas compañías estan adoptando el concepto de administración logística integrada. Este concepto reconoce que la prestación de mejores servicios al cliente y la reducción de los costos de distribución requieren de trabajo en equipo tanto dentro de la compañía como entre todas las organizaciones el canal de marketing. Dentro de la compañía, los diversos departamentos funcionales deben colaborar estrechamente para maximizar el desempeño logístico de la compañía. Esta también debe integrar su sistema de logística con los de sus proveedores y clientes para maximizar el desempeño de todo el sistema de distribución” Giraldo, (2011).

### 2.3.3 Lean Logistics

Según Hernández y Vizán (2013) Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. La grafica 2.2 muestra el resultado de un estudio realizado por Alberdeen Group entre 300 empresas implantadoras estadounidenses que muestra reducción del 20% al 50% en los aspectos importantes de la fabricación.

Grafica 2. 2 Beneficios de la implantación Lean



Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004.

Lean. En su forma más pura Lean se trata de la eliminación de los residuos y el aumento de la velocidad y el flujo, el objetivo de Lean es la eliminación de los residuos procedentes de todos los procesos.

La mayor parte de las compañías pueden ver sus ventas aumentar considerablemente y de manera inmediata, si se encuentran mecanismos para replantear el valor de los productos o servicios demandados por sus clientes. Una de las mayores dificultades según Womack (2003) por las cuales la mayoría de las firmas encuentran difícil la identificación del valor para el cliente,

es porque tal concepto de valor fluye entre varias compañías provocando que cada una busque su definición para satisfacer sus propias necesidades. Generalmente tales definiciones no embonan al tratar de ser reunidas.

Se vuelve primordial el uso adecuado de la información y el flujo de ella entre los actores de una cadena de suministro. En pocas palabras, el valor definido por el cliente deberá hacerse fluir por cada uno de los eslabones de la cadena. Una compañía o cadena de suministro debe conocer a sus clientes, que buscan, que exige, que los satisface, de que se quejan, etc. La retroalimentación es esencial en esta relación y entre las diferentes firmas involucradas en definir el valor. Es vital que los productores acepten el desafío de una nueva definición porque esto es a menudo la clave para ganar más clientes. La capacitación de ampliar las ventas y encontrar más clientes rápidamente, son un factor crítico para el éxito en la implementación del pensamiento esbelto.

México cuenta con características que, bien aprovechadas, le pueden ayudar a convertirse en un centro logístico de clase mundial. Su ubicación geográfica es privilegiada, pues cuenta con litorales en dos de los océanos más importantes y una frontera de más de 3000 kilómetros con la economía más rica del mundo, además de comunicación marítima con Europa y Asia. Adicionalmente, el gran número de tratados y acuerdos comerciales con otros países del mundo le otorgan a México accesos preferencial a un mercado de más de mil millones de consumidores potenciales. De acuerdo con una estimación realizada por la empresa AT Kearney, en México los costos logísticos de las empresas representan en promedio 12.6% de sus ventas, 40% de esos costos corresponden al costo de transporte, mientras que el 60% restante lo aportan los inventarios, procesamiento de pedidos, almacenaje y planeación de gestión de operaciones de transporte. Asimismo, como porcentaje del PIB, los costos logísticos en México representan 15.3%.

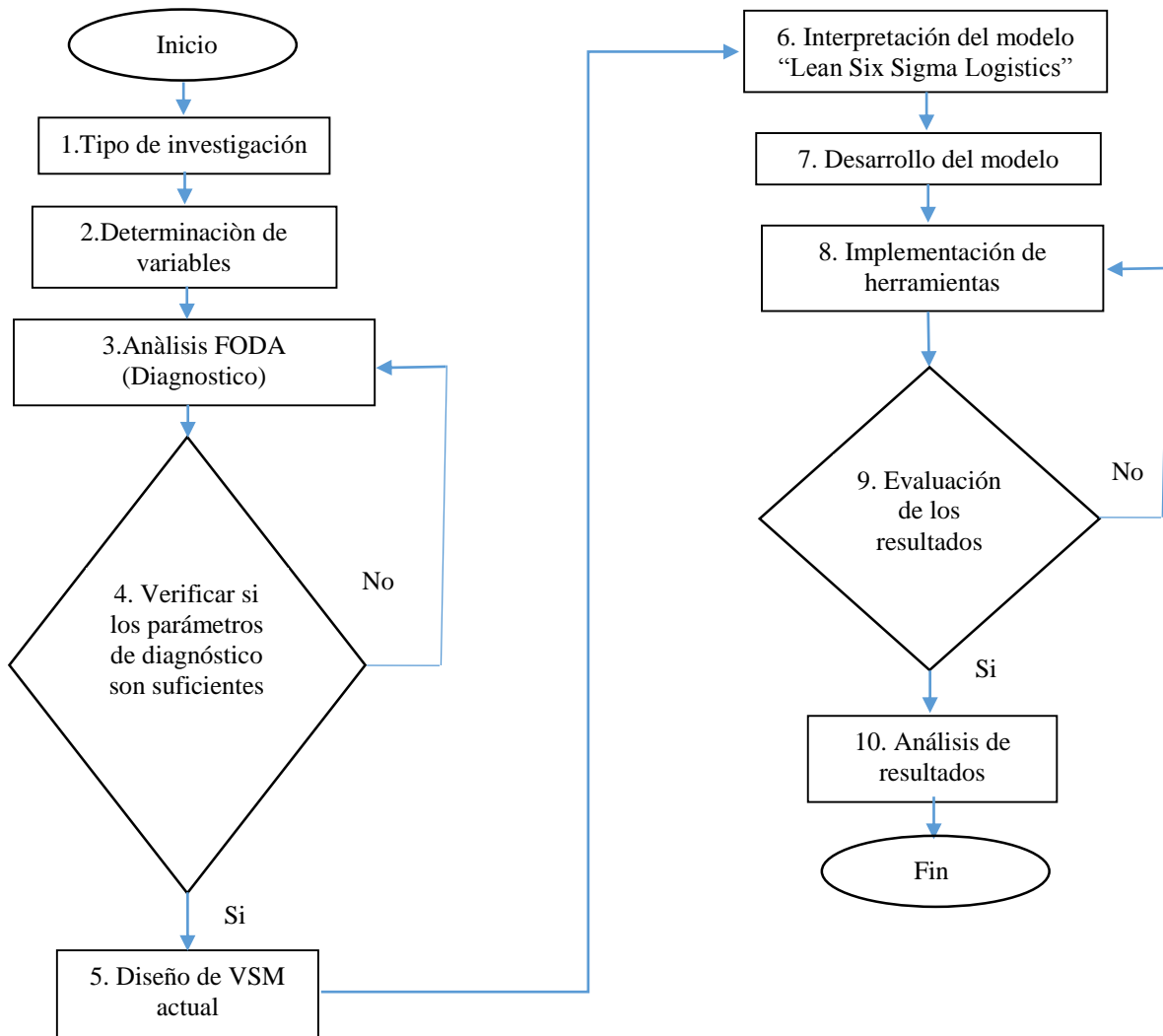
De acuerdo con un análisis realizado en 2003 por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey se obtiene como resultado, para el atributo de servicio de distribución, que del total de empresas investigadas al menos 90% de sus órdenes son entregadas completas en la fecha prometida, con la composición correcta, calidad y cantidad Secretaría de Economía, (2012).

**CAPITULO III. Metodología**

**3.1 Metodología.**

Se describen los pasos metodológicos para lograr los objetivos previamente establecidos dando respuesta a las preguntas de investigación. En la figura 3.1, se plantea la metodología seguida para la implementación del modelo Lean Six Sigma Logistics, en la empresa caso estudio dedicada a la fabricación de triciclos de juguete, en el Estado de Tlaxcala

Figura 3. 1 Metodología



Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.2 Tipo de investigación

La investigación que se realiza es una combinación de investigación, descriptiva, explicativa y experimental. La investigación descriptiva busca especificar las características del proceso en estudio que es sometido a un análisis, se vuelve explicativo ya que se analizan las causas de los fenómenos que afectan el problema en estudio y termina siendo experimental ya que se actúa conscientemente sobre el objeto de estudio para conocer los efectos de los actos producidos por la investigación.

### 3.3 Determinación de variables

La tabla 3.1 muestra las variables independientes, las cuales engloban a los 8 desperdicios, que son los que afectan directamente la variable dependiente que es el lead time del proceso.

Tabla 3. 1 Variables independientes, para la variable dependiente: Lead Time.

Variable Independiente	Descripción	Indicadores	Forma de eliminarlos
Sobreproducción	Producir en exceso o con demasiada antelación	- Cumplimiento del plan maestro de producción (Cantidad programada contra cantidad producida).	- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo solo lo necesario
Tiempo de espera	Espera para piezas o documentos, espera para que una maquina termine el ciclo, tiempo sin actividad del personal	- Abastecimiento de materiales - Cuellos de botella - Inventario en proceso (WIP) - Cumplimiento de proveedores - Calidad en procesos anteriores	- Sincronizar flujos - Balancear cargas de trabajo - Trabajador flexible

Continuación Tabla 3.1

Transporte	Cualquier transporte no esencial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lead time</li> <li>- Lay out</li> <li>- Recorrido de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte</li> </ul>
Sobre proceso	Trabajo o servicio adicional no percibido por el cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios en producto, sin modificaciones en proceso</li> <li>- Claridad de los requerimientos de clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar si todas operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad del producto</li> </ul>
Inventario	Cualquier cantidad por encima del mínimo necesario para llevar a cabo el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento al MPS</li> <li>- Cumplimiento al MRP</li> <li>- Nivel de inventarios</li> <li>- Tiempos de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos</li> </ul>
Movimientos	Cualquier movimiento que no añada valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de eficiencia</li> <li>- Métodos de trabajo incorrectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar</li> </ul>
Retrabajo (Defectos)	Cualquier repetición del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material no conforme</li> <li>- Re trabajos</li> <li>- Número de defectos</li> <li>- Cumplimiento al plan de mantenimiento preventivo</li> <li>- Nivel de capacitación de operarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso no hacer ni aceptar defectos</li> <li>- Hacer los procesos a prueba de error</li> </ul>
Talento humano	El desaprovechamiento de la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salarios</li> <li>- Entrenamiento y nivel de formación a trabajadores</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia (2017)



### 3.4 Análisis FODA (Diagnostico)

Se desarrolla un análisis FODA, identificando las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, actuales de la empresa, presentadas en la Tabla 3.2; posteriormente en las Tablas 3.3 y 3.4 se realiza una evaluación por medio de la matriz EFE y EFI, respectivamente las cuales permiten verificar si las estrategias actuales de la compañía están respondiendo de manera efectiva a los factores existentes. Por último, la Figura 3.5 muestra las estrategias propuestas para contrarrestar las debilidades y amenazas, así como para aprovechar las Fortalezas y oportunidades.

Tabla 3. 2 Análisis FODA

Amenazas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de requerimientos del mercado</li> <li>- Ventas a concesión</li> <li>- Ventas por temporadas</li> <li>- Entrada de productos chinos a menor precio en el mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apertura de nuevas tiendas de clientes potenciales</li> <li>- Desarrollo tecnológico en maquinaria y equipo utilizada en el proceso de fabricación</li> </ul>
Debilidades	Fortalezas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de trazabilidad</li> <li>- Falta de identificación en almacén de MP</li> <li>- Maquinaria obsoleta</li> <li>- Inventarios de producto terminado, altos</li> <li>- Almacenes de PT, improvisados</li> <li>- Falta de especificaciones de calidad a proveedor de tubos (Materia prima)</li> <li>- Falta de especificación del primer corte (desperdicio), en el tubo (operación)</li> <li>- Plantillas desgastadas</li> <li>- Los operadores no tienen conocimiento de las especificaciones de trabajo de la máquina que operan</li> <li>- El operador es quien reporta las piezas defectuosas a calidad</li> <li>- No existe control de desperdicio (tubos)</li> <li>- No se lleva el control de producción para personal de “re trabajos”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal experimentado</li> <li>- Área de mantenimiento, disponible para dar mantenimiento a plantillas</li> <li>- El inspector de calidad inspecciona 30 piezas cada 1 horas</li> <li>- Disponibilidad de plantillas en cada puesto de trabajo</li> <li>- Cercanía con el proveedor (México)</li> </ul>

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Tabla 3. 3 Matriz EFE

1. Determinación de las oportunidades claves de la empresa		Peso relativo	Calificación	Ponderación
O1	Apertura de nuevas tiendas de clientes potenciales	0.09	2	0.18
O2	Desarrollo tecnológico en maquinaria y equipo utilizada en el proceso de fabricación	0.08	1	0.08
		<b>0.17</b>		<b>0.26</b>
2. Determinación de las amenazas claves de la empresa		Peso relativo	Calificación	Ponderación
A1	Cambios de requerimientos del mercado	0.03	2	0.06
A2	Ventas a concesión	0.05	2	0.1
A3	Ventas por temporadas	0.12	2	0.24
A4	Entrada de productos chinos a menor precio en el mercado	0.63	1	0.63
		<b>0.83</b>		<b>1.03</b>
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>1.29</b>
<p>Valor ponderado de 1.29, indica que se requiere mejorar el aprovechamiento de oportunidades y contrarrestarla amenazas, es decir; que las estrategias actuales de la compañía no están respondiendo de manera efectiva a los factores existentes.</p>				

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 3. 4 Matriz EFI

1. Determinación de las fortalezas claves de la empresa		Peso relativo	Calificación	Ponderación
F1	Personal experimentado			
F2	Área de mantenimiento, disponible para dar mantenimiento a plantillas	0.02	3	0.06
F3	El inspector de calidad inspecciona 30 piezas cada hora	0.05	3	0.18
F4	Disponibilidad de plantillas en cada puesto de trabajo	0.07	3	0.21
F5	Cercanía con el proveedor (México)	0.06	4	0.28
		0.04	3	0.15
		<b>0.24</b>		<b>0.88</b>
2. Determinación de las debilidades claves de la empresa		Peso relativo	Calificación	Ponderación
D1	Falta de trazabilidad			
D2	Falta de identificación en almacén de MP	0.01	1	0.01
D3	Maquinaria obsoleta	0.03	2	0.06
D4	Inventarios de producto terminado, altos	0.03	1	0.03
D5	Almacenes de PT, improvisados	0.03	2	0.06
D6	Falta de especificaciones de calidad a proveedor de tubos (Materia prima)	0.01	2	0.02
D7	Falta de especificación del primer corte (desperdicio), en el tubo (operación)	0.02	1	0.01
D8	Plantillas desgastadas	0.01	1	0.01
D9	Los operadores no tienen conocimiento de las especificaciones de trabajo de la máquina que operan	0.03	1	0.03
		0.03	2	0.06
D10	El operador es quien reporta las piezas defectuosas a calidad sin presentarlas físicamente	0.01	1	0.01
		0.02	1	0.02
D11	No existe control de desperdicio (tubos)	0.03	1	0.03
		<b>0.26</b>		<b>0.29</b>
D12	No se lleva el control de producción para personal de "re trabajos			
<b>Total</b>		<b>1</b>		<b>1.17</b>
Valor ponderado de 1.17, se tiene una posición interna débil de las estrategias para responder de manera efectiva a los factores.				

Fuente: Elaboración propia (2018).

Tabla 3. 5 Matriz FODA (Estrategias)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- MATRIZ FODA</li> <li>- (Empresa caso estudio)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis interno</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalezas</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal experimentado</li> <li>- Área de mantenimiento, disponible para dar mantenimiento a plantillas</li> <li>- El inspector de calidad inspecciona 30 piezas cada hora</li> <li>- Disponibilidad de plantillas en cada puesto de trabajo</li> <li>- Cercanía con el proveedor (México)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de trazabilidad</li> <li>- Falta de identificación en almacén de MP</li> <li>- Maquinaria obsoleta</li> <li>- Inventarios de producto terminado, altos</li> <li>- Almacenes de PT, improvisados</li> <li>- Falta de especificaciones de calidad a proveedor de tubos (Materia prima)</li> <li>- Falta de especificación del primer corte (desperdicio), en el tubo (operación)</li> <li>- Plantillas desgastadas</li> <li>- Los operadores no tienen conocimiento de las especificaciones de trabajo de la máquina que operan</li> <li>- El operador es quien reporta las piezas defectuosas a calidad sin presentarlas físicamente</li> <li>- No existe control de desperdicio (tubos)</li> <li>- No se lleva el control de producción para personal de “re trabajos</li> </ul>

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Continuación Tabla 3.5.

- Oportunidades	<b>FO (Maxi-Maxi)</b>	<b>DO (Mini-Maxi)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apertura de nuevas tiendas de clientes potenciales</li> <li>- Desarrollo tecnológico en maquinaria y equipo utilizada en el proceso de fabricación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovechar la experiencia del personal operativo para mejorar la eficiencia de los procesos, lo que permitirá dar respuesta a mayor producción surtiendo nuevos puntos de venta</li> <li>- Realizar correctamente la inspección de calidad para asegurar productos confiables en puntos de venta</li> <li>- La cercanía con el proveedor permite maximizar tiempo de respuesta en cambios tecnológicos de maquinaria y equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contemplar un porcentaje del presupuesto con cargo a centro de costos de mantenimiento para actualizar maquinaria y/o equipo</li> <li>- Acondicionar almacenes de PT correctamente para evitar posibles defectos, asegurando nuevos puntos de venta aperturados</li> <li>- Implementar sistema de medición y control de retrabajos, eficientando este último y consecuentemente controlar la producción de productos defectuosos</li> <li>- Definir especificaciones de calidad a proveedores, así como métodos de trabajo, reduciendo desperdicios en materia prima</li> </ul>

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Continuación.

- Amenazas	- FA (Maxi- Mini)	- DA (Mini-Mini)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de requerimientos del mercado</li> <li>- Ventas a concesión</li> <li>- Ventas por temporadas</li> <li>- Entrada de productos chinos a menor precio en el mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar mantenimiento en tiempo y forma a plantillas disponibles en cada puesto de trabajo, reduciendo con esto la fabricación de productos defectuosos, para disminuir los costos de fabricación y competir con productos chinos en precio</li> <li>- Aprovechar la experiencia del personal para responder a cambios en el mercado</li> <li>- Ejecutar correctamente la inspección de 30 piezas cada hora por parte de calidad para la reducción de la variabilidad y producción de productos defectuosos, logrando una reducción en costos de operación y competir con productos chinos</li> <li>- Aprovechar las temporadas de producción bajas para efectuar mantenimiento general a plantillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitar a personal operativo en cuanto a especificaciones y técnicas de la maquinaria y equipo que operan, para reducir productos defectuosos, reduciendo con esto los costos de operación y poder competir con productos de menor precio</li> <li>- Invertir en cambio de maquinaria obsoleta para dar respuesta a cambios en el mercado</li> <li>- Aprovechar la venta a concesión para entregar a cliente productos terminados a lo largo del año y no solo por temporada, reduciendo los almacenes de PT en fabrica y reducir con esto daños a los productos</li> <li>- Realizar el correcto mantenimiento a plantillas desgastadas, para reducir la variabilidad y competir con productos chinos</li> <li>- Implementar correctamente métodos de trabajo adecuados para la reducción de desperdicio en materia prima</li> </ul>

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

### 3.5 Parámetros de diagnostico

Los productos que se fabrican en la empresa caso estudio son diversos, clasificados en tres grandes grupos: triciclos, scooters y avalanchas, los cuales a su vez se dividen en diferentes modelos, como lo muestra la Tabla 3.6

Tabla 3. 6 Clasificación de productos

Producto	Clasificación	Cuerpo	Modelo	Código de producto final
Avalancha			15712	0401 Rojo
				0401 Azul
				0401 Negro
Triciclo	Cajuela chica para llanta espumada 3U00138	1 1/4	140137	140137
			203137	203137
			240137	240137
			160137	160137
			790137	790137
	Cajuela chica para llanta de hule 3U00942	1 1/4	941	941
			942	932
				941
				942
				943
				140137
				140139
				160137
				230136
				230137
				240137
				240139
	280137			
	760137			
	790137			
	460136			
	160140			
	230139			
		943	943	
		230136	230136	

Cajuela onda 3CU0439	1 1/4	140139	140139
		230139	230139
		230140	230140
		160140	160140
		790136	790136
	1 1/2	913	913
		916	917
			918
		936	936A
			937A
		946	140133
	947	140133	
	1 3/4	302	302
140138		140138	
Scooter	1 1/4	2C200808	140808
			230125
			230124
			230126
			280808
			280816
			4808
			5808
			5809
			790808
			150826
			770808
			210808
140820			

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

### Determinación de características claves.

Para determinar las características claves a evaluar en el producto, se consulta con el área de calidad los principales puntos de inspección que se realizan a el producto en los diferentes puntos del proceso, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 3.7.



Tabla 3. 7 Cuadro de características evaluadas

Proceso	Característica
Corte	Longitud y diámetro interno/externo
Dobles	Dobles según plantilla y planisidad del ángulo si está muy disparejo se revisa con mármol en mantenimiento
Soldadura	Inspección visual de soldadura, y contra los dispositivo para cada sub ensamble

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

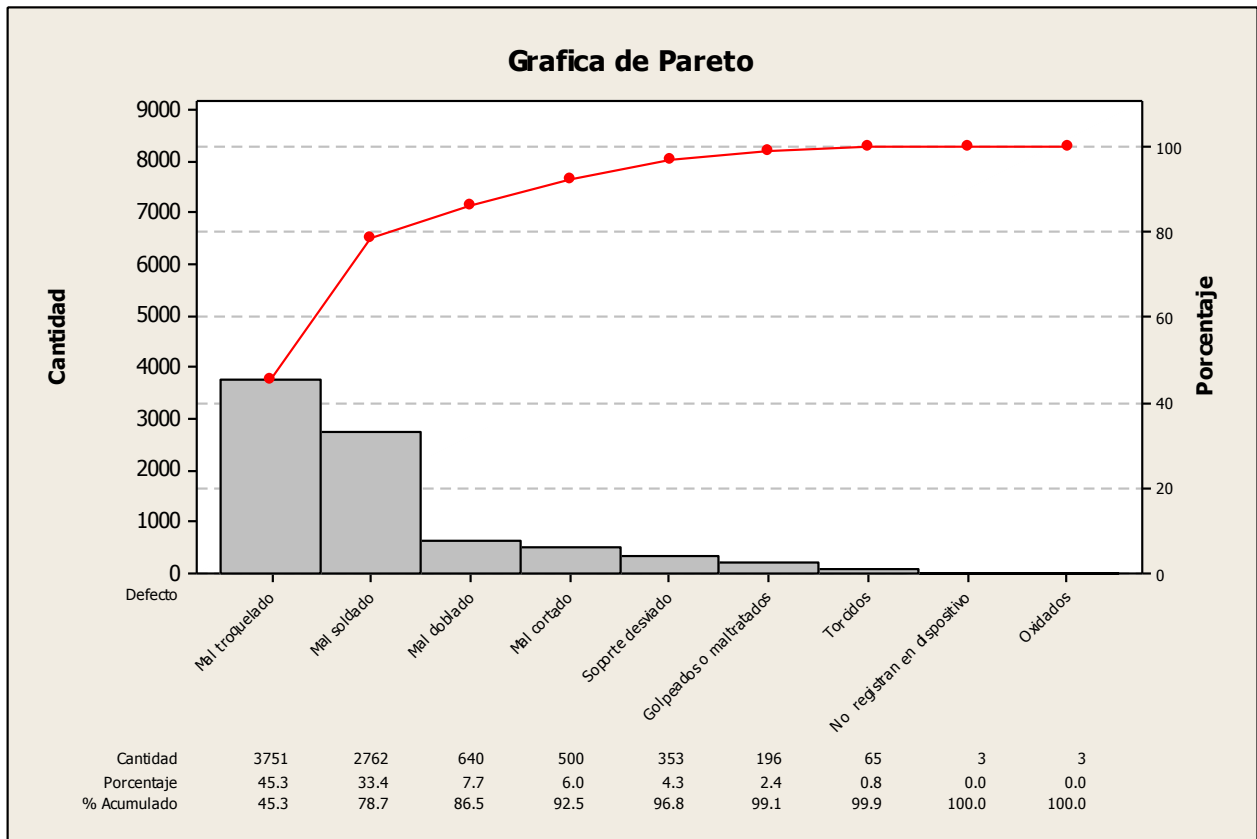
Siguiendo con la metodología, para verificar cuales son características clave en el proceso que cumplen con los requisitos mínimos se realiza un diagrama de Pareto con la intención de identificar cual es el defecto con mayor frecuencia y se coteja esta información con los indicadores de calidad, registrados al día de hoy (Tabla 3.8), este diagrama de Pareto, presentado en la gráfica 3.1 refleja que atacando el 20% de las causas que generan el defecto de mal troquelado y mal soldado, se podrán eliminar estos dos defectos, puesto que sumados representan el 78.7% del total de los mismos.

Tabla 3. 8 Cuadro de frecuencia de defectos

Defecto	Cantidad
Mal troquelado	3751
Mal soldado	2762
Mal doblado	640
Mal cortado	500
Soprte desviado	353
Golpeados o maltratados	196
Torcidos	65
Oxidados	3
No registran en dispositivo	3

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Grafica 3. 1 Pareto de Porcentaje de defectos

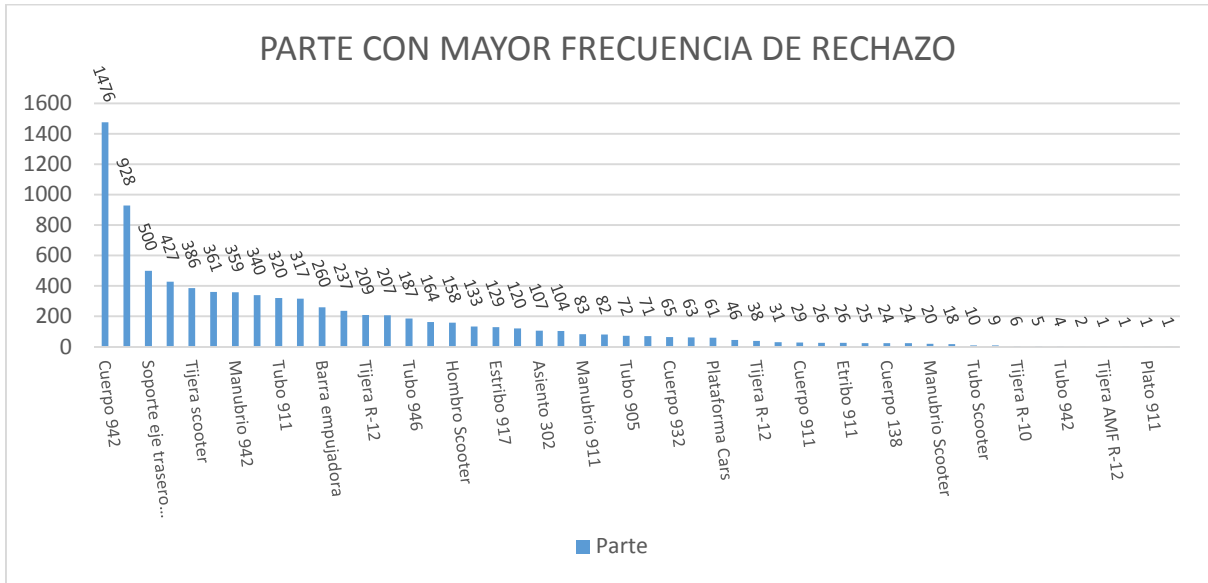


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

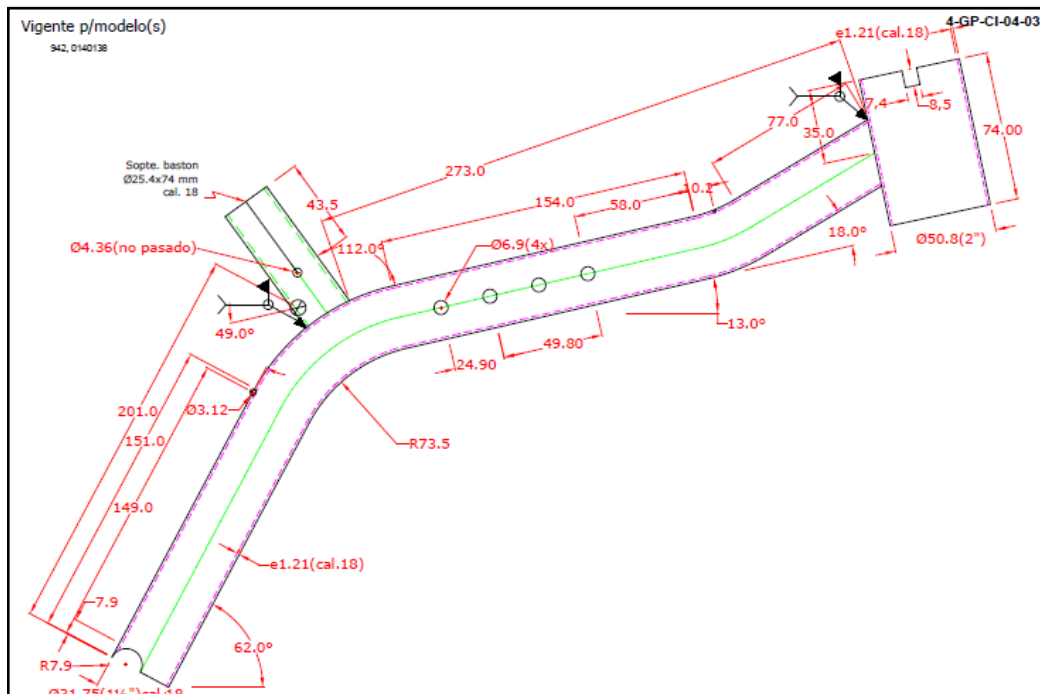
Una vez identificados los defectos con mayor frecuencia, se realiza una gráfica de barras, mostrada en la gráfica 3.2 para encontrar la parte o pieza dentro del proceso que presenta mayor número de defectos, donde como se observa en dicha gráfica, se encuentran 1476 piezas del cuerpo 942 con defectos de un total de 8273 de piezas con defecto reportadas en el año, lo que representa un 17.84% razón por la cual se toma el cuerpo 942 como pieza de estudio para la aplicación del modelo LLSS esta pieza se muestra en la figura 3.2.

Grafica 3. 2 Grafica de partes con mayor frecuencia de rechazo.



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Figura 3. 2 Dibujo de pieza “Cuerpo 942”

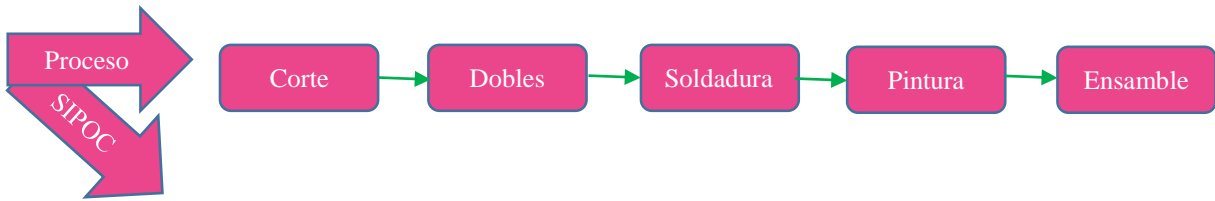


Fuente: Empresa caso estudio (2017)

**Análisis de productos, procesos y problemas**

Con apego a la metodología se realiza un diagrama SIPOC, el cual es presentado en la Tabla 3.9, dicho diagrama permite un análisis del proceso de manera más detallada identificando sus elementos (Entradas, Proceso y Salidas), así como los proveedores y clientes que intervienen en el mismo.

Tabla 3. 9 SIPOC de Producto terminado.



S	I	P	O	C
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Recursos Humanos	Programación de personal y turnos	Realizar programa de personal y turnos a cubrir	Programa actualizado	Facilitadores de área
Compras (OC)	Pedidos	Programar cantidades a producir	Plan maestro de producción (MPS) Plan de requerimiento de materiales (MRP)	Áreas Productivas
Grupo industrial acerero Transtell metal (Externo)	Tubo calibre 18", 2" de diámetro	Corte  Corte telescopio 74 mm de long.	Telescopio	Área de Soldadura
	Tubo calibre 18", 1 ¼" diámetro	Corte de tubo de 485mm. Long.	Cuerpo 932	Área de Dobles
	Tubo calibre 18 25.4mm de diámetro	Corte de tubo de 74mm. de long.	Soporte bastón	Área de Soldadura
	Tubo calibre 18", 5/8 de diámetro	Corte de tubo 334mm long.	Eje trasero	Área de Soldadura

Continuación Tabla 3.9

Área de Corte	Cuerpo 932	Dobles	Cuerpo 932 doblado	Área de Soldadura
Área de Dobles	Cuerpo 932 doblado	Soldadura	Cuerpo 942	Área de Pintura
Área de Corte	Telescopio			
	Eje trasero			
Infra (Externo)	Soldadura			
Área de Soldadura	Cuerpo 942	Pintura	Cuerpo 942 Pintado	Área de Ensamble
VITRACOAT Pinturas en polvo Interpon (Externo)	Pintura en polvo			
Área de Plásticos	Llantas	Ensamble	932	Famsa Elecktra (Externo)
	Tapón para llanta trasera		941	
	Cajuela		942	
	Maneral		943	
	Tapa telescopio con y sin bloqueo		140137	
	Capuchón con bloqueo		140139	
	Manubrio		160137	
	Salpicaderas		230136	
	Asiento		230137	
	Placa tracción		240137	
	Cerimex/Megalabel (Externo)		240139	
Plásticos cintas plásticas (Externo)	Lenticula (logo)	280137		
		760137		
Plásticos cintas plásticas (Externo)	Colgantes	790137		
		460136		
Plásticos Itsa (Externo)	Bolsa para empaque	160140		
		230139		

Continuación Tabla 3.9

Imaplas (Externo)	Buje para soporte eje trasero			
	Porta buje			
	Tapón para soporte guía bastón			
Área de Corte	Eje			
	Cigüeñal			
	Bastón			
	Guía para bastón			
RDG (Externo)	Tornillería			
Indux (Externo)	Anillos de retención			
FIGA (Externo)	Pedal			

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Hecho el análisis de los elementos del proceso general del producto terminado con el diagrama SIPOC anterior, se realiza ahora un SIPOC del modelo 942 específicamente, con el objetivo de identificar ahora los componentes del proceso de fabricación de dicha pieza, como se muestra la Tabla 3.10

Tabla 3. 10 Diagrama SIPOC de pieza “Cuerpo 942”

S	I	P	O	C
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Grupo industrial acerero Transtell metal (Externo)	Tubo calibre 18	Corte	Tubo cortados de acuerdo a especificaciones	Área de dobles
Área de corte	Tubo cortados de acuerdo a especificaciones	Doblado	Cuerpo 932	Área de soldadura
Área de Doblado	Cuerpo 932	Soldadura	Cuerpo 942	Área de pintura
Área de soldadura	Cuerpo 942	Pintura	Cuerpo 942 pintado	Área de ensamble

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

### **Métodos de trabajo, para fabricación del “Cuerpo 942”**

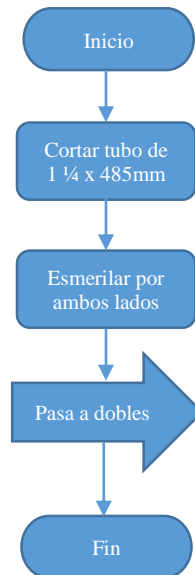
Para la fabricación de los productos obtenidos como salidas en el diagrama SIPOC 3.14 referente al Cuerpo 942, objeto de estudio, se requiere de diferentes procesos, los cuales siguen una secuencia establecida cuidando la sucesión del producto, dichos procesos también mencionados en el diagrama se describen a continuación, con su respectivo diagrama de flujo de proceso, para mayor comprensión del mismo:

**Corte.** - Aquí se realiza el proceso de corte de los diferentes tubos requeridos para el armado de la pieza “cuerpo 942”. Los diferentes tubos que se cortan son: tubo de 1 ¼” de diámetro por 485 mm de longitud que es la parte central del cuerpo, tubo de 2” de diámetro por 72mm de longitud. El cual es utilizado para el telescopio, tubo calibre 18 de 5” de diámetro por 334mm de longitud. para eje trasero y tubo calibre 18 de soporte bastón de 25.4mm de diámetro por 74mm de longitud; de acuerdo a las especificaciones del diseño, los tubos llegan de 6 metros de longitud, con diferentes diámetros, para el modelo 942.

En esta área de corte también se le realiza una segunda operación a el eje trasero para sacar la abolladura generada en el momento que las cuchillas realizan dicho corte. Existe otra estación de trabajo donde se le realiza la operación de escareado al soporte bastón para cada uno de los lados, esto con la intención de dejarlo libre de impurezas y que al momento de ensamblar el bastón no genere problema alguno, por ultimo esta pieza pasa a perforado de bastón, que sirve como seguro en el ensamble del bastón, dicha operación es realizada con el troquel.

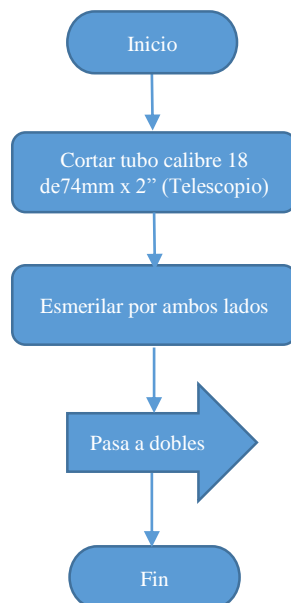
Aquí las piezas terminadas se van colocando en contenedores para después ser llevados a el área de dobles por los operadores de esta última área. Se presentan los diagramas de flujo de proceso para cada una de las operaciones descritas en las figuras 3.3, 3.4, 3.5, 3.6.

Figura 3. 3 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. “Cuerpo 932”



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

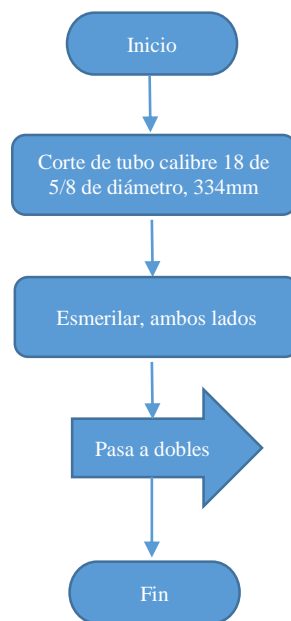
Figura 3. 4 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Telescopio



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

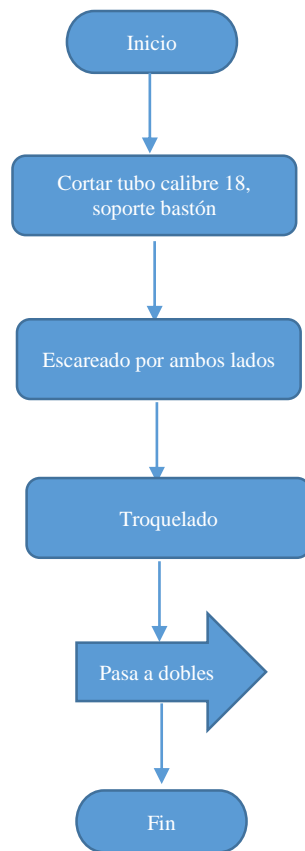


Figura 3. 5 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Eje



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

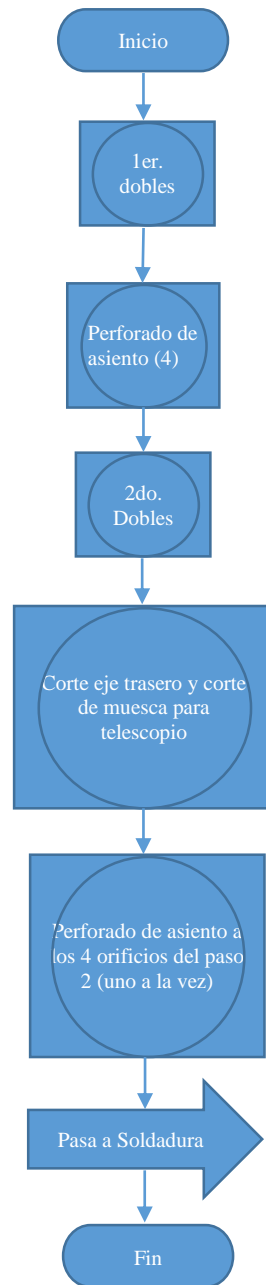
Figura 3. 6 Diagrama de flujo del proceso del área de Corte. Eje



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

**Dobles.** – Esta área se conforma por una célula de manufactura, por la cual pasa la pieza hasta este momento conocida como 932, para la realización de las operaciones requeridas. Se realiza el primer doble, perforado de asiento son cuatro orificios los cuales quedan con rebaba, segundo dobles, corte de muesca y corte de eje trasero, estas dos últimas operaciones son realizadas por dos personas distintas, pero en la misma máquina y al mismo tiempo y finalmente se realiza otra operación de perforado de asiento a los cuatro orificios (uno a la vez, con un taladro de banco) con la intención de eliminar rebabas. El proceso anterior se encuentra representado en la Figura 3.7 para una mejor comprensión.

Figura 3. 7 Diagrama de flujo del proceso del área de Dobles



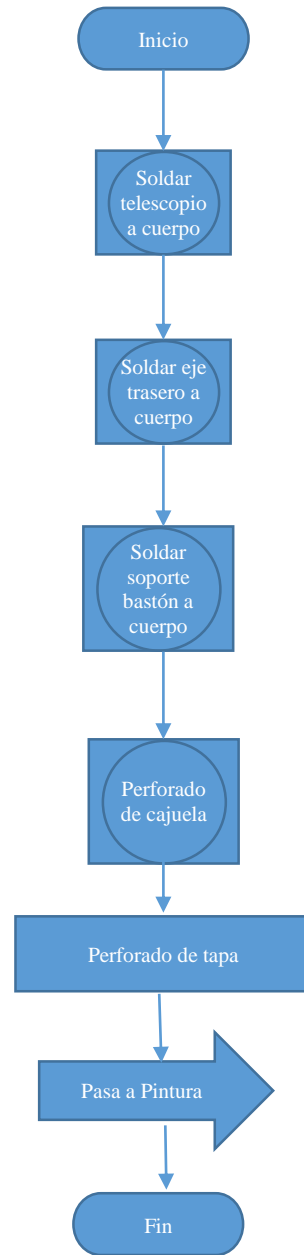
Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

**Soldadura.** - El proceso de soldadura se realiza en una célula mediante micro alambre, en tres estaciones de trabajo, en la primera, una persona solda el telescopio al cuerpo, lo pasa a la siguiente estación donde se une al eje trasero, esta operación es realizada con dos personas en la misma cabina, la primer persona o auxiliar coloca el eje trasero al cuerpo y lo pone en la

primer plantilla para ser soldado solo por la parte frontal, el soldador terminando la primera parte lo pasa a la siguiente plantilla para soldar la parte trasera, lo retira de esta última y lo pasa a la siguiente estación en donde es colocado el soporte bastón, dicha operación es realizada por dos personas auxiliar y soldador. El auxiliar coloca el cuerpo y soporte bastón en la plantilla, se solda la parte frontal, mientras el auxiliar coloca la pieza ya soldada de la parte frontal en la segunda plantilla para que el soldador realice el soldado trasero.

Al finalizar el armado con soldadura la pieza pasa a un taladro de bastón para hacer la operación de perforado de cajuela, la cual es realizada por una persona en un taladro de banco, para posteriormente realizar perforado de tapa por medio de troquel, también con una persona distinta. Al salir de esta operación la pieza ya recibe el nombre de “cuerpo 942”. Este proceso de soldadura se presenta en la Figura 3.8.

Figura 3. 8 Diagrama de flujo de proceso del área de soldadura

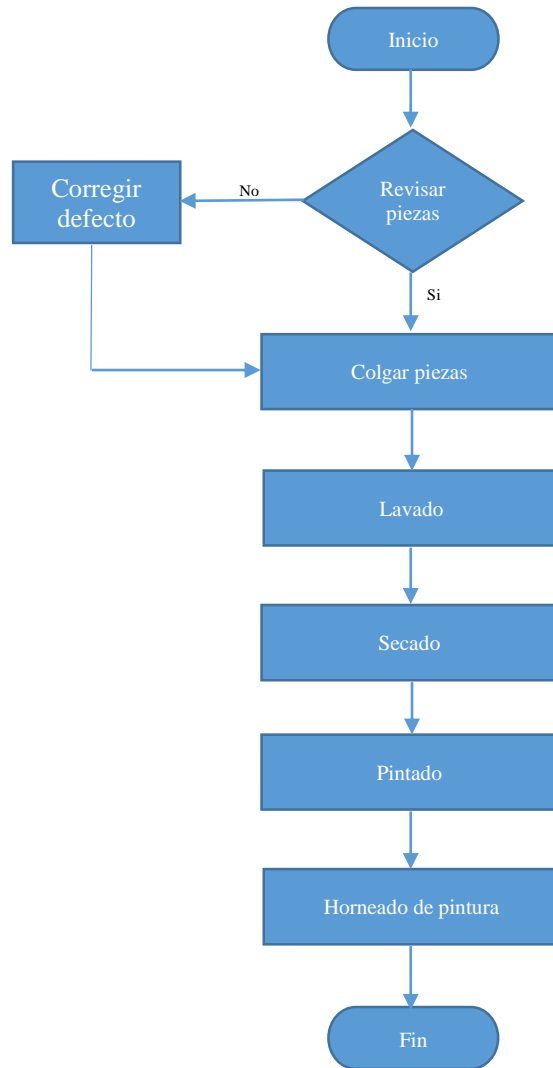


Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

**Pintura.** - Aquí se lleva a cabo el proceso de pintura a los cuerpos ya armados previamente, para después ser llevados al área de ensamble, este proceso inicia con una inspección al 100% de las piezas, por dos personas que inspeccionan visualmente la pieza y pasan un tubo por el eje

trasero para confirmar que no está tapado, esto al inicio de la banda automatizada que recorre todo el proceso de pintura hasta llegar a la línea de ensamble y vuelve a regresar a colgado, una vez inspeccionadas las piezas otra persona las cuelga en el gancho el cual se encuentra colgado en la banda transportadora y cuenta con capacidad para seis cuerpos, la banda los pasa primero por el proceso de lavado en la caseta de tina para enjuague desengrase, dicho proceso se realiza por medio de vapor caliente, la banda avanza y al salir de la caseta una persona está esperando las piezas para escurrir el agua que les queda en el eje, las vuelve a colgar y sigue el avance de la banda hasta llegar a la cabina de secado la cual cumple con el propósito de secar las piezas previamente lavadas para posteriormente llegar a la caseta de pintura dicho proceso se realiza por medio de pintura en polvo esta caseta cuenta con un cajón que contiene la pintura en polvo con presión de aire para mezclarla y ser aplicada en dos pasos por dos personas diferentes por medio de pistolas, para evitar la posibilidad de contaminación se tienen asignados colores para cada cabina, en la primer cabina se pintan los colores : lila, azul brillante, dos tipos de rojo, rosa mexicano, rosa metálico y gris la segunda cabina se usa para pintar blanco, azul claro y rosa claro y en la tercer cabina negro brillante, negro mate, rosa fuerte, rosa claro, azul Alaska, naranja, azul fuerte, rojo metalizado y azul cya; al salir de esta caseta la banda avanza hasta llegar al horno para hornear dicha pintura y termina el proceso con un pequeño recorrido para enfriar la pieza con un ventilador fijo, dos personas están esperando las piezas para descolgarlas de los ganchos y estibarlas en tarimas, esperando ser requeridas por la línea de ensamble, este proceso se presenta en la figura 3.9

Figura 3. 9 Diagrama de flujo del proceso del área de Pintura



Fuente: Información tomada de empresa Bicileyca Elaboración propia (2017)

Para identificar las fuentes de variación dentro del proceso de fabricación del cuerpo 942, se realiza la recolección y análisis de datos de cada uno de los sub procesos que conforman la cadena de valor de la pieza antes mencionada, para esta recolección se descomponen los sub procesos en operaciones, las cuales son cronometradas mostrando con ello la realidad de cada estación de trabajo y así determinar si el tiempo empleado para el proceso se encuentra controlado o no. Las gráficas de control para cada operación se presentan en las gráficas de la 3.3 a la 3.19, con mediciones de cada operación y sus interpretaciones al pie de las mismas, para

realizar el cálculo de los límites de control superior (LCS) y límites de control inferior (LCI) se aplica la ecuación 3.1 Montgomery D., (2004), debido a que se realiza el estudio tomando como subgrupos de tamaño 1, por lo tanto en este caso se trabaja con el gráfico de control X, de datos individuales, lo que nos permite identificar que tanto se están alejando las mediciones de la tendencia central, que en este caso es la media de los datos.

$$LCS = \bar{x} + \sigma$$

$$LCI = \bar{x} - \sigma$$

Donde :

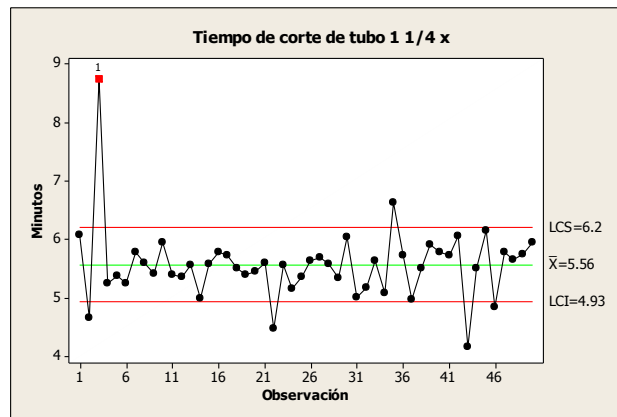
LCS = Limite de control superior

LCI = Limite de control inferior

$\bar{x}$  = Media

$\sigma$  = Desviación estándar

Grafica 3. 3 Grafica de control área de corte. Corte de tubo 1 1/4  
 $\bar{x} = 5.56$        $\sigma = 0.63$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

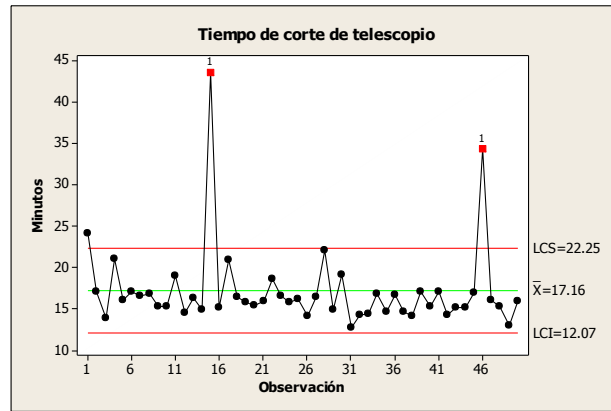
Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. En la gráfica de control se observa que hay un punto por encima de tres desviaciones estándar de la media, lo que advierte que pudo haber ocurrido alguna



situación extraordinaria, al momento de realizar esta lectura, por lo tanto, si se elimina dicha lectura los límites de control se encontrarán más cerrados, lo que representará mayor estandarización del proceso.

Grafica 3. 4 Grafica de control área de corte. Telescopio  
 $\bar{X} = 17.16$        $\sigma = 5.09$



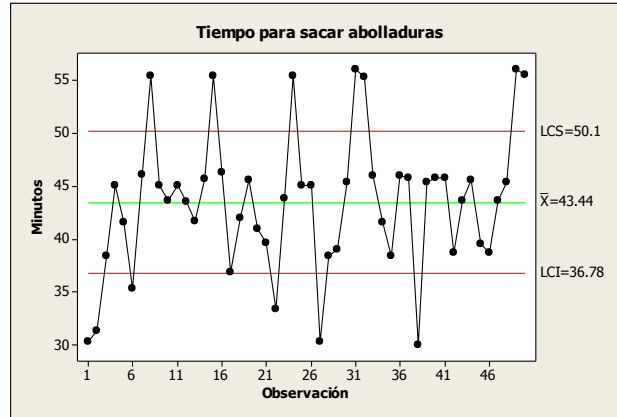
Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Se observa el punto uno y dos por encima de tres desviaciones estándar de la media, lo que indica que el proceso de corte de telescopio no está controlado, además del punto 33 al 39 (8 puntos), se encuentran por debajo de la media, lo que indica que el tiempo para la operación de corte de telescopio es menor a 17.16 segundos.

Grafica 3. 5 Grafica de control área de corte. Saque de abolladuras

$\bar{X} = 43.44$        $\sigma = 6.66$

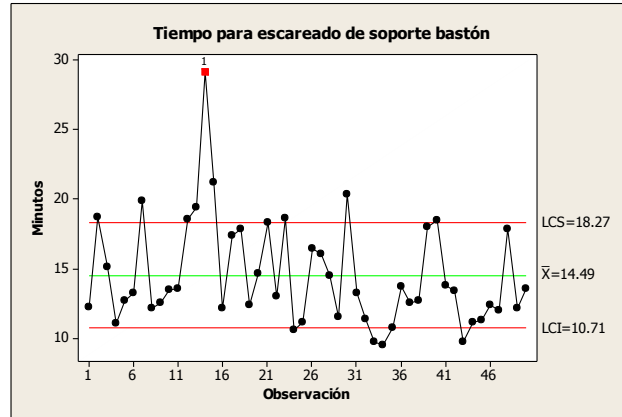


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Se observa que todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, lo que indica que todas las observaciones realizadas tuvieron un tiempo estándar entre 28.14 y 58.74 segundos, aunque es importante resaltar que los trabajadores que realizan esta operación no reportan la producción realizada, por lo que aun cuando el tiempo para realizar la operación está dentro de los límites de control, la cantidad producida no está siendo controlada.

Grafica 3. 6 Grafica de control área de corte. Escareado de soporte bastón  
 $\bar{X} = 14.49$        $\sigma = 3.78$

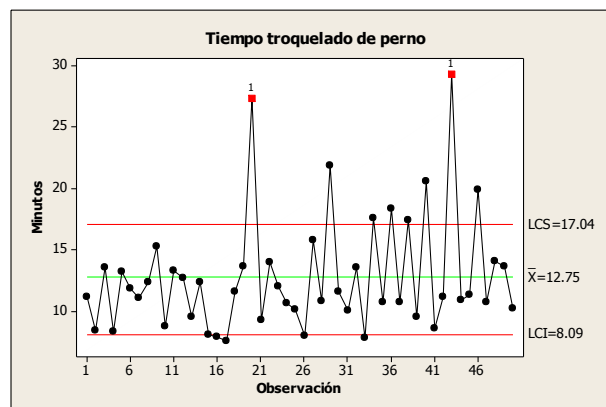


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. En esta grafica el punto 12, se encuentra por encima de tres desviaciones estándar de la media, sin embargo, debido a que los puntos del 33 al 40 (8 puntos) y del 43 al 49 (7 puntos), se encuentran por debajo de la media, se determina que la operación se puede realizar en menos tiempo.

Grafica 3. 7 Grafica de control área de corte. Troquelado de perno  
 $\bar{X} = 12.75$        $\sigma = 4.65$

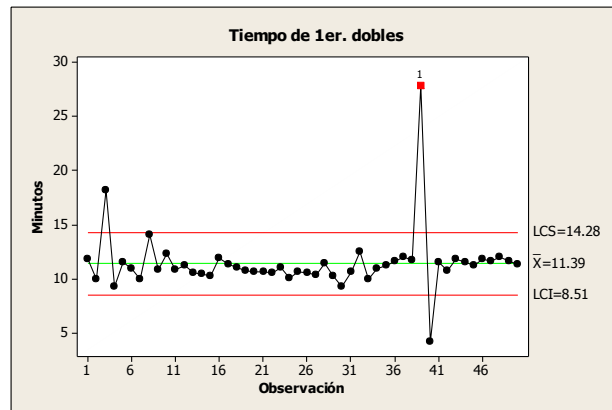


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017).

Análisis de grafica de control. Los puntos del 14 al 20 se encuentran por debajo de la media, indicando que la operación se puede realizar en menor tiempo del observado, estableciendo con esto un estándar para la realización de esta operación y por lo tanto es posible obtener control de la producción de dicha operación.

Grafica 3. 8 Grafica de control área de dobles. Primer dobles  
 $\bar{x} = 11.39$        $\sigma = 2.89$

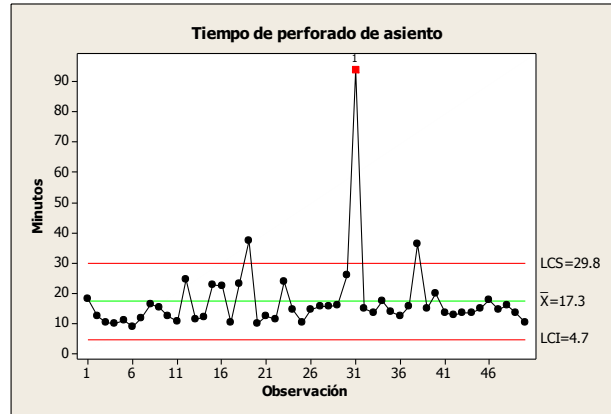


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Del punto 8 al 17 (10 puntos) y del 19 al 28 (10 puntos), se encuentran por debajo de la media, lo que indica que la operación se puede realizar en menos tiempo. Los dos puntos por encima de 3 desviaciones estándar de la media y uno por debajo de las tres desviaciones estándar representan toma de tiempos de la operación con un fallo mecánico de la maquina

Grafica 3. 9 Grafica de control área de dobles. Perforado de asiento  
 $\bar{X} = 17.27$        $\sigma = 12.55$

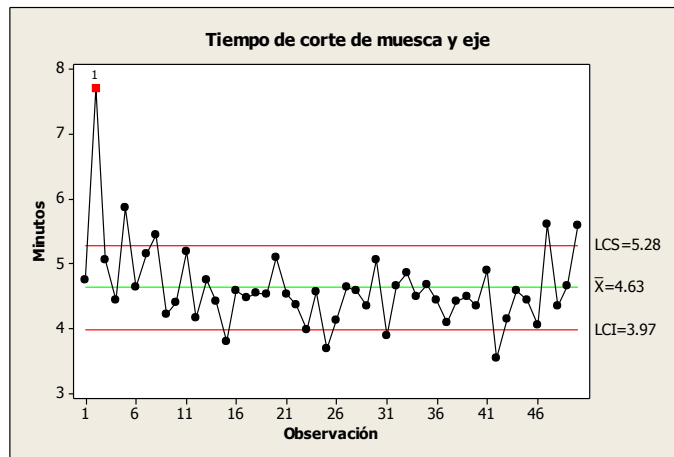


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Del punto 7 al punto 13 (7puntos), se encuentran por debajo de la media, lo que indica que la operación se puede hacer en menos tiempo, y el punto que se encuentra muy por encima de 3 desviaciones estándar involucra la dificultad de la operación, debido a que para sacar la pieza de la maquina se requiere de un mazo para desatorarla.

Grafica 3. 10 Grafica de control área de dobles. Corte de muesca  
 $\bar{X} = 4.63$        $\sigma = 0.65$

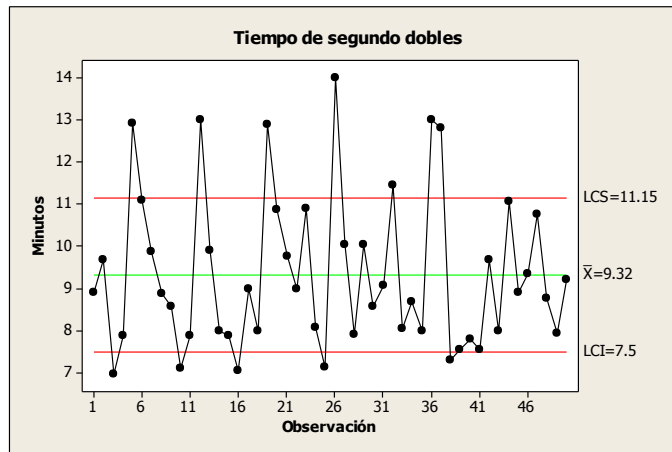


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Se observa un punto fuera del límite de control superior, el resto de las observaciones se encuentran dentro de los límites de control, con tres desviaciones estándar.

Grafica 3. 11 Grafica de control área de dobles. Segundo dobles  
 $\bar{X} = 9.32$        $\sigma = 1.82$

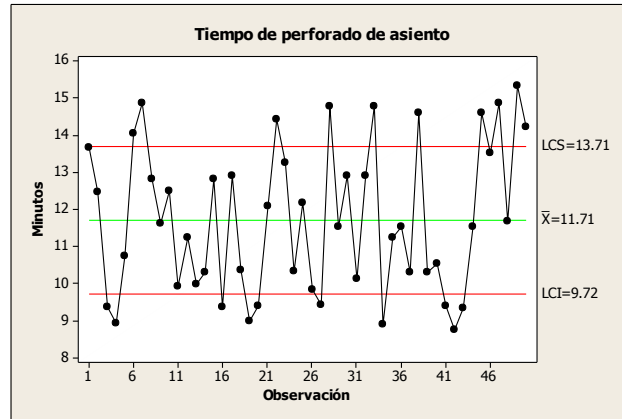


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. La grafica presenta todos los puntos dentro de los límites de control con 3 desviaciones estándar por encima y debajo de la media, lo que permite, estandarizarla.

Grafica 3. 12 Grafica de control área de dobles. Perforado de asiento (2)  
 $\bar{X} = 11.71$        $\sigma = 1.99$

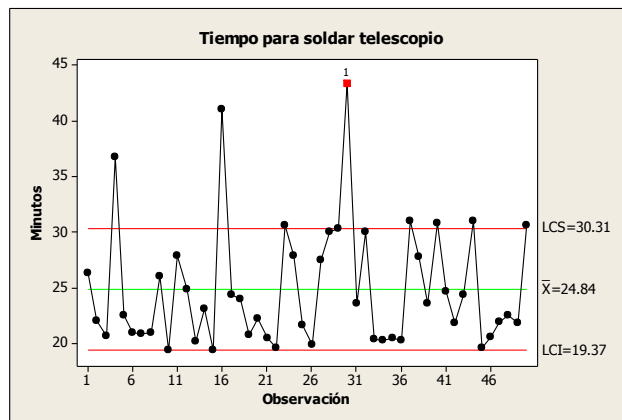


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Se observa que las mediciones de la operación se encuentran dentro de los límites de control, lo que permite estandarizarla

Grafica 3. 13 Grafica de control área de soldadura. Soldar telescopio  
 $\bar{X} = 24.84$        $\sigma = 5.47$



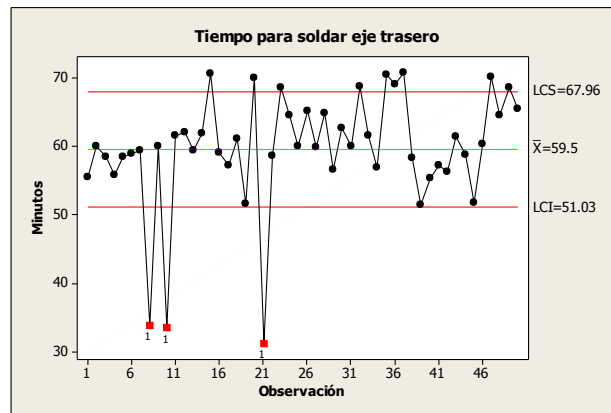
Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Dos puntos se encuentran por encima del límite superior de control con tres desviaciones estándar, también se observa que la desviación estándar es amplia

lo que permite que el resto de las observaciones se encuentren dentro, durante la recolección toma de tiempos se observa que el trabajador no realiza la operación de manera uniforme, es decir, se retira de su puesto de trabajo continuamente.

Grafica 3. 14 Grafica de control área de soldadura. Soldar eje trasero  
 $\bar{X} = 59.50$        $\sigma = 8.46$



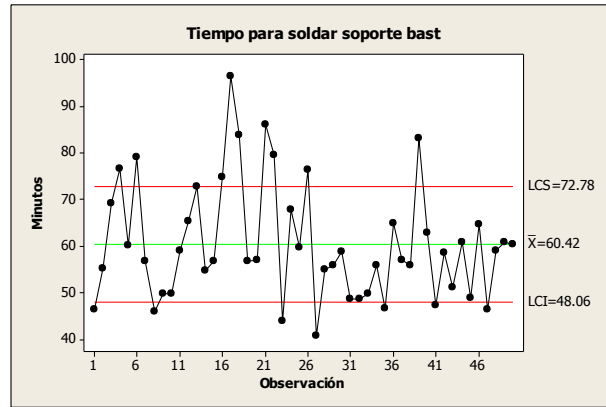
Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Se observan tres puntos por debajo del límite de control inferior, y aunque el resto de los puntos si están dentro de los limites, aunque la mayoría alejados de la media y como la desviación estándar es grande entonces los límites de control se abren considerablemente casi al doble, por lo tanto, se determina que la operación no está controlada.



Grafica 3. 15 Grafica de control área de soldadura. Soldar soporte bastón  
 $\bar{X} = 60.46$        $\sigma = 12.36$

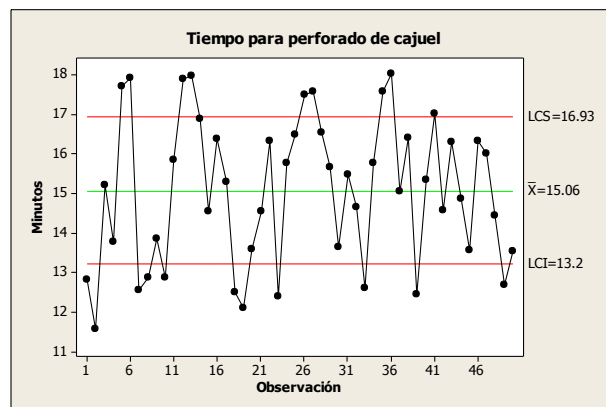


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Debido a que la desviación estándar es grande, amplia los límites de control con tres desviaciones estándar, lo que permite que a excepción de un punto, el resto se encuentra dentro de los limites aunque la mayoría separados de la media, por lo tanto si se cierran los límites de control a una desviación estándar, por lo grande que es, muchos puntos estarán fuera de los limites.

Grafica 3. 16 Grafica de control área de soldadura. Perforado de cajuela  
 $\bar{X} = 15.06$        $\sigma = 1.86$

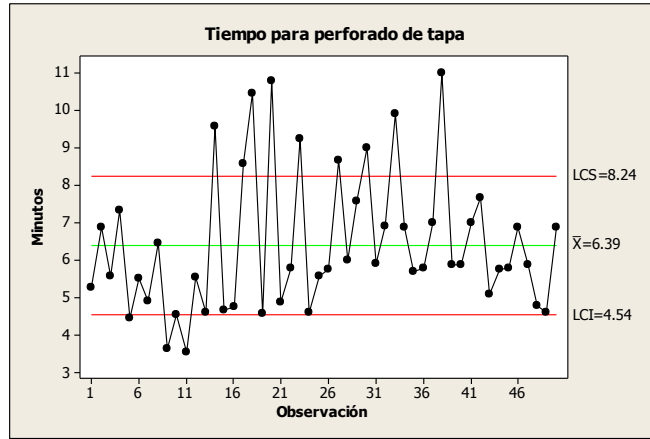


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Todos os puntos se encuentran dentro de los límites de control, por lo tanto, esta operación se puede estandarizar.

Grafica 3. 17 Grafica de control área de soldadura. Perforado de tapa  
 $\bar{x} = 6.39$        $\sigma = 1.85$

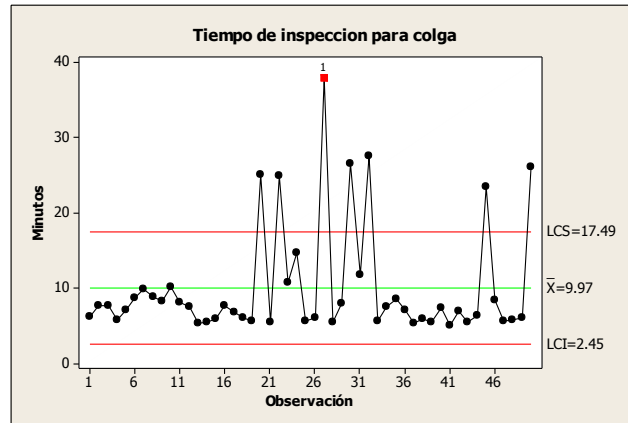


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. La desviación estándar es grande lo que hace que con tres desviaciones estándar los límites de control están muy abiertos permitiendo que todos los puntos se encuentren dentro. Aunque muchos están separados de la media, debido a que esta operación tampoco reporta la producción realizada, el trabajador realiza dicha operación bajo su propio ritmo, lo que indica que si se cierran los límites de control se podrá estandarizar la operación.

Grafica 3. 18 Grafica de control área de pintura. Inspección  
 $\bar{X} = 9.97$        $\sigma = 7.52$

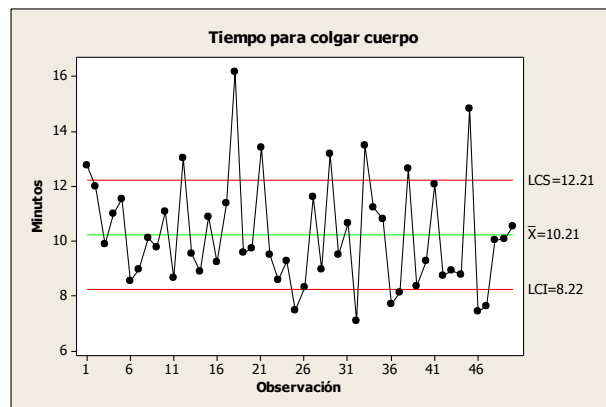


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. 7 puntos se encuentran muy cerca del límite de control superior, incluso dos por encima del mismo, durante la recolección de datos se observa que esta operación es realizada por dos diferentes trabajadores, y los puntos alejados de la media son los realizados por un operador y los cercanos a la media son realizados por otro operador distinto, es decir cada uno trabaja con tiempos muy diferentes.

Grafica 3. 19 Grafica de control área de pintura. Colgado  
 $\bar{X} = 10.21$        $\sigma = 2$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de la empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Análisis de grafica de control. Esta operación se encuentra dentro de los límites de control, aunque con una desviación estándar grande y al trabajar con tres desviaciones, los límites de control quedan muy abiertos, lo que permite cerrar los límites de control para estandarizar la operación.

Una vez analizada cada una de la graficas de control, es posible concluir que la mayoría de las operaciones son áreas de oportunidad de mejora en la reducción de tiempos de operación, estandarizando las operaciones, permitiendo el reporte de la producción y con esto medir la eficiencia del proceso.

### **3.6 Mapeo de la cadena de Valor (VSM)**

Debido a que la cadena de valor permite una visión del estado actual de la empresa y el lugar a donde se desea llegar en cuanto al proceso se refiere reduciendo de manera eficiente los desperdicios tales como: sobreproducción, inventarios, tiempos de espera, transporte movimientos, fallas de calidad y reprocesamientos para evitar fugas de capital que en la actualidad son básicas para la mantener la estabilidad de cualquier organización así como un mejor control y monitoreo de todas las etapas que el producto necesita para su manufactura, antes de desarrollar el VSM actual es preciso realizar un estudio completo de tiempos con el propósito de conocer el lead time de cada uno de los subprocessos que conforman la fabricación del “cuerpo 942”, así como el lead time general.

#### **Estudio de Tiempos**

Se realiza la recolección y análisis de datos de cada uno de los sub procesos que conforman la cadena de valor de la pieza “cuerpo 942”, para esta recolección se descomponen los sub procesos en operaciones, con las cuales se realiza un estudio de tiempos completo mostrando con ello la realidad de cada estación de trabajo, en la Tabla 3.28 se presenta un resumen del estudio de tiempos, obtenido de los anexos A, B,C y D.

Tabla 3. 11 Resumen de estudio de tiempos

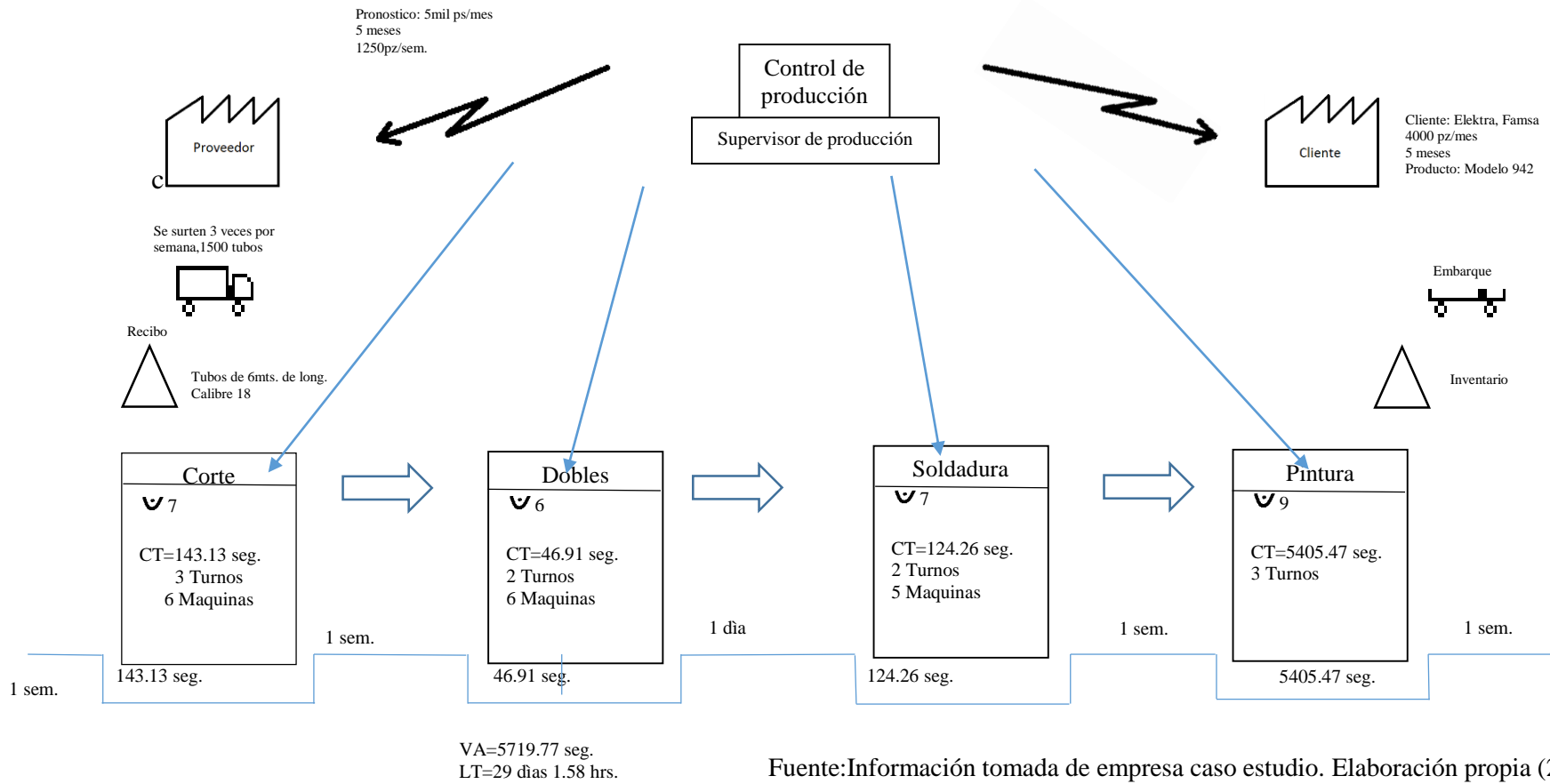
FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS						
<b>Estudio Còdigo:</b>	<b>Còdigo del producto:</b>			<b>Nùm. pàgina</b>	<b>Cliente:</b>	
1	932/942			1	Elektra/Famsa	
<b>Fecha:</b>	<b>Elaborado por:</b>				<b>Nombre del producto:</b>	
Sep.2017	I.I. Maria Tomasa Juàrz Tepepa				Cuerpo 942	
<b>No. Actividad</b>	<b>Descricciòn detallada del elemento</b>	<b>V</b>	<b>F</b>	<b>n</b>	<b>Tiempo observado</b>	<b>Tiempo bàsico</b>
1	corte de tubo 1 1/4 x 485mm	0.9	1	53	5.55	4.99
2	corte de telescopio	1	1	45	16.96	16.96
3	corte de eje	0.9	1	54	42.44	38.19
4	sacar abolladuras	0.8	1	49	43.19	34.56
5	tubo soporte bastòn	1	1	51	17.4	17.4
6	escareado de soporte bastòn	0.8	1	62	14.41	11.53
7	Tiempo troquelado de perno	0.8	1	60	12.79	10.23
8	tiempo de 1er. dobles	0.9	1	69	11.42	10.27
9	perforado de asiento	0.8	1	80	17.15	13.72
10	corte de muesca y eje trasero	1	1	58	4.58	4.58
11	segundo dobles	0.9	1	56	9.43	8.49
12	perforado de asiento adicional	0.7	1	38	11.62	8.13
13	soldar telescopio	0.8	1	68	24.55	19.64
14	soldar eje trasero	0.8	1	55	59.03	47.22
15	soldar soporte bastòn	0.7	1	61	60.77	42.54
16	perforado de cajuela	0.7	1	34	14.97	10.48
17	perforado de tapa	0.7	1	64	6.26	4.38
18	inspeccion para colgado	0.7	1	47	9.8	0.65
19	colgar cuerpo 1 piezas	0.9	1	23	5.35	4.82

Fuente: Elaboraciòn propia (2018)

Con los datos obtenidos en el estudio de tiempos para cada una de las operaciones involucradas en el proceso de fabricaciòn del modelo “cuerpo 942”, se realiza el VSM actual en Figura 3.10 el cual permite una visualizaciòn del lead time de 29 días, 1.58 horas y el valor agregado de 5719.77 segundos de dicho proceso.

Figura 3. 10 Diagrama VSM de pieza “cuerpo 942”

Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)

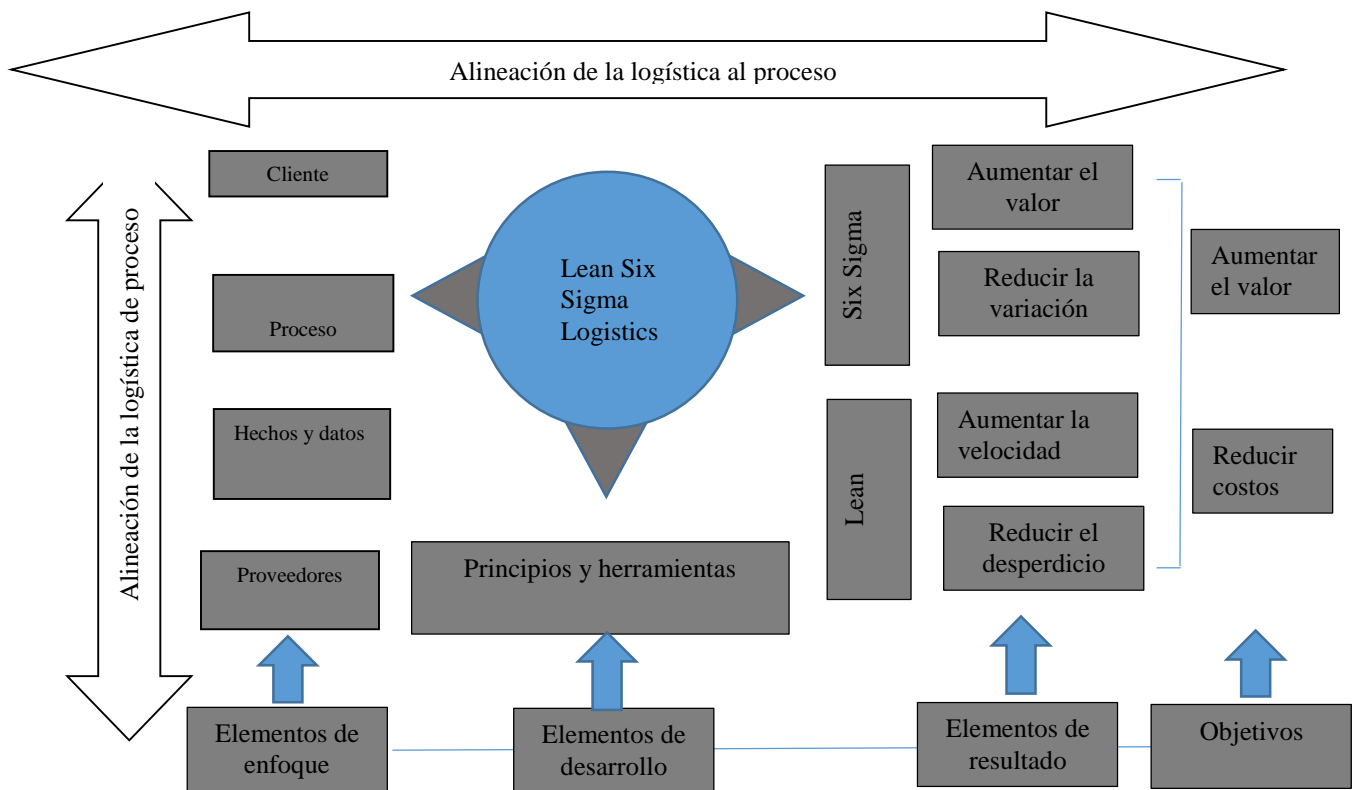


Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

### 3.7 Interpretación del modelo Lean Six Sigma Logistics

El modelo Lean Six Sigma Logistics (Mantilla, 2012) respecto al uso de la manufactura esbelta y seis sigma se conforma de cuatro pilares: la estrategia, elementos de enfoque, elementos de desarrollo y elementos de resultado, que se encuentran en cada fase de la metodología, tiene el propósito de que, partiendo de una visión estratégica, se obtenga la parte operativa sin que se pierdan de vista los objetivos logísticos. La representación gráfica del modelo se presenta en la Figura 3.11, donde a través de la aplicación de la estrategia por medio de los pilares del modelo se conduce al logro de los objetivos logísticos (nivel de servicio y reducción de costos), que finalmente contribuyen a maximizar el valor para los socios y clientes, este modelo pretende detectar oportunidades de mejora, dimensionarlas, tomar acciones y sostenerlas en el tiempo

Figura 3. 11 Modelo Lean Six Sigma Logistics



Fuente: (Mantilla, 2012) Elaboración propia

## **CAPITULO IV. Desarrollo del Modelo**

Una vez planteado el modelo en el capítulo anterior se procede con el desarrollo del mismo, avanzando en cada una de las etapas del modelo (elementos de enfoque, de desarrollo y de resultado) con un enfoque específico en el proceso de la empresa caso estudio, aplicando la propuesta de implementación.

### **4.1. Elementos de enfoque**

Cumpliendo con la primera etapa del modelo, presentada en la Figura 4.1, se describe el desarrollo de los elementos de enfoque incluidos en la misma, el cual está orientado al proceso de fabricación de la pieza “cuerpo 942”, este incluye las áreas de corte, dobles, soldadura y pintura

**Ciente:** Los clientes son parte medular de la empresa, ya que es él quien determina la cantidad, calidad y por tanto las ganancias de la misma, es por el cliente que la empresa trabaja persiguiendo satisfacer e incluso superar sus necesidades, para el caso de esta propuesta el cliente directo al que está enfocada la fabricación de la pieza “cuerpo 942” es un cliente interno, debido a que esta pieza es un componente del total de muchos otros que conforman el triciclo terminado, el cual tiene como clientes externos a Famsa y Elektra que son a fin de cuentas quienes inciden de manera directa en las características de producción de la pieza analizada.

**Proceso:** Los procesos productivos son una serie de operaciones requeridas para la transformación de materia prima en un producto terminado, por lo tanto deben ser lo más eficientes posibles para poder responder a las necesidades y requerimientos de cliente, debido a esto es importante mantenerlos estandarizados, controlados y además perseguir la implementación de la filosofía de mejora continua en los mismos, con el objetivo de reducir desperdicios y costos, así como mejorar los procesos, para este caso los procesos involucrados son: Corte, Dobles, Soldadura y Pintura, los cuales como ya se mencionó anteriormente son los requeridos para el subproducto “cuerpo 942” del triciclo para niños fabricado en la empresa caso estudio.

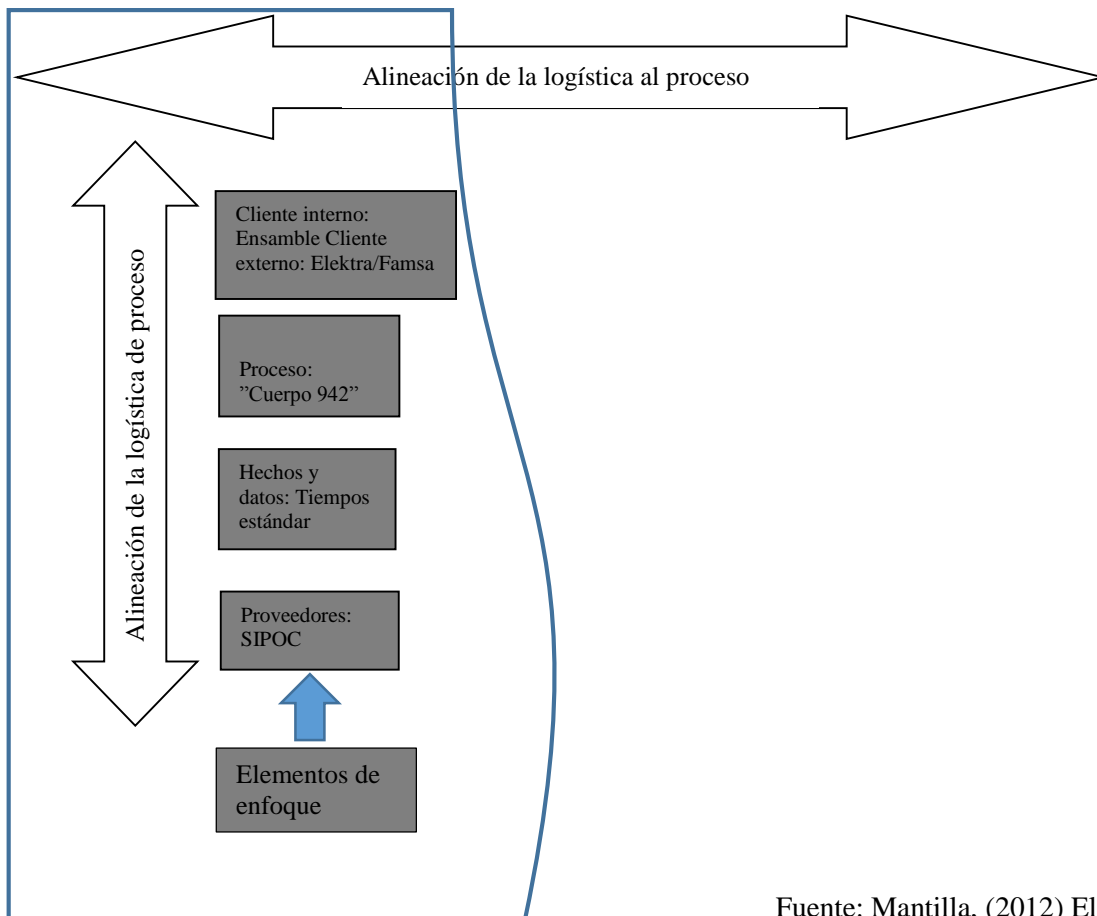
**Hechos y datos:** Los datos obtenidos mediante el presente estudio, muestran el comportamiento actual de los procesos permitiendo el análisis correcto y por tanto una propuesta de mejora acertada y enfocada a las necesidades reales de la empresa. Estos hechos y datos recopilados



corresponden a: clasificación de productos, determinación de características clave, análisis FODA, Pareto correspondiente a porcentaje de defectos, grafica de partes con mayor frecuencia de rechazo, diagrama CIPOC, diagramas de flujo, estudio de tiempos y VSM, los cuales son punto de partida para la realización de la propuesta.

**Proveedores:** Los proveedores juegan un papel determinante en la logística de procesos, puesto que influyen para reducir o aumentar el lead time, lo que se refleja inmediatamente en los costos de fabricación e inventarios, en la logística de proceso para la fabricación del “cuerpo 942” solo se tienen los proveedores externos de tubos soldadura y pintura y los internos son el área de corte como proveedor de dobles, dobles proveedor de soldadura y este último proveedor de pintura.

Figura 4. 1 Modelo Lean Six Sigma Logistics. Elementos de enfoque

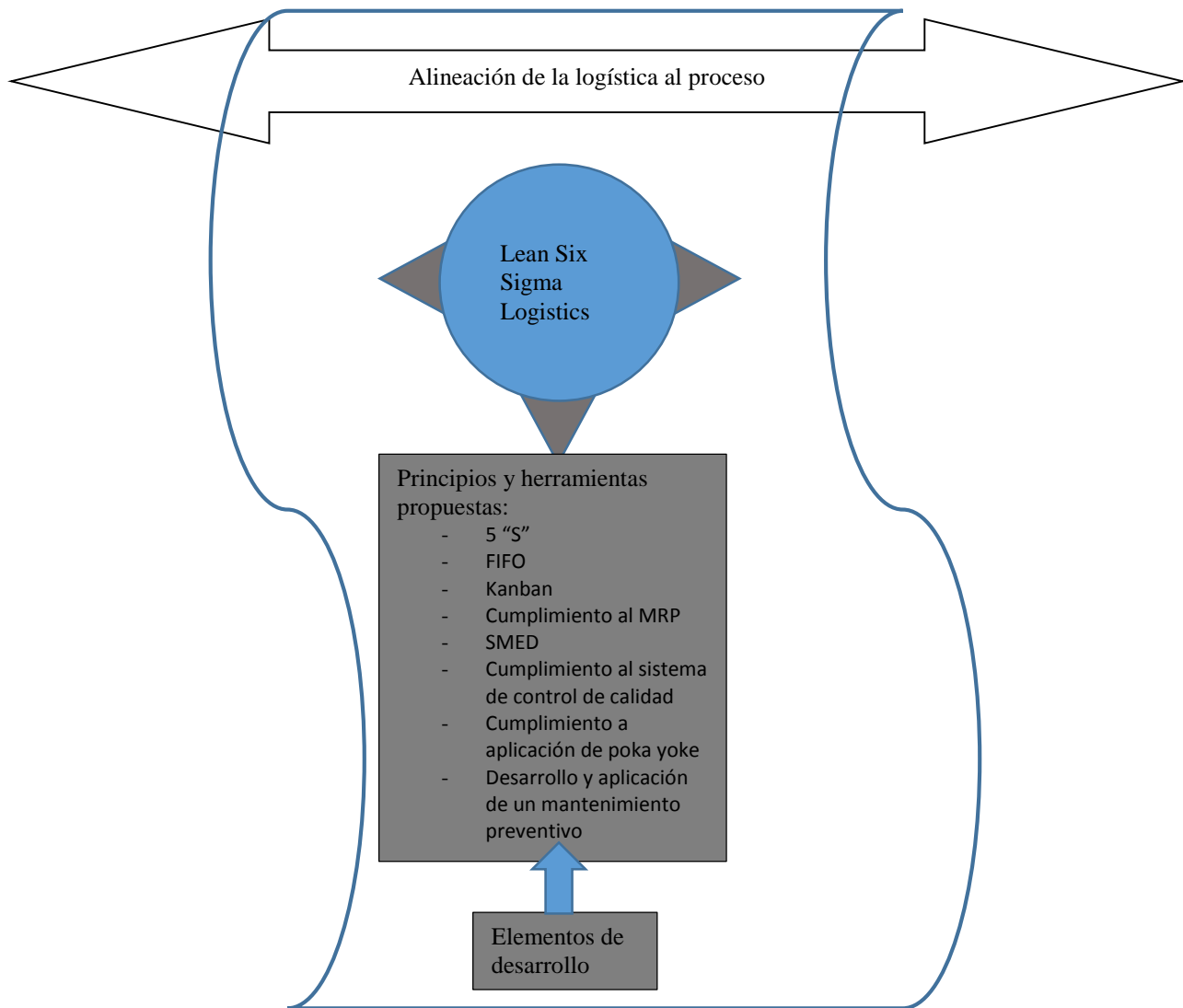


Fuente: Mantilla, (2012) Elaboración propia

### 4.2 Elementos de desarrollo e implementación de herramientas

En esta etapa del modelo se realiza un análisis de la situación actual de la empresa con la aplicación de herramientas, como lo muestra la Figura 4.2 los cuales permiten determinar la parte del proceso donde se requiere la aplicación de los principios y herramientas propuestos, se desarrolla un diagrama de Isikawa que las principales causas que generan los desperdicios generados en la logística de proceso, así como formatos para controlar y mejorar

Figura 4. 2 Modelo Lean six Sigma Logistics. Elementos de desarrollo

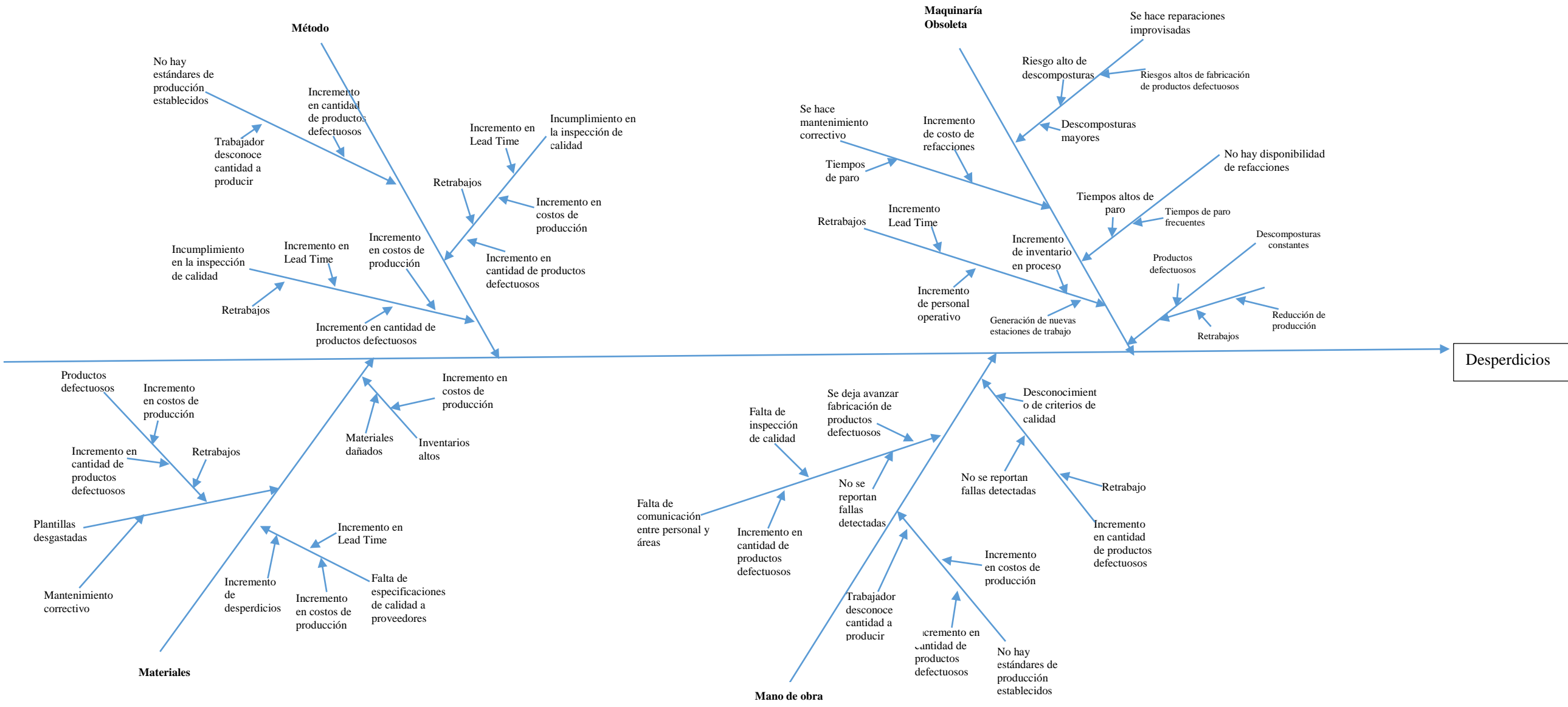


Fuente: (Mantilla, 2012) Elaboración propia

### **Identificación de causas que generan desperdicios (Ishikawa)**

Se desarrolla un diagrama de Causa-Efecto para la identificación de las principales que provocan la generación de desperdicios dentro el proceso, presentado en la Figura 4.3 En este diagrama de Ishikawa se observa que retrabajos, productos con defecto, incremento en Lead Time e incremento en costos de producción son las causas principales que generan los desperdicios en el proceso de fabricación del cuerpo ” modelo 942”.

Figura 4. 3 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2017)

Uno de los mayores desperdicios de materia prima identificados sin control se encuentra en el área de corte, debido a que en el método de trabajo establecido no se encuentra especificada la longitud para el primer corte (descabezado), la cual consiste en cortar el inicio del tubo que se encuentra abollado desde que se recibe a proveedor, desperdiciando por lo menos una pieza por cada tubo, para lo cual se propone la implementación del Formato de registro de área de corte (Anexo E).

Debido a que no existe control de tiempos de paro en las áreas involucradas, se tiene desperdicio de tiempo lo que lleva a que los tiempos de operación también no están estandarizados y por lo tanto el lead time se incrementa, para mantener los tiempos de paro bajo control y por lo tanto ayudar a bajar el lead time se propone la utilización del formato de registro de tiempo de paro (Ver Anexo F).

Para contrarrestar el lead time en los procesos requeridos para la fabricación de la pieza “cuerpo 942” se plantea la aplicación de formatos para registro de producción en cada área con los Anexos G, H, I

### **Propuesta de mejora**

Conociendo las causas principales que generan desperdicio y como parte de los elementos de desarrollo, se proponen las herramientas, principios y/o formatos para reducir los retrabajos, productos con defecto, lead time y costos de producción, generando un impacto positivo en el mejoramiento de la calidad y reducción de desperdicio, lo que se reflejara en reducción de lead time del proceso y costos para la empresa, estas propuestas se presentan en la Tabla 4.1

Tabla 4. 1 Propuestas por área

Área	Propuesta	Beneficio
Corte	Estandarizar especificaciones para longitud máxima de abolladuras en tubos	Reducción de desperdicio de tubo en descabezado
	Sistema de inventarios	Control de existencia y flujo de materiales
	Acomodo de materiales, según requerimiento planeado	Reducción de riesgo para el trabajador (Menos maniobra de reacomodo)
	Habilitación de herramental completo de corte para maquina troqueladora 2	Eliminación de reproceso “Saque de abolladuras” Reducción de lead time
	Implementación de formato para reporte de producción por maquina (anexo A)	Control de producción Medición y control de eficiencia
	Implementación tarjetas Kanban	Incremento en la eficacia de los procesos Reducción de producción excesiva
Dobles	Implementación de programa de mantenimiento (preventivo y autónomo) a maquinaria y equipo	Reducción de variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio
	Implementación correcta de inspección de calidad	Reducción de variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio
	Implementación de tiempos estándares para la producción	Reducción de lead time
	Implementación de formato de reporte de tiempos de paro (anexo B)	Control de producción Medición y control de eficiencia Medición control de eficiencia de maquina
	Estudio y mejoramiento de métodos de trabajo	Reducción de variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio

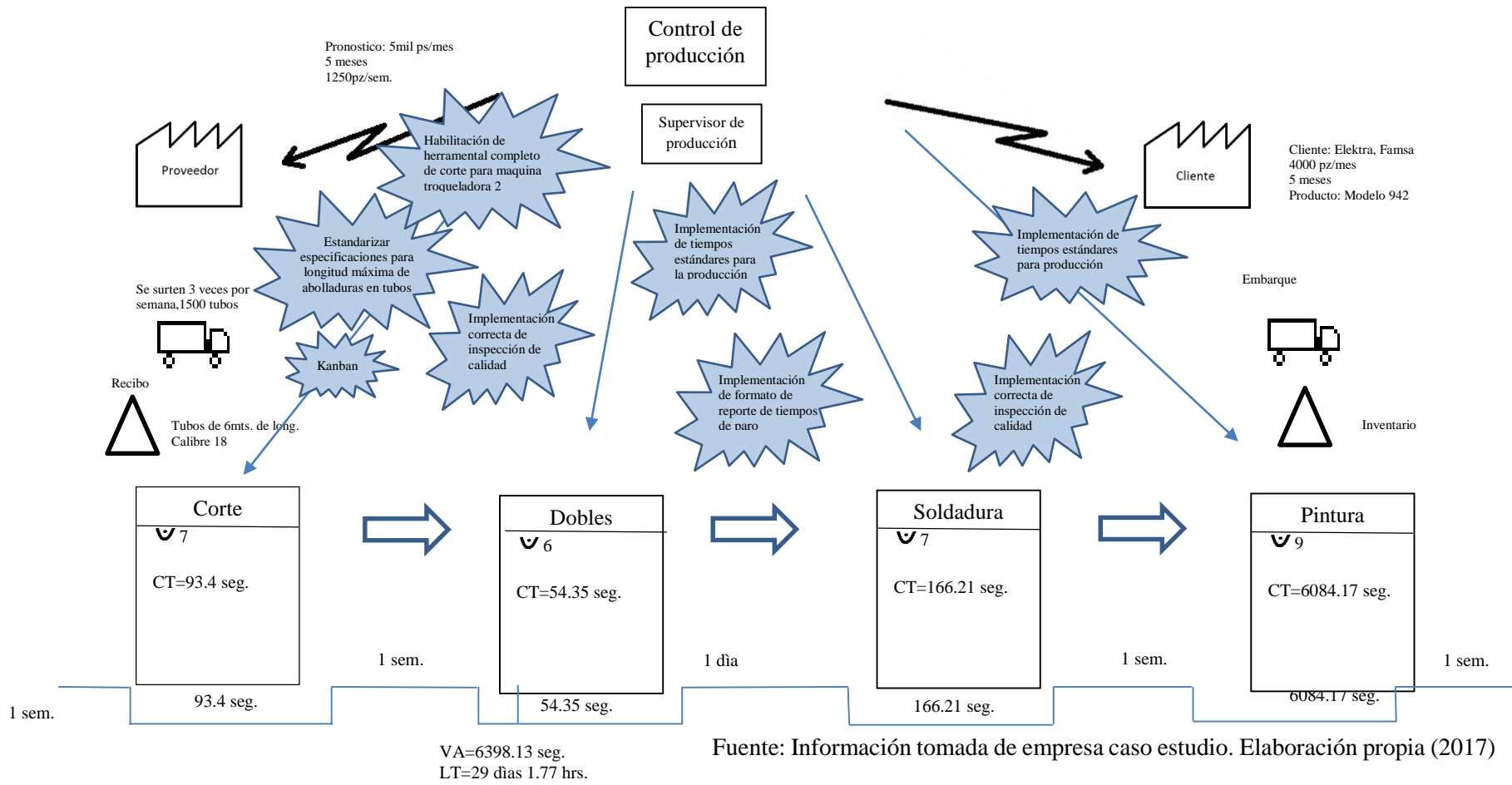
Continuación Tabla 4.1

Soldadura	Implementación de tiempos estándares para la producción	Reducción de lead time
	Implementación correcta de inspección de calidad	Reducción de variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio
Pintura	Implementación de tiempos estándares para producción	Reducción de lead time
Todas las áreas	Mejoramiento de comunicación entre personal de cada área	Reducción variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio
	Apego al cumplimiento de MRP	Reducción de lead time

Fuente: elaboración propia (2018)

Las propuestas que se pretende tengan mayor impacto para el logro de los elementos de resultado, se muestran en el VSM futuro presentado en la Figura 4.4

Figura 4. 4 Diagrama VSM de pieza “cuerpo 942.Explusiones de mejoras  
Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)

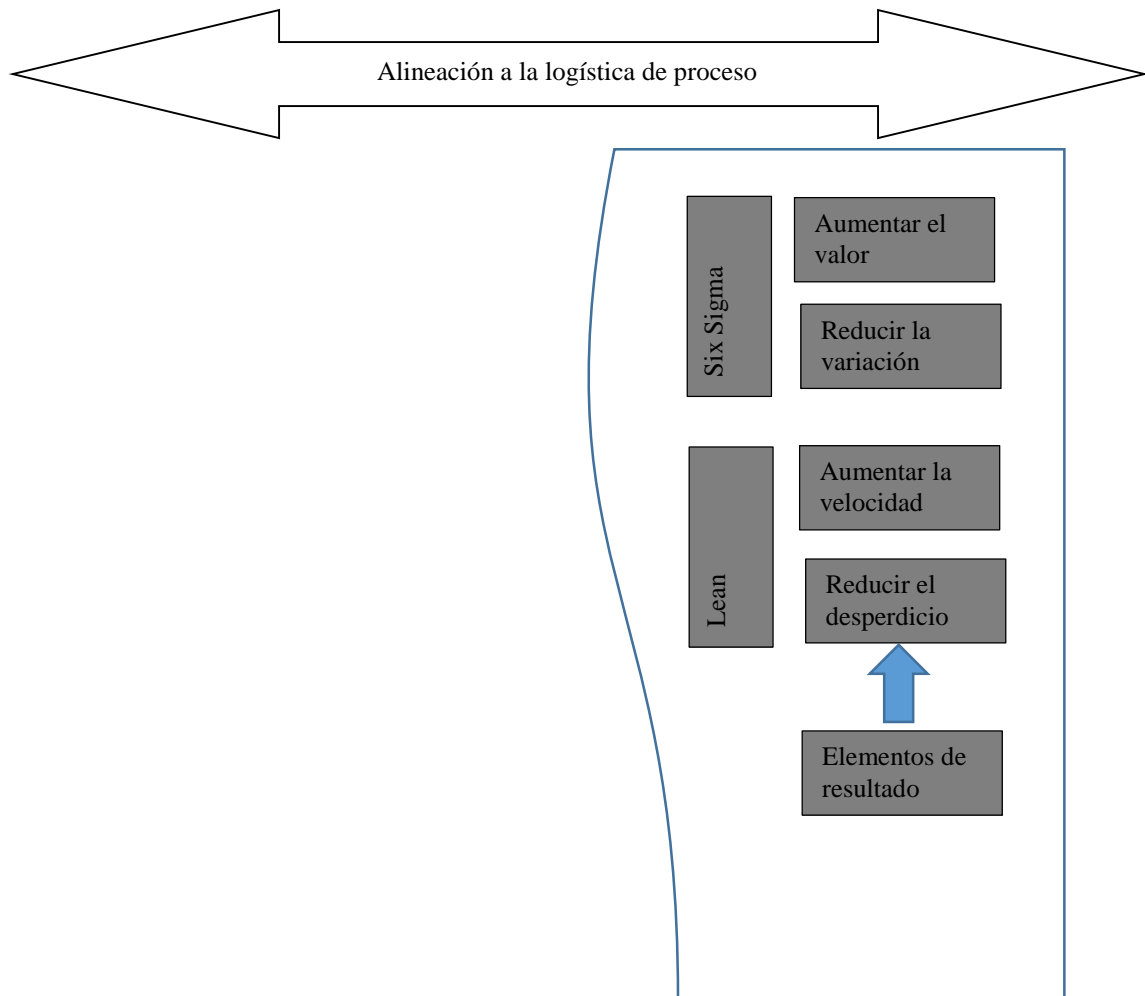




### 4.3 Resultados esperados

Se presentan los elementos de resultado que se pretenden alcanzar al aplicar correctamente la propuesta, estos elementos

Figura 4. 5 Modelo Lean Six Sigma Logistics. Elementos de resultado.



Fuente: Mantilla, (2012) Elaboración propia

**Conclusión**

El desarrollo del modelo permite especificar hacia qué elementos está enfocada la propuesta de implementación del mismo, determinando el cliente interno que incide directamente en el cumplimiento de los requerimientos del cliente externo, el proceso al cual se enfoca, que es un conjunto de sub procesos requeridos para la fabricación de la pieza objetivo, los hechos y datos así como los proveedores internos y externos involucrados para la fabricación, en los elementos de desarrollo se proponen herramientas y principios para el logro de los elementos de resultado que consisten en el aumento de valor reduciendo variación al igual que el aumento de la velocidad y reducir desperdicios, para el logro de este último se realiza el estudio de tiempos, determinando con esto los tiempos requeridos para la realización de cada actividad, ya que como se observa, éstos tienen una gran diferencia con los tiempos que actualmente se emplean para la realización de la operación, lo que se refleja en tiempos desperdicio de tiempo y por lo tanto poca eficiencia en el proceso completo.

## **CAPITULO V. Resultados esperados**

Aplicando la propuesta de implementación del modelo al proceso de fabricación, del “cuerpo 942”, se pretende obtener el logro en el mejoramiento de la calidad y reducción de desperdicios y por lo tanto un menor lead time, con los siguientes resultados:

### **Aumentar el valor**

Uno de los elementos de que se pretenden lograr con la propuesta de implantación del modelo es sin duda el aumento del valor, para lo cual se pretende aprovechar la cercanía con el proveedor para minimizar tiempo de respuesta en cambios tecnológicos de maquinaria y equipo, contemplar un porcentaje del presupuesto con cargo a centro de costos de mantenimiento para actualizar maquinaria y/o equipo contrarrestando con esta medida los constantes paros por mantenimiento correctivo y poco a poco reducir la maquinaria y equipo obsoleto hasta lograr un cambio total del mismo. Otro parte importante es la de aprovechar las temporadas de producción bajas, para efectuar mantenimiento y calibración general a plantillas, así como la capacitación a personal operativo en cuanto a especificaciones y técnicas de la maquinaria y equipo que operan, para reducir productos defectuosos, reduciendo con esto los costos de operación y poder competir con productos de menor precio.

### **Reducir la variación**

Con el fin de lograr disminuir significativamente la variación, se propone realizar correctamente la inspección de calidad para asegurar productos confiables en puntos de venta, acondicionar almacenes de PT correctamente para evitar posibles defectos, y de esta manera asegurar nuevos puntos de venta aperturados, también es importante implementar sistema de medición y control de retrabajos, eficientando este último y consecuentemente controlar la producción de productos defectuosos. Si se ejecuta correctamente la inspección de 30 piezas cada hora por parte de calidad (como se tiene establecido, aunque no se cumple) para la reducción de la variabilidad y producción de productos defectuosos, se logrará una reducción en costos de operación y como consecuencia se podrá competir con productos chinos. Otra medida propuesta es aprovechar la venta a concesión para entregar a cliente productos terminados a lo largo del año y no solo por temporada, reduciendo los almacenes de PT en

fabrica y reducir con esto daños a los productos, y por ultimo realizar el correcto mantenimiento a plantillas desgastadas, para reducir la variabilidad y competir con productos chinos

### **Aumentar la velocidad**

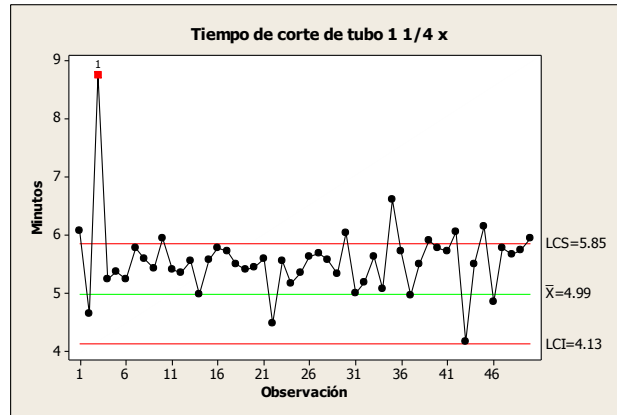
Si se aprovecha la experiencia del personal operativo para mejorar la eficiencia de los procesos, esto permitirá responder con mayor producción surtiendo nuevos puntos de venta. Además, es importante aprovechar la experiencia del personal para responder a cambios en el mercado para lograr un incremento en la velocidad de proceso logístico del proceso

### **Reducir el desperdicio**

El desperdicio es un punto importante para la reducción del lead time por lo tanto se requiere definir especificaciones de calidad a proveedores principalmente a los externos (proveedor de tubos), así como métodos de trabajo, disminuyendo desperdicios en materia prima, así como ejecutar mantenimiento en tiempo y forma a plantillas disponibles en cada puesto de trabajo, para compactar la fabricación de productos defectuosos, y disminuir los costos de fabricación para con esto competir con productos chinos en cuanto a precio se refiere. Es importante también implementar correctamente métodos de trabajo adecuados para la reducción de desperdicio en materia prima.

En las siguientes graficas de control de la 5.1 a la 5.17, se presenta el comportamiento de los tiempos empleados por los operadores actualmente para cada estación de trabajo, solo que ahora también se muestran los datos del tiempo estándar para cada actividad, los cuales son obtenidos del estudio de tiempos realizado anteriormente, y por consecuencia se modifica también la desviación estándar, así como los límites de control.

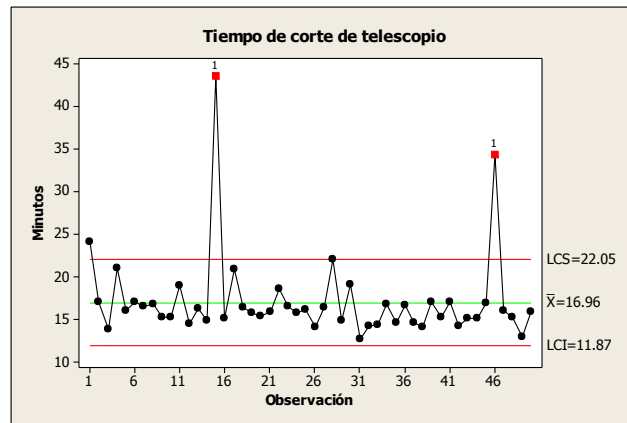
Gráfica 5. 1 Grafica de control área de corte. Corte de tubo 1 ¼  
 $\bar{X} = 4.99$        $\sigma = 0.86$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

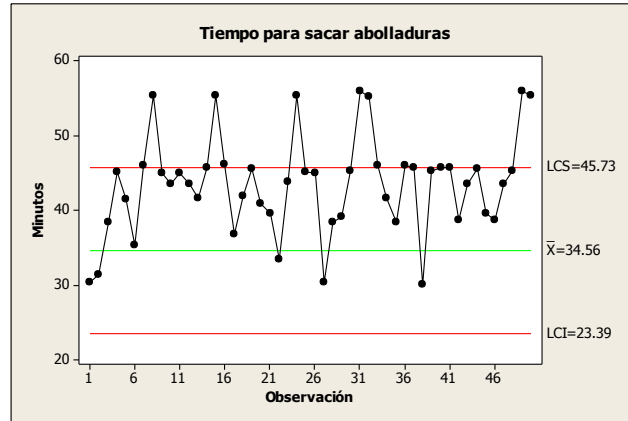
Gráfica 5. 2 Grafica de control área de corte. Telescopio  
 $\bar{X} = 16.96$        $\sigma = 5.09$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

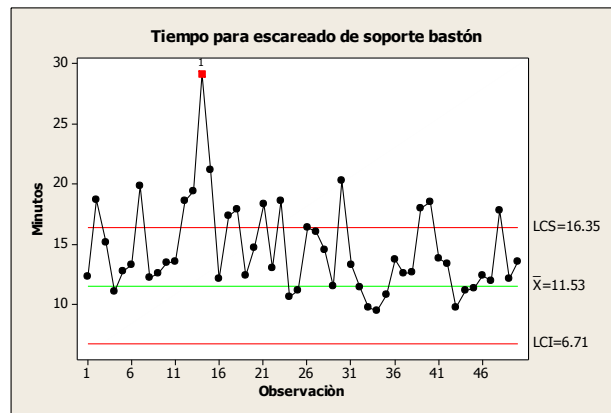
Gráfica 5. 3 Grafica de control área de corte. Saque de abolladuras  
 $\bar{X} = 34.56$        $\sigma = 11.17$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

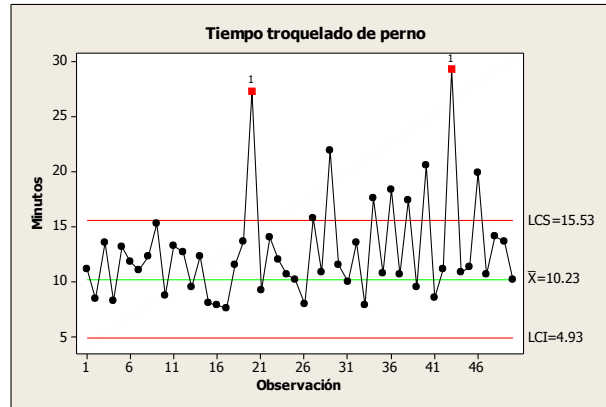
Gráfica 5. 4 Grafica de control área de corte. Escareado de soporte bastón  
 $\bar{X} = 11.53$        $\sigma = 4.82$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

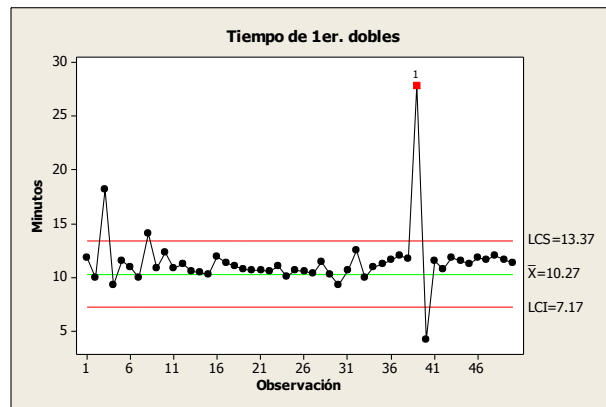
Gráfica 5. 5 Grafica de control área de corte. Troquelado de perno  
 $\bar{X} = 10.23$        $\sigma = 5.30$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

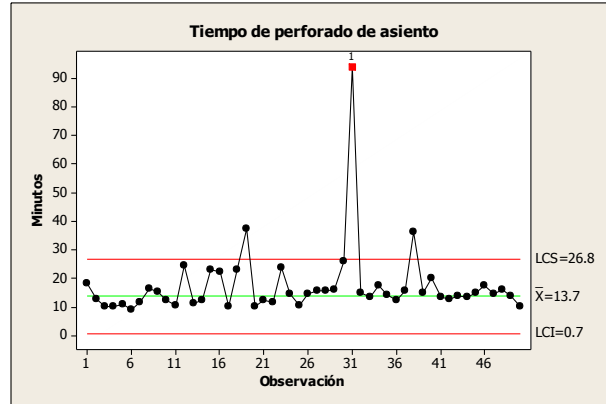
Gráfica 5. 6 Gráfica de control área de dobles. Primer dobles  
 $\bar{X} = 10.27$        $\sigma = 3.10$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

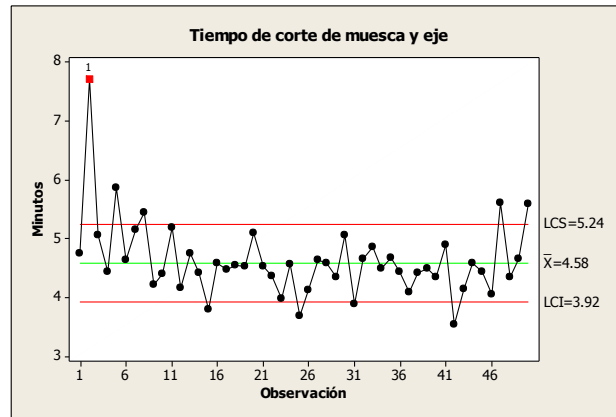
Gráfica 5. 7 Gráfica de control área de dobles. Perforado de asiento  
 $\bar{X} = 13.72$        $\sigma = 13.06$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

Gráfica 5. 8 Grafica de control área de dobles. Corte de muesca  
 $\bar{X} = 4.58$        $\sigma = 0.66$

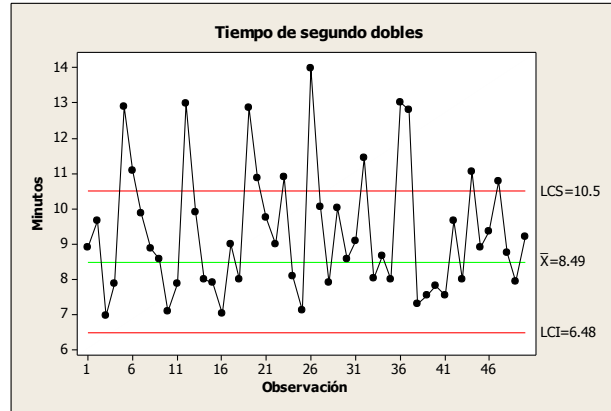


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)



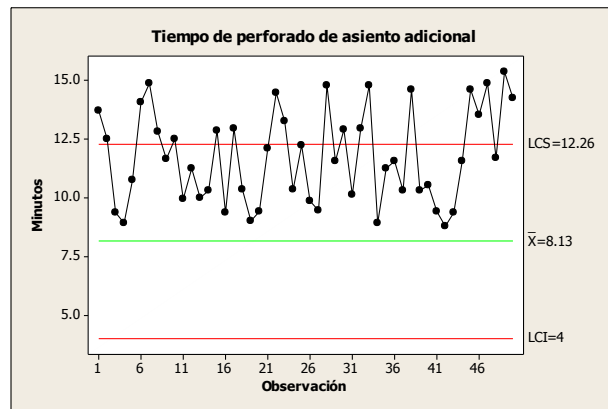
Gráfica 5. 9 Grafica de control área de dobles. Segundo dobles  
 $\bar{X} = 8.49$        $\sigma = 2.01$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

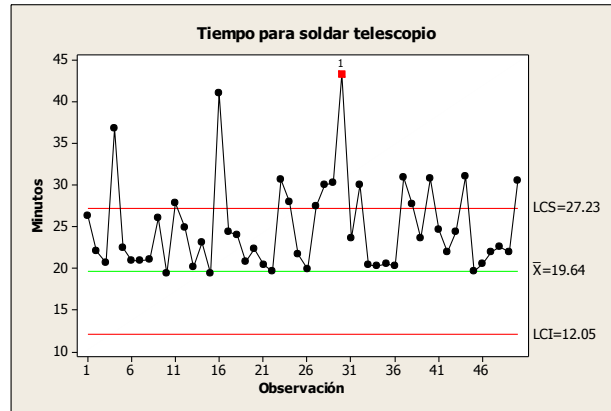
Gráfica 5. 10 Gráfica de control área de dobles. Perforado de asiento adicional  
 $\bar{X} = 8.13$        $\sigma = 4.13$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

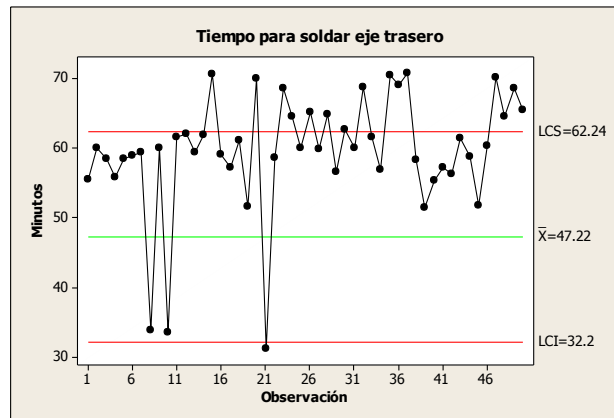
Gráfica 5. 11 Grafica de control área de soldadura. Soldar telescopio  
 $\bar{X} = 19.64$        $\sigma = 7.59$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

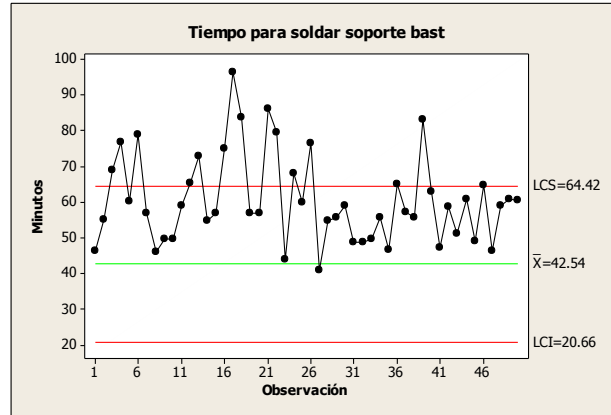
Gráfica 5. 12 Grafica de control área de soldadura. Soldar eje trasero  
 $\bar{X} = 47.22$        $\sigma = 15.02$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

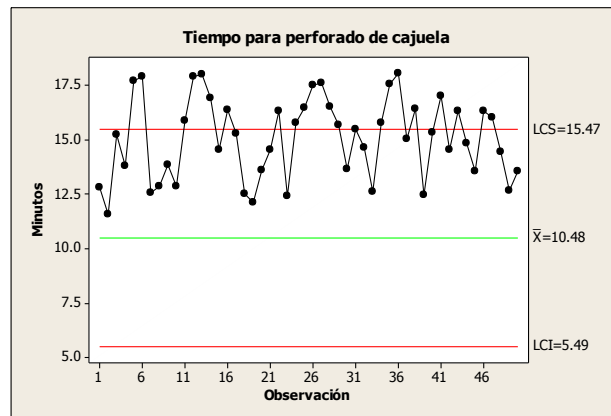
Gráfica 5. 13 Grafica de control área de soldadura. Soldar soporte bastón  
 $\bar{X} = 42.54$        $\sigma = 21.88$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

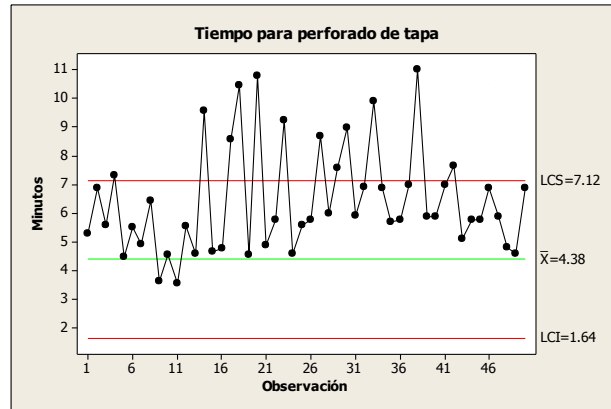
Gráfica 5. 14 Grafica de control área de soldadura. Perforado de cajuela  
 $\bar{X} = 10.48$        $\sigma = 4.99$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

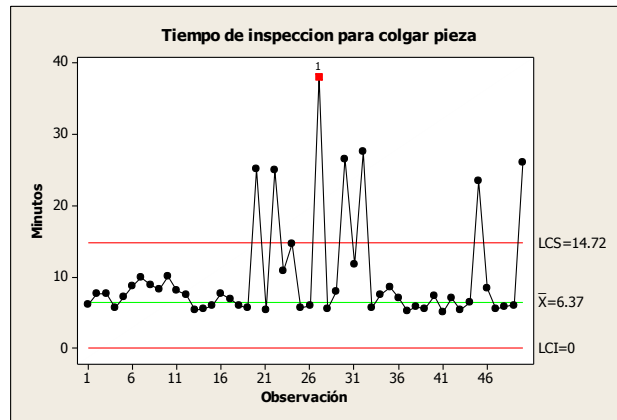
Gráfica 5. 15 Grafica de control área de soldadura. Perforado de tapa  
 $\bar{X} = 4.38$        $\sigma = 2.74$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

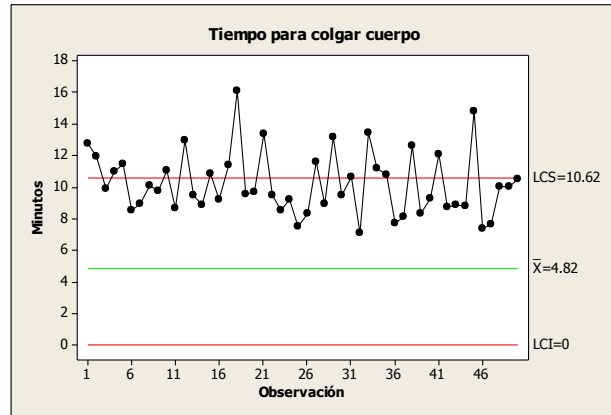
Gráfica 5. 16 Grafica de control área de pintura. Inspección  
 $\bar{X} = 6.37$        $\sigma = 8.35$



Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

Gráfica 5. 17 Grafica de control área de pintura. Colgado  
 $\bar{X} = 4.82$        $\sigma = 5.80$

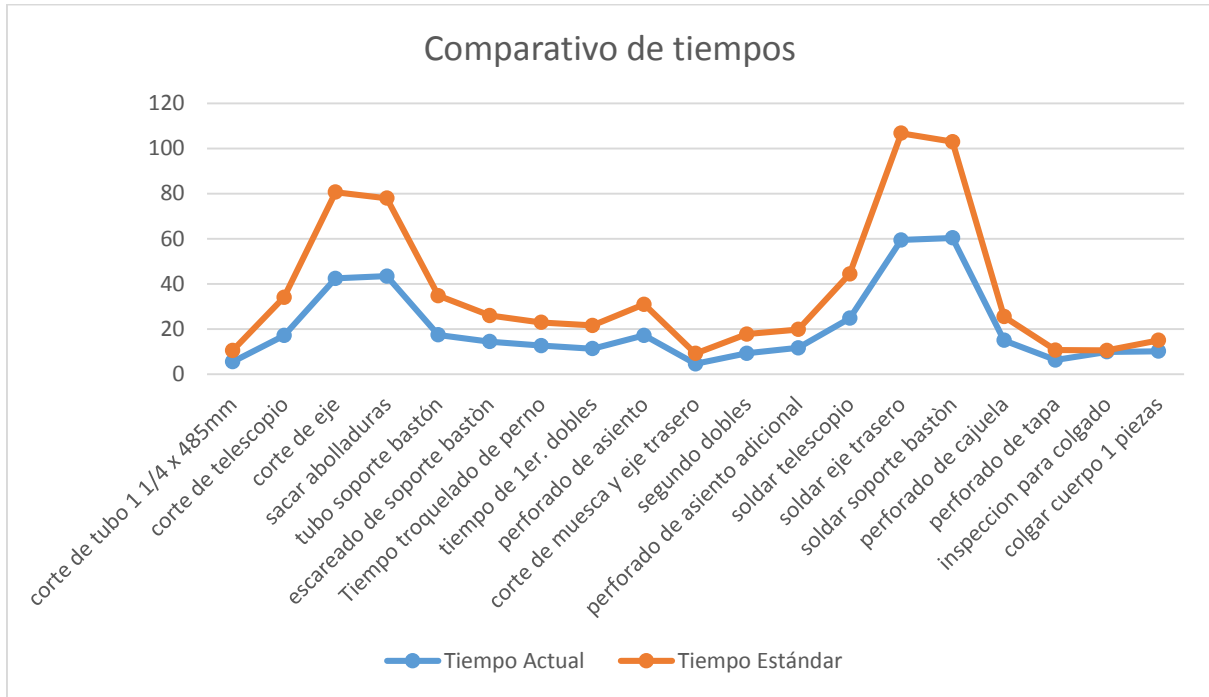


Nota: Grafica generada en Minitab, Inc. Versión 16.2.4

Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

Como se observa, en la mayoría de las gráficas anteriores se pueden identificar muchos puntos por encima del límite de control superior, y en los casos que no están fuera, se observa una atención muy marcada hacia éste, lo que nos indica que los tiempos empleados actualmente para cada operación en general son mayores a lo que se requiere, esto debido en gran medida a que no se reportan las producciones realizada. La grafica 5.18 muestra un comparativo de los tiempos empleados actualmente con los arrojados en el estudio de tiempos, en la que se observa la distancia entre los actuales y los que se deberán tener, para poder conseguir una reducción del tiempo de la operación y por lo tanto una disminución también del lead time de la logística de proceso

Gráfica 5. 18 Comparativo de tiempos



Fuente: Información tomada de empresa caso estudio. Elaboración propia (2018)

En la Tabla 5.1 se presenta un resumen de los resultados que se esperan conseguir con la aplicación de las herramientas propuestas para cada área de producción involucrada en la logística de fabricación de la pieza “cuerpo 942”, así como la situación actual y la actividad que se plantea sea realizada.

Tabla 5. 1 Propuesta y resultados esperados

Proceso	Actividad	Herramienta	Situación Actual	Situación Esperada	Elemento de Resultado
Corte	Estandarizar especificaciones para longitud máxima de abolladuras en tubos	Control de calidad	Se reciben tubos de 6 mts. de long., con abolladuras hasta de 20 cm.	Reducción de desperdicio de tubo en descabezado	Reducir desperdicio

	Sistema de inventarios	JIT	Se tienen materiales con hasta 5 años de antigüedad en racks para material actual	Control de existencia y flujo de materiales	Aumentar el valor
	Acomodo de materiales, según requerimiento planeado	5 S	El material que llega a planta se acomoda en racks disponibles, no de acuerdo a programación	Reducción de riesgo para el trabajador (Menos maniobra de reacomodo)	Aumentar la velocidad de respuesta
	Habilitación de herramental completo de corte para maquina troqueladora 2	TPM	Con las condiciones actual de la maquina se genera abolladura al inicio y fin del corte del tubo, lo que genera retrabajo	Eliminación de reproceso “Saque de abolladuras”  Reducción de lead time	Aumentar el valor Aumenta la velocidad Reducir el desperdicio
	Implementación de formato para reporte de producción por maquina (anexo A)	Trabajo estandarizado	Solo se reporta producción total por día, no por maquina o turno  Las actividades de rerabajo no reportan producción	Control de producción  Medición y control de eficiencia	Aumentar la velocidad Reducir el desperdicio
	Implementación tarjetas Kanban	Kanban	Lo tubos cortados se colocan en contenedores, sin ninguna información	Visualizar y controlar el flujo de materiales	Aumentar la velocidad
Dobles	Implementación de programa de mantenimiento (preventivo y autónomo) a maquinaria y equipo	TPM	Los planes de mantenimiento preventivo no son ejecutados, se recurre al mantenimiento correctivo	Reducción de tiempos de paro por mantenimiento correctivo	Aumentar el valor Reducir la variación Aumentar la velocidad

	Implementación de formatos de tiempo de paro de maquinaria y equipo				Reducir el desperdicio
	Implementación correcta de inspección de calidad	TQM	Se tiene programada la inspección de calidad por parte de los inspectores de 30 piezas cada dos horas y de 10 piezas cada hora por arte del operador, sin embargo no se ejecuta	Reducción de piezas con defecto  Evitar retrabajos	Aumentar el valor Reducir la variación Reducir el desperdicio
	Implementación de tiempos estándares para la producción	Trabajo estandarizado	No se cuenta con tiempos estándares para cada actividad, solo para el área de soldadura, pero la producción real se encuentra muy por debajo del estándar establecido	Eficiencia en los procesos  Reducción de lead time	Aumentar la velocidad
	Implementación de formato de reporte de tiempos de paro (anexo B)	Trabajo estandarizado	No se registran tiempos de paro	Control de producción Medición y control de eficiencia Medición control de eficiencia de maquina	Aumentar la velocidad
	Estudio y mejoramiento de métodos de trabajo	Trabajo estandarizado	Los operadores desperdician mucho tiempo en actividades ajenas al trabajo asignado	Eficiencia en los procesos  Reducción de lead time	Aumentar la velocidad



Soldadura	Implementación de tiempos estándares para la producción	Trabajo estandarizado	Los operadores desperdician mucho tiempo en actividades ajenas al trabajo asignado	Eficiencia en los procesos  Reducción de lead time	Aumentar la velocidad
	Implementación correcta de inspección de calidad	TQM	Se tiene programada la inspección de calidad por parte de los inspectores de 30 piezas cada dos horas y de 10 piezas cada hora por arte del operador, sin embargo no se ejecuta	Reducción de piezas con defecto  Evitar retrabajos	Aumentar el valor Reducir la variación Reducir el desperdicio
Pintura	Implementación de tiempos estándares para producción	Trabajo estandarizado	No se cuenta con tiempos estándares para cada puesto de trabajo	Eficiencia en los procesos  Reducción de lead time	Aumentar la velocidad
Todas las áreas	Mejoramiento de comunicación entre personal de cada área	Kaizen	Los encargados de las áreas no se comunican sobre problemas y/o decisiones que les involucran	Reducción de variabilidad Reducción de lead time Reducción de desperdicio	Aumentar el valor Aumentar la velocidad
	Apego al cumplimiento de MRP	JIT	Se trabaja más acorde al inventario y a la necesidad actual que al MRP	Reducción de lead time	Aumentar el valor Reducir el desperdicio

Fuente: Elaboración propia (2018).

## CAPITULO VI. Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

1.- En el transcurso de esta investigación se observa que la filosofía lean logistics es en general un tema con el cual las empresas no están tan familiarizadas principalmente cuando se trata de la aplicación, se desconoce el valor que esta filosofía agrega a los procesos logísticos en general pero de manera específica para el caso de la logística del proceso que es la parte en la cual se enfoca la propuesta, actualmente se aplican herramientas de la metodología seis sigma y la filosofía lean manufacturing pero con un enfoque a procesos, no de logística, en esta investigación se propone la aplicación de dichas herramientas con el objetivo principal de obtener una reducción del lead time en la logística de proceso, lo que consecuentemente se espera con la correcta aplicación de las mismas, podrá verse reflejado en la eficiencia de los procesos y reducción de desperdicios.

2.- En relación a las preguntas de investigación planteadas se concluye que referente a la apertura que pudieran tener las empresas del giro fabricación de triciclos del Estado de Tlaxcala se observa que no cuentan con ésta, para invertir recursos en su logística de proceso, es importante recalcar que la empresa caso estudio muestra resistencia al cambio, esto debido a que desde los altos mandos exteriorizan mínima apertura para apoyar con datos y más aún con la aplicación de alguna propuesta, pues éste comenta que su empresa no genera desperdicios y trabaja bajo un enfoque de seis sigma, sin embargo al estar en piso a simple vista y respaldado con el estudio realizado se comprueba lo contrario. Aunado a esto, la mayoría del personal tanto de mandos medios como de personal operativo manifiestan cierto celo de su trabajo lo que generó un obstáculo para el desarrollo de la investigación. Por lo tanto, eliminando la resistencia al cambio, se facilita la aplicación de la filosofía lean six sigma logistics y como consecuencia se agrega valor a las empresas.

3.- En la etapa de diagnóstico de la presente investigación se observa que las actividades implicadas en la logística de proceso, presentan áreas de oportunidad sobre todo en la parte de reducción de tiempo de operación, así como el porcentaje de retrabajos y desperdicios situación que coloca a estos como factores críticos que impiden el flujo de los procesos logísticos en la producción de triciclos de juguete de la empresa caso estudio.

4. La investigación desarrollada permite visualizar que si bien con el proceso de fabricación de la pieza "cuerpo 942" actual, se consigue el cumplimiento a los requerimientos del cliente, como todo proceso es susceptible de mejoras que permitirán la reducción del lead time y la disminución de desperdicios, así como el mejoramiento de la calidad de los productos elaborados. Para el área de corte uno de los principales inconvenientes detectados y que se considera son prioritarios es el de estandarizar las especificaciones para longitud máxima de abolladuras en tubos, puesto que al no contar con dicha especificación, se reciben los tubos con diferentes longitudes de abolladuras y por lo tanto en el proceso de descabezado tampoco se tiene un control de la longitud máxima permitida para desperdicio, lo que muchas veces genera que entre el descabezado y el corte final se pueda obtener una pieza más; otra área de oportunidad es la habilitación de herramental completo de corte para la maquina troqueladora 2 pues debido a que actualmente no se cuenta con el herramental completo, en el momento de realizar el corte el eje, se genera automáticamente un retrabajo adicional de saque de abolladura en una estación de trabajo extra, con una persona específicamente dedicada a esta actividad, en cuanto a el área de dobles se considera prioritario el implemento de un programa de mantenimiento (preventivo y autónomo) a maquinaria y equipo, puesto que esto permitirá menor desperdicio de tiempo en mantenimientos correctivos y por ende se reducirán también los productos con defecto; para soldadura en el desarrollo del estudio se observa que la implementación de tiempos estándares para la producción es una de las acciones prioritarias a considerar para minimizar el lead time dentro del proceso. El diagnóstico de la situación actual del proceso sustentado con la medición de los tiempos de fabricación, medición del lead time y tiempo del valor agregado, da oportunidad a las propuestas realizadas para reducir las áreas de oportunidad descubiertas y con esto conseguir mejoras en la eficiencia del proceso, la aplicación de dichas propuestas dependerá de los recursos disponibles por parte de la empresa caso estudio.

5.- Finalmente, la propuesta de implementación del modelo Lean Six Sigma Logistics mostrado en la presente investigación, permite concluir que éste, se puede adecuar a cualquier fase de la logística ya sea de aprovisionamiento, proceso o distribución, si se delimita previamente su alcance, que para este caso es enfocado a la logística de proceso, pretendiendo conseguir el objetivo esperado con la correcta aplicación de las herramientas propuestas en tiempo y forma, ya que la logística de proceso es susceptible de mejoras para la reducción de

desperdicios y acortar el lead time, favoreciendo con esto la eficacia, eficiencia, y por ende la productividad de los procesos de la empresa caso estudio impactando en la utilidad del negocio a través de la reducción de los costos operativos.

### **Recomendaciones**

La implementación del modelo Lean Six Sigma Logistics en su totalidad pudiera representar la mejora de los procesos en la empresa que disponga de los recursos y sobre todo que tenga la apertura para ejecutarlo, ya que como se observa a lo largo de la investigación uno de los principales impactos se verá reflejado en la reducción de costos de la logística de proceso, lo que trae consigo un impacto en la reducción de desperdicios, reducción de la variabilidad, aumento en la velocidad de producción y en general la mejora de los procesos.

Se recomienda la aplicación de los tiempos estándares de fabricación, pues esto permitirá reducción y control de los tiempos de fabricación, lo que afectará entonces positivamente a los desperdicios identificados, ya que como se menciona anteriormente los tiempos actuales están muy alejados de los tiempos estándares que se proponen con la realización del estudio de tiempos desarrollado, por lo tanto con la correcta aplicación de éstos, será probable alcanzar los elementos de resultados : aumento del valor, aumentar la velocidad y reducir los desperdicios, propuestos en el modelo Lean Six Sigma Logistics

Se recomienda la correcta identificación y aplicación de las herramientas que pudieran generar el mayor impacto en la mejora de los procesos logísticos empresariales, identificando previamente las causas que generan los desperdicios más altos.

Identificar claramente las herramientas que permitan una disminución de la variabilidad en los procesos y aplicarlas en tiempo forma para asegurar reducir los costos generados por dicha variación.

### Bibliografía

- Alcántara., A. (09 de Diciembre de 2016). ¿Compraras bici en 2017? Ahora podras deducir una parte su costo. *El Financiero*.
- Àlvarez, S. (2010). Pymes del plástico, aún sin profesionalización. *El Economista*. Obtenido de <http://elempleado.mx/actualidad/pymes-plastico-aun-profesionalizaci%C3%B2n>
- Aranda, D. f. (marzo de 2013). Ingeniería Investigación y tecnología. *Contraste de la distribución Logística Generalizada en 31 registros históricos de eventos máximos anuales*. México, México.
- Ballina, F. (2015). Ventajas competitivas de la flexibilidad numérica en micro, pequeñas y medianas empresas del Distrito Federal. *Revista Problemas del Desarrollo*, 165-188.
- Ballou, R. (2004). *LOGÍSTICA. Administración de la cadena de suministro. Quinta edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Educación.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México : Pearson Educación .
- Barbero, J. A. (2010). *La logística de cargas en América y el Caribe: Una agenda para mejorar su desempeño*. Washington.
- Becerril., I. (30 de Junio de 2015). Se desploma la producción de bicicletas en México. *El financiero*.
- Boeing Commercial Airplane Group, M. D. (1998). *Advanced Quality System Tools*. U.S.A, U.S.A.
- Cano, P. y. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 181-203.
- Castaño, A. (2011). Actitudes de los emprendedores de micro y pequeñas empresas frente a la adquisición de información externa para la toma de decisiones comerciales. *Estudios gerenciales*, 159-153.
- Chase, R. y. (2014). *Administración de operaciones. producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.
- DENUE. (2017). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Diego Soto-de la Vega, J. G.-V.-T. (27 de agosto de 2013). DYNA. *Metodología para la localización de centros de distribución a través de análisis multicriterio y optimización*. Medellín, Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Felizzola, H. y. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 263-277.
- Frias, A. (2016). *ABC de logística*. México: Global Logistics & Consulting.
- Frias, A. (s.f.). *ABC de logística*. México: Global Logistics & consulting.
- Giraldo, L. J. (14 de septiembre de 2011). *Logística. Gestión de compras, almacenes y transporte • GestioPolis*. Obtenido de Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/logistica-gestion-compras-almacenes-transporte/>
- Gob.mx. (2015). Obtenido de Sector Industria Hule y Plastico: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123808/Sector\\_Industria\\_Hule.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123808/Sector_Industria_Hule.pdf)
- Goldsby, M. &. (1965). *Lean*. Florida.
- Gómez, J. M. (2014). *Gestión logística y comercial*. México: Mc Graw Hill Education.
- González, C. (2014). Sistema para la gestión logística empresarial. *Sotavento MBA*, 32-41.
- Group, W. B. (2016). *The World Bank*. Recuperado el 04 de Diciembre de 2016, de INTERNATIONAL LPI GLOBAL RANKING: <http://lpi.worldbank.org/international/global?sort=asc&order=Logistics%20competence#datatable>
- Hernández y Vizán. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, M. D. (2013). El rol de los 4 PL's (Fourth Party Logistics) en las actividades logísticas de las empresas ubicadas en la región Centro - Golfo de México. *Nova Scientia*, 198-227.
- Herrera, R. y. (2011). *Seis Sigma Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones*. México.
- INEGI. (2009). Recuperado el diciembre de 2016, de Micro, pequeña, mediana y gran empresa. Estratificación de los establecimientos: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/pdf/Mono\\_Micro\\_peque\\_mediana.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/pdf/Mono_Micro_peque_mediana.pdf)
- INEGI. (2010). Directorio Estadístico de Unidades Económicas. *Directorio Estadístico de Unidades Económicas*. México, México.

- INEGI. (2014). Obtenido de Censos Económicos 2014:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/CE\\_2014/702825089177.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/CE_2014/702825089177.pdf)
- INEGI. (2014). Obtenido de Censos Económicos 2014. SINIEG. Información de Interés Nacional:  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825077952.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825077952.pdf)
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora e la Calidad*. Montevideo, Uruguay: UNIT org.
- Jahnukainen, J. y. (1999). Efficient purchasing in Make-to-order supply chains. *International journal of production economics*, 59, 103-111.
- Jones, D. H. (1997). Lean logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3-4), 153-173.
- Juanes, B. (2010). Lean Logistics. *Latam de everis Business Consulting*.
- Long, D. (2008). *Logística Internacional*. México: Limusa.
- López, M. (2016). Tendencias en logística ante el mercado omnicanal. *Revista digital B2B. Logística*, 36-39.
- Mantilla, O. S. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos. *Estudios gerenciales*, 23-43.
- Martínez, A. G. (octubre de 2015). Tesis de maestría no publicada. *Aplicación de la metodología de logística esbelta para la reducción del tiempo total del proceso en la empresa cao estudio*. Apizaco, Apizaco, México.
- Meier, L. &. (2006). *The Toyota way fieldbook*. Mc Graw-Hill Education.
- Montgomery D., C. (2004). *Control Estadístico de la Calidad* (Tercera Edición ed.). Limusa.
- Pablo Lara Navarra, J. Á. (2 de octubre de 2014). La gestión del conocimiento: retos y soluciones de los profesionales de la información. *Outsourcing Documental: Organización del futuro*. España, España: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (Spain).
- Pankaj Ghemawat, K. A. (30 de enero de 2004). Harvard/Business School. *Wal-Mart Stores in 2003*. Estados Unidos, EUA.
- Pavnasar, S. G. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal or Production Research*, 41.
- Pérez, F. C. (2007). Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios grandes resultados. *Lean Manufacturing and Continuous Improvement*, 1281-1289.
- Pezzano P., A. (1988). *II Tecnología mecánica. Máquinas herramientas*. Alsina.
- PRO MÉXICO Inversión y Comercio. (2014). Recuperado el diciembre de 2016, de Negocios Internacionales: <http://www.promexico.gob.mx/negocios-internacionales/pymes-eslabon-fundamental-para-el-crecimiento-en-mexico.html>
- Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Contaduría y Administración*, 51-69.
- Rincón, Y. (2014). Comunicación Corporativa, Relaciones Públicas y Logística en la Dinámica Organizacional. *Encuentros*, 47-59.
- Romero, F. M. (2015). Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia. *Suma de negocios*, 29-41.
- Secretaría de Economía, S. d. (2012). *Agenda de competitividad en Logística 2008-2012*.
- Segoviano, J. (s.f.).
- SETYDE. (Agosto de 2016). Recuperado el 2016, de Directorio Industrial del Estado de Tlaxcala: <file:///C:/Users/TOSHIBA/Documents/MAESTRIA/seminario/directorio082016.pdf>
- Seuring, S. y. (2002). Cost management in supply chains. *New york: Physica-Verlag*.
- Stubbs, E. A. (24 de abr de 2004). Indicadores de desempeño: naturaleza, utilidad y construcción. *Indicadores de desempeño: naturaleza, utilidad y construcción*. Brasília.
- Thomas Goldsby, R. M. (2005). *Lean Six Sigma Logística*. Estados Unidos: J. Ross Publishing.
- Womack, J. P. (2003). *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation*. New York.
- Yang, D. X. (2009). Pricing, service level and lot size decisions of a supply chain with risk-averse retailers: implications to practitioners. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 20, 320-223.

Zapata, J. M. (2011). Lean Logistics ¿Moda o necesidad? *Mercatec. revista de administraciòn, Economìa, Prospectiva, Educaciòn y afines*, 117-120.

ANEXOS

Anexo A

FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS																						
																			Área: Corte			
Estudio Código:	Código del producto:	Nombre del producto:					Elaborado por:					Fecha:	Núm de página	Cliente:								
1	932	Cuerpo 932					I.I. María Tomasa Juárez Tepepa					sep-17	1	Elektra/Famsa								
No. Actividad	Descripción detallada del elemento	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	F	n	Tiempo observado	Tiempo básico	
1	corte de tubo 1 1/4 x 485mm	0.9	6.07	4.65	8.75	5.25	5.38	5.25	5.78	5.6	5.42	5.94	5.4	5.35	5.56	4.98	5.58			53	5.55	4.99
			5.78	5.72	5.5	5.4	5.44	5.59	4.48	5.56	5.16	5.35	5.63	5.69	5.58	5.33	6.03					
			5	5.18	5.63	5.08	6.62	5.72	4.97	5.5	5.9	5.78	5.72	6.06	4.16	5.5	6.15					
			4.85	5.78	5.66	5.75	5.94	5.75	5.22	4.97												
2	corte de telescopio	1	24.2	17.1	13.8	21.1	16.1	17.1	16.6	16.8	15.3	15.3	19	14.5	16.4	14.9	43.5			45	16.96	16.96
			15.1	20.9	16.4	15.8	15.4	15.9	18.6	16.6	15.8	16.2	14.1	16.4	22	14.9	19.1					
			12.7	14.2	14.4	16.8	14.6	16.7	14.7	14.1	17	15.3	17	14.3	15.1	15.1	16.9					
3	corte de eje	0.9	30.3	31.4	38.4	45.1	41.5	35.4	46	55.4	45	34.6	45	43.5	41.7	45.7	55.4			54	42.44	38.19
			46.2	36.8	42	45.6	41	39.6	55.4	34.9	39.1	47.3	53.7	55.6	38.8	36	45.8					
			30.3	36.9	41.9	35.3	55.8	34.2	38.4	45.7	46.2	30.3	41.7	45.6	37.4	43.5	31.4					
			45.6	46	41.6	56.9	48.2	38.7	38.4	45	45											
4	sacar abolladuras	0.8	30.3	31.4	38.4	45.1	41.5	35.4	46	55.4	45	43.6	45	43.5	41.7	45.7	55.4			49	43.19	34.56
			46.2	36.8	42	45.6	41	39.6	33.4	43.9	55.3	45.1	45.1	30.3	38.3	39.1	45.3					
			55.9	55.2	46	41.6	38.4	46	45.8	30	45.3	45.8	45.8	38.7	43.6	45.5	39.5					
5	tubo soporte bastón	1	14.7	16.9	15.8	16.3	20.3	16.5	24.3	23.9	15.7	19.4	24.7	13.5	16.4	14.9	14.7			51	17.40	17.40
			23.7	30.4	15.4	14.6	17	15.4	19	15.9	21.5	18	15.9	15.9	15.4	18.9	16.6					
			15.8	16.2	22.9	14.7	19.1	13.6	14.7	14.7	16.4	14.4	17.5	15.5	17.5	14.6	17.5					
			16.3	25.7	15.5	13.6	14.1	15.8														
6	escareado de soporte bastón	0.8	12.3	18.7	15.1	11	12.7	13.2	19.8	12.2	12.5	13.5	13.5	18.6	19.4	29.1	21.2			62	14.41	11.53
			12.1	17.4	17.9	12.4	14.7	18.3	13	18.6	10.6	11.1	16.4	16	14.5	11.5	20.3					
			13.3	11.4	9.72	9.49	10.8	13.7	12.5	12.7	18	18.5	13.8	13.4	9.7	11.1	11.3					
			12.4	12	17.8	12.2	13.6	13.6	10.9	9.3	9.43	11.5	13.8	29.6	11.4	14.9	16.3					
			16.9	11.4																		
7	Tiempo troquelado de perno	0.8	11.1	8.43	13.5	8.29	13.2	11.8	11	12.3	15.2	8.79	13.3	12.7	9.51	12.3	8.09			60	12.79	10.23
			7.87	7.57	11.5	13.6	27.3	9.22	14	12	10.6	10.2	7.94	15.8	10.8	21.9	11.5					
			10	13.6	7.84	17.6	10.7	18.3	10.7	17.4	9.56	20.6	8.57	11.1	29.3	10.9	11.3					
			19.9	10.7	14.1	13.7	10.2	15.7	10.5	21.5	11.4	10.8	13.5	7.5	17.4	10.4	11.3					



Anexo B

FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS																					
Estudio Código:	Código del producto:	Nombre del producto:	Elaborado por:										Fecha:	Num. de pagina:	Cliente:	Área:					
1	932	Cuerpo 932	I.I. María Tomasa Juárez Tepepa										sep-17	1	Elektra/Famsa	Dobles					
No. Actividad	Descripción detallada del elemento	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	F	n	Tiempo observado	Tiempo básico
1	tiempo de 1er. dobles	0.9	11.8	9.95	18.2	9.22	11.5	10.9	9.96	14	10.8	12.3	10.8	11.3	10.5	10.4	10.2	1	69	11.42	10.27
			11.9	11.3	11	10.7	10.6	10.6	10.5	11	10	10.6	10.6	10.3	11.4	10.2	9.25				
			10.6	12.5	9.94	10.9	11.2	11.6	12	11.7	27.8	4.22	11.5	10.8	11.8	11.5	11.2				
			11.8	11.6	12	11.6	11.3	14.5	10.3	11.3	10.9	11.8	13.8	11.6	11.3	11.2	11.9				
			10.8	11.9	11.4	10.5	10.5	10.2	12	11.4	11										
2	perforado de asiento	0.8	18.1	12.6	10.2	10	11	9.03	11.7	16.3	15.3	12.4	10.6	24.4	11.3	12.2	22.9	1	80	17.15	13.72
			22.3	10.1	23	37.3	9.97	12.4	11.4	23.7	14.5	10.4	14.5	15.8	15.6	15.9	25.8				
			93.8	14.9	13.6	17.5	14	12.4	15.5	36.4	14.8	20	13.5	12.7	13.7	13.4	14.9				
			17.7	14.5	15.9	13.7	10.3	11	9.03	11.4	16.4	15.3	12.9	10.4	24.5	11.8	12.4				
			22.1	22.4	10.2	22.6	37.5	9.95	12.4	11.4	11.4	23.9	14.3	10.3	14.5	15.3	15.9				
15.3	25.5	50.5	14.3	13.5																	
3	corte de muesca y eje trasero	1	4.74	7.72	5.06	4.43	5.87	4.63	5.16	5.44	4.22	4.4	5.18	4.16	4.75	4.41	3.79	1	58	4.58	4.58
			4.59	4.47	4.54	4.53	5.1	4.53	4.37	3.97	4.56	3.69	4.13	4.63	4.59	4.34	5.06				
			3.88	4.66	4.85	4.5	4.68	4.44	4.09	4.41	4.5	4.34	4.9	3.54	4.14	4.58	4.43				
			4.05	5.61	4.34	4.65	5.6	4.54	4.98	3.56	4.23	3.67	4.8	4.13	4.56						
4	segundo dobles	0.9	8.89	9.66	6.97	7.87	12.9	11.1	9.87	8.87	8.56	7.09	7.87	13	9.9	7.98	7.89	1	56	9.43	8.49
			7.04	8.98	7.98	12.9	10.9	9.76	8.98	10.9	8.08	7.12	14	10	7.9	10	8.56				
			9.07	11.5	8.03	8.67	7.98	13	12.8	7.3	7.54	7.8	7.54	9.67	7.98	11.1	8.9				
			9.34	10.8	8.76	7.92	9.21	11.5	8.04	8.66	7.98	13	12.8								
5	perforado de asiento adicional	0.7	13.7	12.5	9.37	8.92	10.8	14.1	14.9	12.8	11.6	12.5	9.93	11.3	9.98	10.3	12.8	1	38	11.62	8.13
			9.37	12.9	10.4	8.98	9.38	12.1	14.4	13.3	10.3	12.2	9.83	9.43	14.8	11.5	12.9				
			10.1	12.9	14.8	8.89	11.3	11.5	10.3	14.6											







