



**BUAP**

# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE LA MEJORA CONTÍNUA PARA LA REDUCCIÓN DE  
TIEMPO DE OPERACIÓN EN UN CAMBIO DE HERRAMENTAL

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTA:

**HÉCTOR MARCELO GONZÁLEZ CRUZ**

ASESOR:

**NANCY ROXANA RUIZ CHAVEZ**

**PUEBLA PUE.**

**MARZO 2016**

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>Capítulo I. Marco teórico</b> .....	6
1.1 Orígenes Lean Manufacturing .....	6
1.2 Taylorismo.....	7
1.3 Fordismo .....	9
1.4 Toyotismo.....	10
1.5 Antecedentes de la manufactura.....	13
1.6 Definición Lean Manufacturing .....	14
1.7 Estadísticas promedio de Empresas Lean .....	15
1.8 ¿Por qué Lean Manufacturing? .....	16
1.9 Los 5 pasos para el desarrollo de Lean Manufacturing .....	17
1.10 Casa Lean Manufacturing .....	18
1.11 Sistema Justo a Tiempo JIT .....	19
<b>Capitulo II. Marco contextual</b> .....	20
2.1 Historia de la empresa.....	20
2.2 Cronología Fischer Group .....	21
2.3 Éxito Fischer Group.....	22
2.4 Competencia de líder del mercado.....	22
2.5 Servicio y logística.....	22
2.6 Procedimientos propios para formas cada vez más complejas.....	22
2.7 Prototipos y soluciones individuales.....	23
2.8 Responsabilidad y orientación al cliente .....	23
2.9 Proveedor completo .....	23
2.10 Peculiaridades de fischer .....	24
2.11 Prestaciones concretas para crear valor .....	25
2.12 Los cinco segmentos de la empresa fischer.....	26
2.13 Problemática de los cambios de modelo .....	27
2.14 Situación actual del problema .....	28
2.15 Análisis 5 porqués .....	29
2.16 Objetivo General .....	30

2.17	Objetivos específicos .....	31
2.18	Justificación.....	33
2.18.1	Beneficios reducción de tiempo del cambio de herramental .....	33
2.19	Pronósticos de cambio de herramental (datos del proyecto).....	34
2.20	Datos encontrados .....	36
	<b>Capítulo III. Implementación de propuestas .....</b>	<b>37</b>
3.1	Análisis Tiempos-Operaciones.....	37
3.2	Resultados de la situación actual del proceso de cambio de herramental .....	38
3.3	Estudio de tiempo-operaciones de cambio de herramental antes de implementación de mejoras.....	39
3.4	Ideas y mejoras a implementar .....	43
3.5	Estudio de tiempo-operaciones de cambio de herramental después de implementación de mejoras.....	44
	<b>Capítulo IV. Resultados y experiencias .....</b>	<b>47</b>
4.1	Resultados y beneficios encontrados en el cambio de herramental después de la implementación .....	47
4.2	Comparativa de resultados (Antes y después de la implementación) .....	48
4.3	Proyección de ahorro piezas procesadas a 1 año.....	49
4.4	Evidencias antes de la implementación.....	50
4.5	Evidencias de las mejoras.....	52
4.6	Mejora aplicada al montaje y desmontaje de herramental .....	53
4.7	Análisis general del proyecto.....	55
4.8	Conclusión General.....	56
	Bibliografía .....	58

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Casa lean manufacturing (Lean Solutions, 2011-2015) .....	18
Ilustración 2. Logo de la empresa .....	20
Ilustración 3. Montaje de herramental con grúa .....	50
Ilustración 4. Montaje de herramental con grúa .....	50
Ilustración 5. Montaje de herramental con grúa .....	51
Ilustración 6. Montaje de herramental con grúa .....	51
Ilustración 7. Barras deslizadoras .....	52
Ilustración 8. Mesa Elevadora .....	52
Ilustración 9. Colocación nueva de herramental.....	53
Ilustración 10. Colocación nueva de herramental.....	53
Ilustración 11. Colocación nueva de herramental.....	54

## Índice de tablas

Tabla 1. Origen del sistema de producción de Toyota .....	13
Tabla 2. Cinco pasos para implementar lean manufacturing .....	17
Tabla 3. Cronología Fischer Group .....	21
Tabla 4. Análisis 5 porqués .....	29
Tabla 5. Cambios de Herramental del mes de Enero 2016.....	35
Tabla 6. Estudio tiempo-operaciones antes de mejoras.....	42
Tabla 7. Estudio tiempo-operaciones después de mejoras.....	46
Tabla 8. Comparativa de resultados.....	48
Tabla 9. Piezas por hora de números de parte .....	49
Tabla 10. Pronostico de piezas procesadas a 1 año.....	49

## **Introducción**

El presente trabajo hace relevancia a la manufactura esbelta (lean Manufacturing) presentando una investigación la cual fue tomada desde el punto de vista de diferentes autores acerca de las herramientas que conforman esta cultura que tiene como origen en la compañía Toyota Motors.

Por otro lado el proyecto expone una mejora al proceso de un cambio de herramental el cual fue realizado en las instalaciones de la empresa Fischer Tubtech en la ciudad de Puebla. Para la realización de dicho proyecto fue necesario conocer la variedad de herramientas que componen la manufactura esbelta, conocer sus orígenes y sus aplicaciones.

Tomando en cuenta la información y aplicación de esta filosofía, así como el conocimiento, es como se llevan a cabo las implementaciones correspondientes para la optimización del cambio de herramental con la finalidad de disminuir el tiempo de cambio de modelo.

## Capítulo I. Marco teórico

### 1.1 Orígenes Lean Manufacturing

La producción ajustada surge a través de la producción en masa. Es una evolución de un conjunto de filosofías que va surgiendo con el paso del tiempo debido a las limitantes y exigencias que se presentaban en los sectores de producción de aquellos tiempos.

*El Taylorismo, el Fordismo y el Toyotismo* son filosofías dentro del sector productivo las cuales dan origen a la manufactura esbelta ,revolucionaron la forma de trabajo, cada filosofía fue exitosa en su momento debido a que dieron aportaciones y conocimientos muy importantes que fueron aplicables por diferentes compañías durante el siglo XX.

A principios del siglo XX el *Taylorismo* y el *Fordismo* cobraban fuerza en el sector productivo a través de la producción en masa dentro de la industria automotriz.

La industria automotriz jugó un rol muy importante para la evolución del sector productivo de aquellos tiempos, es ahí donde se crea y se desarrolla la producción en masa la cual comienza a posicionarse en gran parte de las compañías como una forma de trabajo muy rentable.

Sin embargo, la producción en masa dejó de ser rentable ya que representaba poca flexibilidad para un entorno donde las exigencias eran cada día más. El producir en grandes cantidades un solo producto repercutía en pocos modelos u opciones para el mercado, esta fue una de las principales razones por la que esta filosofía perdió popularidad y fuerza en la industria.

También es sabido que el sector productivo implica todo un sistema en el cual existen tecnologías así como los mercados los cuales impactan en la economía mundial, es por eso que la flexibilidad es muy importante para poder ser competitivos por lo que producir en masa debilita la supervivencia de las compañías.

## 1.2 Taylorismo

Frederick W. Taylor (1856-1915) es considerado como el padre de la gestión científica de trabajo debido a sus grandes aportaciones al área productiva. Analizo la forma de planear el trabajo. Estableció que el trabajo se debe planificar a partir de personas que piensan como se debe realizar la operación y otras personas se encargarían de ejecutar la operación siguiendo las reglas y los procedimientos diseñados por las primeras personas que “piensan”.

La producción en masa es también conocida como Fordismo. Esta filosofía tiene sus inicios en la llamada revolución Taylorista representada y desarrollada por Frederick Taylor durante el inicio del siglo XX, dicho personaje fue el primero en usar un cronometro para calcular las operaciones de trabajo. La estandarización de operaciones es una de las partes más importantes de esta filosofía en la cual se implementa la forma de trabajo, se modifican los métodos y el reducir los tiempos durante los procesos se vuelve clave.

Con la implementación del Taylorismo las compañías obtienen excelentes ganancias de productividad y las operaciones se vuelven mucho más eficaces ya que se impone un control de trabajo muy estricto y se obliga a los obreros a seguir los procedimientos de trabajo. También las jornadas laborales ya estaban definidas gracias a la toma de tiempos.

El beneficio más importante del Taylorismo fue cambiar la forma de trabajo de los obreros dado que gracias a esta filosofía los trabajadores ya no imponían sus prácticas de cómo trabajar, ahora ellos tenían que seguir las instrucciones de cómo hacer el trabajo y respetar los tiempos de producción.

Sin embargo la filosofía del Taylorismo encaminaba a las compañías a cumplir sus propios objetivos sin darse cuenta que debía buscar optimizar el conjunto de la producción por lo que los lotes y stocks incrementan y el tiempo de proceso de la producción se extiende.

Fue en Estados Unidos durante 1929 donde surgió una crisis de sobreproducción que se detecta en un subconsumo de masas. Debido a este gran problema era necesario realizar ajustes lo cual permitió el ingreso del Fordismo como nueva filosofía de trabajo ya que dicha filosofía permitía tener un mercado para la producción acumulada.

### **1.3 Fordismo**

Fue en 1903 cuando Henry Ford fundo una de las compañías automotrices más importantes de aquella época como lo es Ford Motor Company la cual trabajaba bajo el sistema de producción en masa siendo el Modelo T el prototipo más popular de la compañía en aquellas épocas.

La forma en cómo se llevaba el control de trabajo a través de la filosofía del Fordismo era en función del movimiento de las maquinas esto indicaba el tiempo y la operación que era necesaria para la realización del proceso. El Fordismo se dio beneficio de los métodos usados por el Taylorismo de tal manera que fueron aplicados a su sistema de trabajo consiguiendo así, un proceso eficaz y eficiente.

Como resultado de esta práctica, el trabajo disminuye al realizar el análisis de las operaciones, la producción en serie se convierte en regla y esto conlleva a una mayor producción así como un incremento positivo en la productividad lo cual beneficia de forma evidente el sistema operativo.

Al término de la Segunda Guerra Mundial existió un crecimiento de las compañías que operaban bajo el sistema de operación en masa las cuales se expandieron significativamente. Sin embargo al paso del tiempo durante los años 60 este sistema comenzó a perder estabilidad.

El Fordismo comenzó a decaer ya que la productividad empezó a disminuir. También se presentaron otros hechos como el crecimiento del capital fijo lo cual afecto la rentabilidad de las compañías así como las nuevas exigencias de la sociedad, se necesitaba innovar el sistema operativo para enfrentar los nuevos cambios que comenzaban a surgir. Es entonces es cuando surge el Toyotismo.

## 1.4 Toyotismo

Durante 1950 en Japón, surgiría una nueva filosofía que revolucionaría el sector productivo y dejaría atrás el modelo de producción en masa (Fordismo). Dicha filosofía es llamada TPS (Sistema de Producción de Toyota) fundado principalmente por tres personas (Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, Eiji Toyoda) pertenecientes a la misma familia Toyoda y una cuarta persona que es el ingeniero Taiichi Ohno los cuales son los responsables del desarrollo de este gran sistema de producción.

Por su parte Sakichi Toyoda (1867-1930) realizó un viaje a Estados Unidos con la finalidad de visitar los centros textiles de dicho país, sin embargo, surgió su gran interés por la industria automotriz que estaba en auge en ese periodo, fue tanto su interés que comenzó a ver la posibilidad de comenzar con la industria automotriz en Japón.

También fue creador de un telar automático el cual llamo "modelo G" al que posteriormente le encargo a su hijo Kiichiro Toyoda (1894-1952) la venta de la patente de este interesante mecanismo. Gracias a la automatización de este telar es como nace un pilar importante dentro del Sistema de Producción de Toyota llamado *Jidoka*.

Alrededor de 1929 fue Kiichiro Toyoda quien realizara un viaje por los Estados Unidos y también por el continente Europeo con el objetivo de vender la patente del Modelo G creado por su señor padre así como estudiar y analizar la industria automotriz. Fueron 1 millón de yenes los que pago la compañía Platt Brothers por los derechos de la patente de Sakichi Toyoda.

Con el millón de yenes Sakichi ordeno a su hijo Kiichiro invertir el dinero en la investigación para la posibilidad de fabricar autos con la meta principal de competir con las marcas de GM y Ford que llegaron a instalarse 5 años antes a Japón.

Fue hasta 1935 cuando Kiichiro conseguiría producir un diseño de automóvil, el A1 así como un modelo de camión el cual sería el G1. Fue así que en 1937 se fundaría Toyota Motor Company. Es a Kiichiro quien se le atribuye el concepto Just in time el cual es considerado el primer pilar dentro del Sistema de Producción de Toyota. Just in time

indica la eliminación del despilfarro por lo que solo se tiene que producir lo que se necesita, cuando se necesite y las cantidades que se necesiten.

Como efecto de la Segunda Guerra Mundial en el año de 1950, los créditos se restringieron y las ventas disminuyeron significativamente lo cual ocasionó una gran crisis financiera en Toyota Motor Company ocasionando el despido de 1600 empleados. Como consecuencia de este problema Kiichiro dejó la presidencia de Toyota Motor Company y la dirección aseguró que jamás volvería a ocurrir un problema de tal magnitud. Este suceso daría inicio a un nuevo comienzo de esta filosofía japonesa.

Posteriormente a la crisis, fue Eiji Toyoda sobrino de Sakichi quien viajó a las plantas de montaje y producción de componentes de la marca Ford Motor Company en la ciudad de Detroit en los Estados Unidos. Es ahí donde observa los métodos usados para la realización de la producción en masa. En aquel entonces Ford fabricaba cerca de 9000 unidades al día lo cual era mucha diferencia a comparación con Toyota que fabricaba 40 unidades diarias.

Eiji Toyoda llegó a la conclusión que los procesos y métodos utilizados para la producción en masa no eran los indicados para poderse aplicar en el mercado japonés debido a que con ese sistema no podían cubrir las necesidades del cliente.

Fue entonces que Eiji Toyoda se puso a la tarea de encontrar otras opciones diferentes al método de producción en masa sin perder la esencia de las ideas aportadas por Sakichi y Kiichiro basadas en el Sistema de Producción de Toyota.

En 1962 Eiji Toyoda fue nombrado vicepresidente ejecutivo, pero fue hasta 1967 cuando se hizo cargo de la presidencia de Toyota Motor Company. Cuando se retiró de la presidencia en 1982 la compañía ya era la tercera marca automotriz en la producción de automóviles siendo GM y Ford los que ocupaban los 2 puestos principales.

Por otra parte cabe mencionar a Taiichi Ohno (1912-1990) quien fuera un gran ingeniero mecánico, sus conocimientos fueron parte fundamental para el desarrollo del Sistema de producción de Toyota. En el año de 1975 tuvo el cargo de vicepresidente ejecutivo. Taiichi Ohno y Eiji Toyoda trabajaron en conjunto para lograr desarrollar un nuevo sistema de producción con el que Toyota Motor Company se consolidaría como una empresa modelo en la industria automotriz.

El libro que se publicara en 1978 titulado Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production que fuera escrito por Taiichi Ohno hace mención acerca del Sistema de Producción de Toyota donde señala que este sistema es “la mejora de la eficiencia de la producción mediante la eliminación constante del despilfarro”. Sin embargo al inicio de la implementación Toyota únicamente se centró a eliminar el despilfarro dentro de sus procesos de producción. Después de obtener excelentes resultados el sistema TPS fue aplicable a todas las áreas de la organización.

## 1.5 Antecedentes de la manufactura

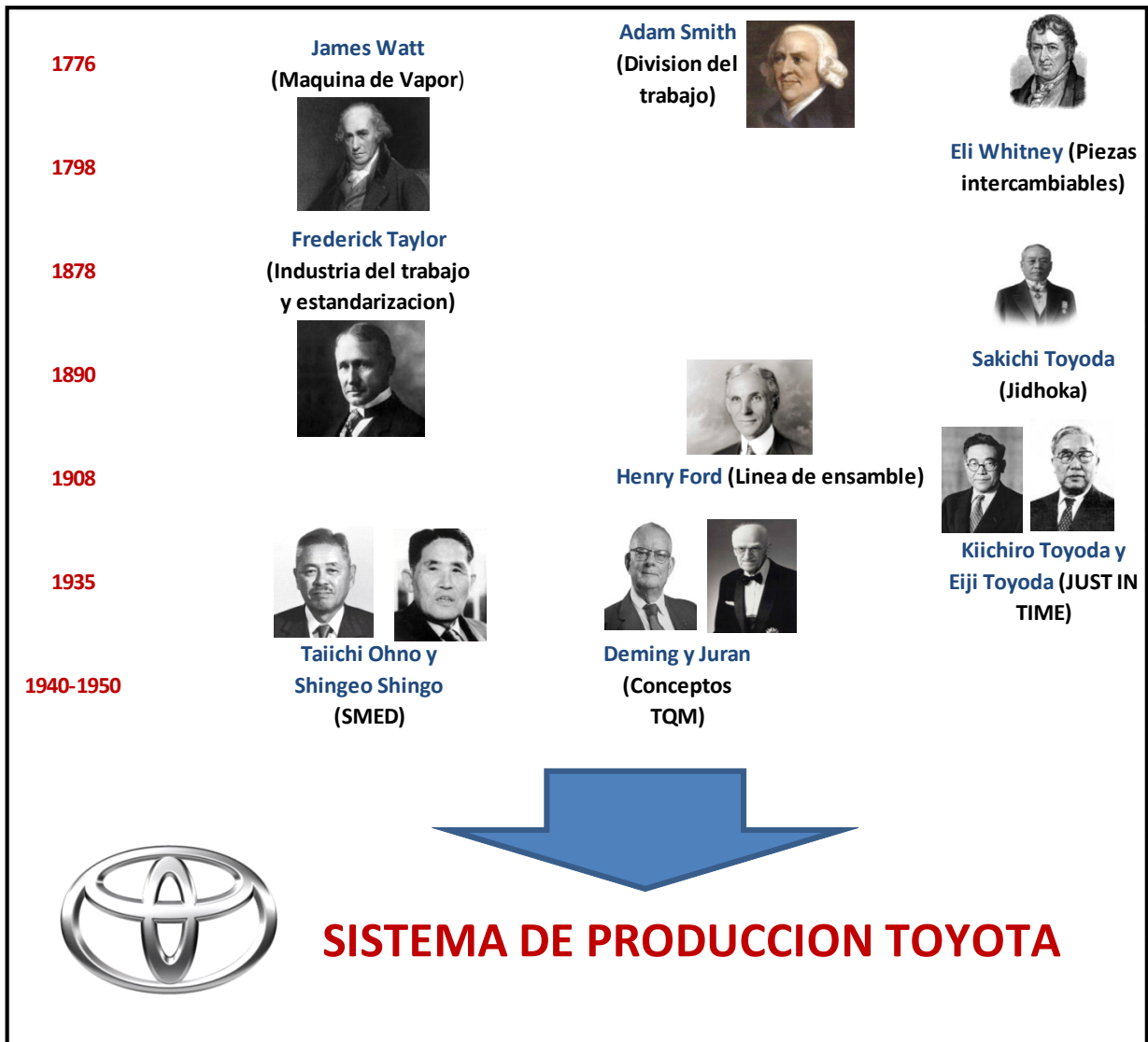


Tabla 1. Origen del sistema de producción de Toyota

## 1.6 Definición Lean Manufacturing

Lean Manufacturing tiene diversas definiciones que se han plasmado a través del tiempo y al paso de su evolución. Después de leer acerca de esta filosofía defino a Lean Manufacturing como un sistema el cual permite eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor a todos los procesos así como a los productos de una organización o empresa, creando una cultura encaminada a la mejora continua con la finalidad de crear una cadena de valor entre el productor y el cliente

A continuación presento algunas definiciones haciendo referencia a Lean Manufacturing:

1.- Lean Manufacturing es “una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio”. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos.

2.- Lean Manufacturing (en castellano “producción ajustada”) es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. (Rajadell & Sanchez, 2010)

3.- El Lean Manufacturing es un nuevo modelo de organización y gestión del sistema de fabricación – personas, materiales, maquinas y métodos- que persiguen mejorar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación constante del despilfarro. (Neto, 2013)

## 1.7 Estadísticas promedio de Empresas Lean

**Productividad:** Aumento del 15% al 35% anuales

**Tiempo de Respuesta:** Reducción de más del 75%

**Defectos:** Reducción de más del 20% anual

**Inventarios:** Reducción de más del 75%

**Uso del espacio:** Reducción del 25% al 50%

(Hernández & González, 2014)

En base a estas estadísticas nos podemos dar cuenta que la filosofía Lean es un sistema muy rentable el cual permite mejorar la situación de una compañía tanto a corto como a largo plazo.

Cabe mencionar que son un conjunto de herramientas las que ayudan a dar soporte al sistema Lean para poder ser aplicadas dentro de los procesos de las empresas. La consecuencia de tener una buena planificación para la implementación de dichas herramientas es sin duda la obtención de excelentes números de efectividad en las diversas áreas de una compañía.

“Lean Manufacturing no es algo que se hace, no es una herramienta que se aplica, no es un software ni una pantalla de cálculo ¡No!, Lean Manufacturing es algo que se piensa, es una revolución en la forma de pensar, planificar y llevar a cabo distintas actividades para mejorar tu vida y la de tu empresa” (Hernández & González, 2014)

## 1.8 ¿Por qué Lean Manufacturing?

En el año de 1991 se hizo la publicación de *The Machine that Changed the World* creación de James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos. Es en este ejemplar donde llamaron Lean Manufacturing al desarrollo de ideas y técnicas que la marca Toyota analizo y creo durante décadas con la meta primordial de eliminar los desperdicios los cuales existen dentro de los procesos de producción.

Es un hecho que el sistema de producción Toyota influye extensamente en los procesos de producción de la actualidad y es sin duda algún el soporte de la “producción esbelta”.

En la actualidad demasiadas compañías tratan de implementar a sus procesos la manufactura esbelta. Sin embargo, hay una cosa que los gerentes o los jefes de planta olvidan, me refiero a involucrarse y dar seguimiento a la implementación. A consecuencia de la falta de interés por los “líderes” hace que los empleados se desanimen y pierdan el interés por los proyectos para mejorar la organización. Si hay un obstáculo que es difícil de superar para poder arrancar con una implementación Lean es la gente, es por esto que el trabajo en equipo es indispensable para esta actividad.

Implementar Lean Manufacturing implica realizar muchos cambios, no me refiero solo a los cambios que ocurren en el área operativa si no a los cambios como personas. La forma de pensar es algo muy importante y elemental de este sistema. Tener un “Pensamiento Lean” hace promover el cambio a romper paradigmas.

## 1.9 Los 5 pasos para el desarrollo de Lean Manufacturing

Después del gran análisis a través de los años que hicieron los desarrolladores de Lean Manufacturing definieron que dicho sistema consta de 5 pasos para su implementación, mismos que a continuación se presentan:



Tabla 2. Cinco pasos para implementar lean manufacturing

**Valor:** Concretar qué es lo que agrega valor para los clientes

**Mapa de Valor:** Analizar y diseñar un mapa de procesos

**Flujo:** Establecer un flujo continuo

**Jalar:** Que el cliente jale lo que necesita

**Perfección:** Trabajar para la excelencia y conseguir a perfección

## 1.10 Casa Lean Manufacturing

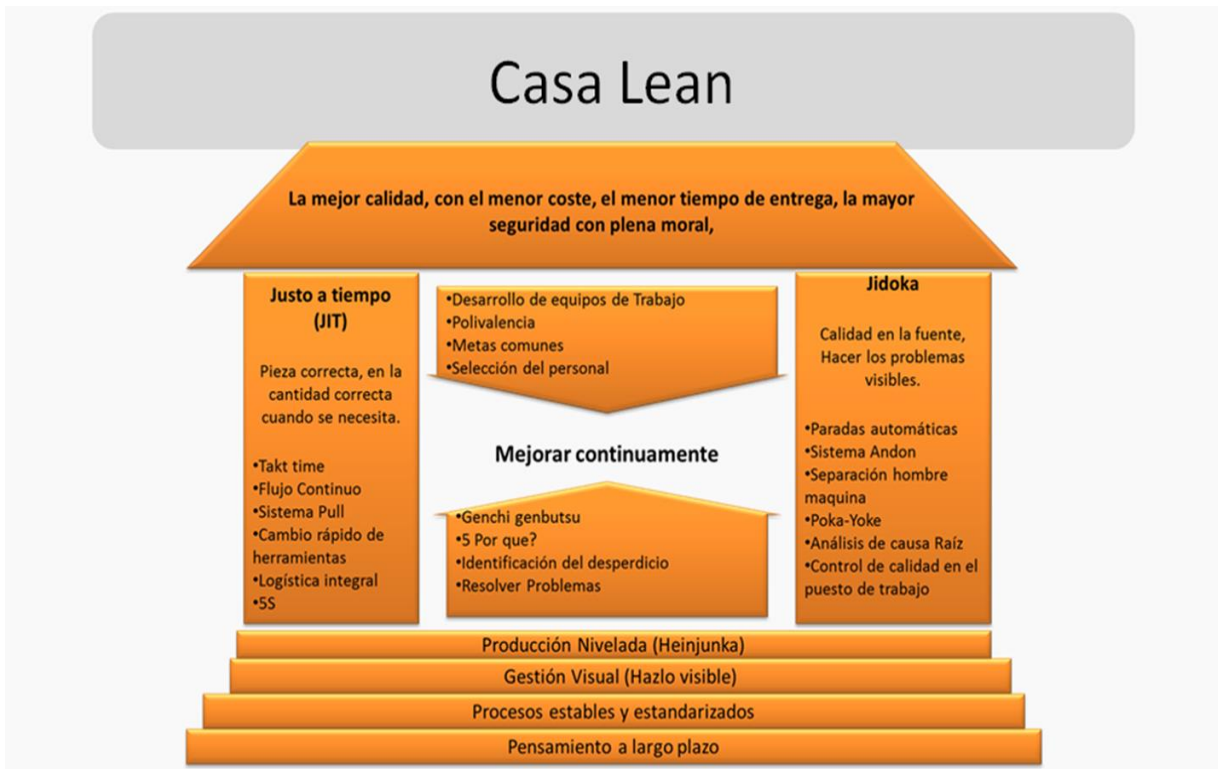


Ilustración 1. Casa lean manufacturing (Lean Solutions, 2011-2015)

**Techo:** esta parte de la casa nos indica brindar la mejor calidad, con el menor costo posible, que nuestras entregas sean seguras, en tiempo y forma, brindando moral.

**Pilares:**

- Just In Time es fabricar los productos que se necesitan, en los volúmenes que se necesitan, en el momento que sean requeridos.
- Jidoka es poner mucha atención en los defectos, jamás debe pasar un defecto o falla de una estación u operación a otra.

**Cimientos:** esta parte de la casa hace énfasis a conseguir que los procesos sean estandarizados, confiables y desde luego que conserven estabilidad

## **1.11 Sistema Justo a Tiempo JIT**

Durante los años cincuenta se vivieron momentos muy difíciles para las compañías es por esta razón que Toyota implemento este sistema para combatir las deficiencias que sucedían en esas épocas debido a que los mercados pedían gran variedad de productos en volúmenes pequeños. También tubo altos costos de capital así como también se fueron dando cambios en la tecnología, es por esta razón que el JIT sirvió de ayuda a las empresas para dar fluidez sus entregas.

El sistema JIT es un sistema el cual se compone por herramientas, técnicas y algunos fundamentos. Este sistema hace que las empresas fabriquen y entreguen los artículos en pequeñas cantidades en cortos periodos, esto con la finalidad de satisfacer las necesidades del cliente en tiempo y forma.

## Capítulo II. Marco contextual



Ilustración 2. Logo de la empresa

### 2.1 Historia de la empresa

Fischer group fue creado en el año 1969 en Seebach, en la Selva Negra. Con su política de calidad consecuente ha conseguido convertirse en un importante proveedor mundial de tubos y componentes de acero inoxidable y aleaciones especiales. Actualmente (2012) el grupo de empresas mantiene emplazamientos en ocho países y 20 sociedades filiales internacionales con una plantilla total de más de 1.550 empleados.

## 2.2 Cronología Fischer Group

<b>1969</b>	Fundación de la empresa en Seebach
<b>1971</b>	Traslado a Achern-Fautenbach
<b>1974</b>	Fabricación de tubos soldados de acero inoxidable
<b>1979</b>	Diferenciación en las empresas fischer Edelstahlrohre y fischer Maschinenteknik
<b>1987</b>	fischer Canada Stainless Steel Tubing Inc., Ontario (Canadá)
<b>1990</b>	fischer Rohrtechnik, Achern-Fautenbach
<b>1990</b>	fischer S.A. (PTY) LTD Stainless Steel Tubing, Centurion (Sudáfrica)
<b>1991</b>	fischer Mexicana SA DE CV, San Luis Potosi (México) (sociedad en participación)
<b>1995</b>	fischer Rohrtechnik GmbH (delegación de Sundern)
<b>1998</b>	fischer USA, Manchester (Tennessee, EE.UU.)
<b>1999</b>	fischer Austria (anteriormente Inox KPT), Griffen (Austria)
<b>2000</b>	fischer Tube Technique (Pty.) Ltd., Centurion (Sudáfrica), SA
<b>2001</b>	fischer Tubtech SA de CV, Puebla (México)
<b>2002</b>	fischer Canada Tubetech Inc., Waterloo (Ontario, Canadá)
<b>2006</b>	fischer China, Taicang (Shanghai; China)
<b>2007</b>	Adquisición de la empresa hde Solutions, Menden und Hydroforming (IHU), Chemnitz Cambio de nombre por fischer Hydroforming GmbH
<b>2009</b>	fischer Stainless Steel Tubing Uruguay S.A., Montevideo (Uruguay)
<b>2010</b>	fischer eco solutions GmbH, Achern-Fautenbach

**Tabla 3. Cronología Fischer Group**

## **2.3 Éxito Fischer Group**

El éxito de fischer group no sólo es debido a la excelente calidad de sus productos y sus procedimientos únicos. Para un éxito duradero se necesita una gran capacidad de rendimiento y orientación al cliente. Por esta razón queremos brindarle el rendimiento máximo.

## **2.4 Competencia de líder del mercado**

Se conoce a fischer desde hace varias décadas por su calidad en la fabricación y la transformación de tubos soldados de acero inoxidable. Sobre todo seguimos avanzando cada vez más en la fabricación precisa de tubos de pared delgada.

## **2.5 Servicio y logística**

Pensamos y actuamos en todo momento teniendo en cuenta a nuestros clientes. Nuestras prestaciones se incorporan con la máxima perfección en su cadena de creación de valor. El servicio de máximo nivel desde el desarrollo de productos hasta la entrega del material pre confeccionado al lugar donde el cliente lo necesita es evidente.

## **2.6 Procedimientos propios para formas cada vez más complejas**

En la transformación clásica de tubos o en la conformación por alta presión interna (IHU), fischer group se adapta a todo. Gracias a la última tecnología y a ideas y métodos innovadores y nuestra gran capacidad, competencia y experiencia podemos producir geometrías y componentes cada vez más complejos.

## **2.7 Prototipos y soluciones individuales**

Nuestra alta competencia de fabricación nos convierte en el interlocutor de primera elección para hacer realidad sus ideas. Desde prototipos y soluciones individuales hasta la fabricación en serie. Ya hemos desarrollado soluciones viables para muchas formas constructivas que parecían imposibles de realizar.

## **2.8 Responsabilidad y orientación al cliente**

Detrás de los resultados se encuentran las personas. fischer group mantiene una cultura empresarial abierta y cooperadora, pero también orientada hacia la responsabilidad. Desde los trabajadores de producción hasta la dirección. El resultado son unos empleados motivados y leales que saben que nuestro objetivo es la orientación hacia el cliente.

## **2.9 Proveedor completo**

A nivel de tubos y componentes de acero inoxidable, fischer group ofrece la gama de prestaciones completa: prácticamente todos los materiales, formas, grosores de pared y diámetros, así como múltiples formas de transformación, incluso con formas constructivas complejas.

## 2.10 Peculiaridades de fischer

- **Presencia en todo el mundo:**  
Nos encontramos cerca de usted, donde sea que nos necesite.
- **Amplia experiencia**  
Desde el desarrollo hasta la fabricación de una gran variedad de tubos y componentes complejos.
- **Calidad única:**  
Por la cual fischer es conocida en el mundo entero.
- **Alta flexibilidad:**  
Todo según sus deseos.
- **Rapidez:**  
Si es necesario, podemos suministrar en un mínimo de tiempo.
- **Fuerza innovadora:**  
Desarrollamos para usted lo que no existe todavía.
- **Gran atención al servicio:**  
Suministramos productos pre confeccionados a pie de máquina o al lugar de instalación. En cualquier lugar del mundo.
- **Integración de primera clase:**  
Las interfaces con nuestros clientes funcionan de la mejor forma posible.

## 2.11 Prestaciones concretas para crear valor

- **Innovaciones individuales:**  
Desarrolladas concretamente para usted o conjuntamente con usted
- **Conceptos logísticos optimizados:**  
Adaptados exactamente a sus necesidades con respecto a tiempo, embalaje y modo de entrega
- **Reducción perceptible de los costes:**  
Mediante el uso de los productos óptimos de materiales de primera calidad, sin errores y sin impurezas
- **Relación coste-utilidad óptima:**  
Gracias a la gran durabilidad de los productos
- **Alta flexibilidad:**  
Nuestra organización compacta nos permite reaccionar con rapidez a sus deseos
- **Calidad máxima desde el principio:**  
La viabilidad económica ya se tiene en cuenta en el desarrollo

## **2.12 Los cinco segmentos de la empresa fischer**

### **Fischer Edelstahlrohre**

Producción de tubos soldados de acero inoxidable

### **Fischer Rohrtechnik**

Transformación en múltiples componentes cada vez más complejos

### **Fischer Hydroforming**

Desarrollo y producción de componentes hidroformadores complejos (IHU)

### **Fischer Maschinentchnik**

Desarrollo completo de máquinas, herramientas y procedimientos de fabricación propios

### **Fischer eco solutions**

Fabricación y venta de componentes para la condensación de vapor, desalinización y tratamiento de agua

## **2.13 Problemática de los cambios de modelo**

En la actualidad existen diversos factores que influyen en la realización de algún producto, particularmente hablando del área productiva. Frecuentemente surgen nuevas limitantes las cuales complican a las empresas a ser flexibles, así como enfrentar un mundo en el cual día con día existe más competencia y en donde también los clientes se vuelven más exigentes.

Hoy en día hay muchas áreas de oportunidad donde las empresas pueden mejorar sus procesos productivos, sin embargo es complicado a veces poder identificar dichas oportunidades, es por eso que hay infinidad de herramientas que ayudan a encontrar y resolver este tipo de situaciones si se realizan de forma adecuada y se les da el seguimiento que deben tener.

Dentro de los problemas que más complican a las compañías son los cambios de modelo, esto ocasiona una serie de eventos muy críticos lo cual hace perder tiempo y producción. Esto genera pocas utilidades e infinidad de problemas. Las empresas al contar con este serio problema obtienen poca flexibilidad en sus entregas con los clientes y se pierde la posibilidad de producir más modelos que aumenten la gama en sus productos.

## **2.14 Situación actual del problema**

Dentro de la compañía Fischer Tubtech existe la Mesa Hidráulica, es una maquina la cual procesa diversos números de parte, la función de dicha maquina es calibrar los materiales. Cada material cuenta con su herramental el cual es montado a la Mesa Hidráulica para realizar el trabajo de calibrado.

Los herramentales están hechos de acero inoxidable por lo que su peso es alto, esto complica su manejo y su traslado cuando se tiene que cambiar de herramental. Debido a esto, los cambios de modelo se vuelven muy largos y tardíos, el tiempo actual de cambio de herramental es de 2 horas, esto provoca atrasos en la producción así como mucho tiempo de espera.

Por tal motivo es necesario buscar mejoras y modificar el proceso de cambio de herramental para la Mesa Hidráulica y de esta manera ahorrar el mayor tiempo posible, así como buscar la forma de que el proceso de cambio sea fácil de realizar por parte del operador.

Este trabajo servirá como ejemplo para demostrar que existe mucho tiempo el cual se puede ahorrar y ocupar para procesar otros materiales, también con la finalidad de que se puedan ir aplicando estas mejoras en el resto de las máquinas.

## 2.15 Análisis 5 porqués

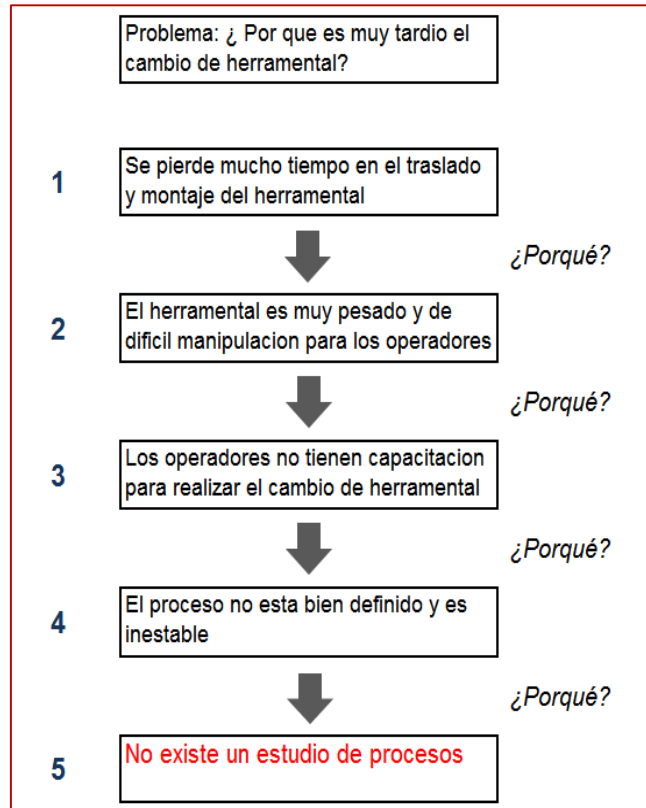


Tabla 4. Análisis 5 porqués

En base al análisis de los 5 porqués pudimos llegar a la conclusión que la causa raíz del problema es la falta de un estudio de procesos el cual permita implementar ideas o mejoras en el cambio de herramental.

Conociendo nuestra causa raíz podemos iniciar con el estudio, así podremos identificar las fallas que hacen que el cambio de herramental sea largo y duradero, esto nos permitirá generar propuestas o ideas para reducir el tiempo.

## **2.16 Objetivo General**

Analizar la operación de calibrado en la mesa hidráulica de los 4 números de parte procesados en dicha máquina, con el objetivo de reducir el 25% de tiempo de cambio de herramental, en un plazo de 2 meses, logrando incrementar 13 turnos completos de producción al año, dándole seguimiento y verificación a través del cumplimiento del OEE.

## 2.17 Objetivos específicos

1. Conocer detalladamente el proceso de cambio de herramental para la Mesa Hidráulica por medio de videos y presencialmente durante 1 mes.
2. Identificar las partes de la mesa hidráulica y de los herramientales a través de sus instructivos de operación, con la finalidad de conocer los nombres y el funcionamiento de los componentes, esto se realizara en 1 semana.
3. Encontrar puntos de la operación que permitan ser modificados para mejorar el proceso, se realizara presenciando cambios de herramental así como de videos tomados en un plazo de 1 mes.
4. Disminuir 25% el tiempo de cambio de herramental sustituyendo la grúa aérea por una mesa elevadora y 2 barras de acero que permitirán hacer la operación más rápida y segura, de esta manera se lograra aumentar 13 turnos al año a partir del tiempo ganado. Se realizaran las pruebas en los cambios de herramental durante 1 semana.
5. A partir de la toma de videos realizar un diagrama de flujo de proceso para el cambio de herramental y realizar los estudios correspondientes en un plazo de 2 meses para su implementación.
6. De acuerdo a los diagramas de flujo de proceso realizados. Hacer un comparativo antes y después de las mejoras implementadas, para demostrar las mejoras y el tiempo ahorrado, esto en un plazo de 1 semana.

7. Con base al tiempo ahorrado en el cambio de herramental después de aplicar las mejoras, pronosticar el aumento de la producción a un año tomando en cuenta los cambios de herramental promedio hechos al mes y las piezas por hora de los 4 números de parte. Estos datos se tomaran de las hojas de productividad y de la matriz de piezas por hora de los números de parte. Todo esto se realizara en 20 días.
  
8. Realizar el seguimiento de la implementación a través del cumplimiento del OEE y de un checklist para verificar que el trabajador cumpla con el tiempo y proceso de cambio de herramental, el seguimiento se realizara durante 1 mes.

## **2.18 Justificación**

### **2.18.1 Beneficios reducción de tiempo del cambio de herramental**

A través de Lean Manufacturing mejoraremos el proceso de montaje del herramental, esto ocasionara una serie de beneficios para la empresa, dichos beneficios se enlistan a continuación:

1. Incremento significativo de la producción
2. Ahorro de tiempo
3. Menor esfuerzo para los operadores
4. Mayor seguridad a la hora de realizar el cambio
5. El proceso se realizara con mayor fluidez y rapidez
6. Manipulación fácil y segura del herramental
7. Estabilidad en el proceso de montaje
8. Reducción de operaciones
9. Eliminación de operaciones innecesarias
10. Implementación de un diagrama de procesos de cambio de herramental

## **2.19 Pronósticos de cambio de herramental (datos del proyecto)**

Para tener una idea mejor de este proyecto es importante conocer la cantidad de cambios de herramental promedio que se tienen por mes ya que a partir de este dato podremos calcular las piezas procesadas durante un año.

En base al programa de producción y las hojas de productividad es como se conocerá la cantidad de cambio registrados por mes. Para esto tomaremos como referencia el mes de Enero del presente año.

Una vez implementadas las mejoras y conociendo el tiempo ahorrado en el cambio de modelo podremos calcular el pronóstico de las piezas que se procesarían. Es por eso que tenemos que conocer la cantidad de cambios en un año.

## Cambios de herramental enero 2016

DIA	NUMERO DE CAMBIOS	Tipo 1	Tipo 2
1			
2			
3			
4			
5	1	658-659	
6			
7	2	659-401	401-400
8			
9			
10			
11			
12	1	400-659	
13			
14	1	659-401	
15	1	401-658	
16			
17			
18			
19	2	658-400	400-659
20	1	659-401	
21			
22	1	401-658	
23			
24			
25			
26	1	658-400	
27			
28			
29	2	400-401	401-658
30	1	658-400	
31			

**Tabla 5. Cambios de Herramental del mes de Enero 2016**

## **2.20 Datos encontrados**

Tomando en cuenta el mes de Enero del 2016 como referencia para calcular el promedio de cambios de herramental que existen por cada mes, obtuvimos 14 cambios promedio por mes, lo que significa que al año se hacen alrededor de 168 cambios de herramental.

Este dato justifica la gran cantidad de cambios de herramental que tiene la mesa hidráulica a lo largo del año, de tal manera que si reducimos el tiempo de cambio de modelo, el tiempo ahorrado se volverá producción o dicho de otra manera podremos procesar más piezas obteniendo incrementos en nuestra producción.

Tomando en cuenta este dato de los cambios promedio por mes, y una vez conociendo la nueva forma de realizar el cambio de herramental junto con el tiempo ahorrado, conoceremos el aumento significativo de las piezas que podremos procesar al año.

## Capítulo III. Implementación de propuestas

### 3.1 Análisis Tiempos-Operaciones

Para mejorar nuestro proceso de cambio de herramental es necesario analizar la operación así como conocer nuestra máquina y su funcionamiento por lo que explicaremos los pasos a seguir que se tiene planeado hacer para reducir el tiempo y mejorar el cambio de herramental. Todo esto apoyado de conocimientos y herramientas lean.

1. Conocer el funcionamiento de la Mesa Hidráulica.
2. Conocer los herramentales y componentes.
3. Observar como realiza el cambio el operador.
4. Identificar los eventos que retrasan la operación.
5. Escuchar las inquietudes del operador al hacer del cambio de herramental.
6. Trabajar en equipo con el operador.
7. Generar ideas de mejora.
8. Aplicar las mejoras y modificar la forma de operar el cambio de herramental
9. Definir el proceso de cambio de herramental.
10. A partir de la toma de videos realizar el estudio de proceso para identificar los cambios.
11. Una vez aplicadas las mejoras al proceso calcular el tiempo ahorrado.
12. A partir del tiempo ahorrado y con las mejoras implementadas, pronosticar la producción a 1 año.
13. Analizar resultados y modificar mejoras en caso de que los resultados no sean los deseados.

### **3.2 Resultados de la situación actual del proceso de cambio de herramental**

El tiempo actual para realizar el cambio de herramental en la mesa hidráulica es de 02:00:00 horas. Como se mencionó anteriormente se utilizó una cámara de video para filmar el cambio de herramental y poder identificar con más detalle las fallas o los eventos que complican la operación.

Los resultados más representativos fueron los siguientes:

- El manejo del herramental por parte del operador es complicado debido a su peso.
- Dado que solo existe una sola grúa, existen retrasos, ya que cuando se requiere la grúa para dar acomodo al herramental y a las válvulas de la máquina, esta llega a estar ocupada para otras operaciones en otras máquinas, por lo que es conveniente aplicar alguna mejora que permita que la grúa se usada lo menor posible para que no afecte la operación.
- Aunque solo son 3 llaves las que se usan para el cambio de herramental en ocasiones está siendo ocupada por otros operadores y esto provoca interrupciones en el proceso, por lo que es necesario la compra de más herramienta.
- Es demasiado riesgo para el operador acomodar el herramental con la grúa ya que el herramental se juega mucho y por el mismo juego se puede caer y ocasionar un golpe al operador.

Estos eventos se muestran con más claridad en el siguiente estudio de tiempo-operaciones.

### 3.3 Estudio de tiempo-operaciones de cambio de herramental antes de implementación de mejoras

A continuación se presenta el estudio de operaciones así como los tiempos correspondientes a las actividades del cambio de herramental.

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
1	Toma llave Allen 14mm y retira tornillos (x2) de la Base Válvula derecha	00:00:00	00:00:38	00:00:38	
2	Retira argolla y tornillo delantero de barra guía de la válvula derecha con llave allen 14mm	00:00:38	00:01:13	00:00:35	
3	Retira tornillos (x2) de la base inferior del molde	00:01:13	00:02:09	00:00:56	
4	Retira tornillos (x2) de la Base Válvula izquierda	00:02:09	00:02:46	00:00:37	
5	Retira argolla y tornillo delantero de barra guía de la válvula izquierda con llave allen 14mm	00:02:46	00:03:23	00:00:37	
6	Retira tornillo trasero de la barra guía de la válvula y tornillos (x2) traseros de la base válvula izquierda	00:03:23	00:04:56	00:01:33	
7	Toma llave Allen 5mm y quita sensor 1 de Mesa Hidráulica	00:04:56	00:05:18	00:00:22	
8	Retira mangueras de la Mesa Hidráulica	00:05:18	00:06:42	00:01:24	
9	Toma llave Allen 5mm y quita sensor 2 de Mesa Hidráulica	00:06:42	00:07:25	00:00:43	
10	Retira tornillos (x2) de la base inferior del molde	00:07:25	00:08:47	00:01:22	
11	Retira tornillos (x2) traseros de la base válvula derecha	00:08:47	00:09:53	00:01:06	
12	Retira argolla y tornillo trasero de barra guía de la válvula derecha con llave allen 15mm	00:09:53	00:10:30	00:00:37	
13	Afloja tornillos de punzones de válvula derecha	00:10:30	00:11:53	00:01:23	
14	Traslada grúa aérea	00:11:53	00:16:50	00:04:57	La grúa está ocupada por operadores de las lavadoras por lo que ocasiona mucha demora en la mayoría de las veces que hay cambio de herramental
15	Retira de Mesa hidráulica válvula izquierda con la grúa aérea	00:16:50	00:19:00	00:02:10	

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
16	Eleva válvula derecha para poder retirar tornillos faltantes	00:19:00	00:20:35	00:01:35	
17	Retira tornillo central de barra guía de válvula derecha	00:20:35	00:21:08	00:00:33	
18	Cambia de posición barra guía de válvula y atornilla	00:21:08	00:21:52	00:00:44	
19	Coloca Válvula derecha sobre la base de Mesa Hidráulica y cierra puertas	00:21:52	00:22:55	00:01:03	
20	Configura Mesa hidráulica para juntar los moldes superior e inferior	00:22:55	00:23:28	00:00:33	
21	Retira tornillos (2X) soporte del molde	00:23:28	00:24:36	00:01:08	
22	Afloja tornillos (2x) para retirar molde completo	00:24:36	00:25:10	00:00:34	
23	El operador se dirige a la zona de herramientas para trasladar el nuevo molde que se va montar con la ayuda de la mesa elevadora	00:25:10	00:35:00	00:09:50	Se tuvo un problema de demora por la falta de herramienta
24	Toma llave allen 5mm y retira los 2 punzones (x8 tornillos) de válvula derecha	00:00:00	00:01:18	00:01:18	
25	Retira placa porta punzones y coloca placa porta punzones del nuevo número de parte(x2 tornillos)	00:01:18	00:02:28	00:01:10	
26	Coloca 2 punzones del nuevo número de parte que se va montar (x2 tornillos) sobre válvula derecha	00:02:28	00:03:25	00:00:57	
27	Traslada herramienta y punzones que se van a montar a Mesa Hidráulica	00:03:25	00:03:53	00:00:28	
28	Toma llave allen 5mm y retira los 2 punzones (x8 tornillos) de válvula izquierda	00:03:53	00:04:46	00:00:53	
29	Retira placa porta punzones y coloca placa porta punzones del nuevo número de parte(x2 tornillos)	00:04:46	00:05:47	00:01:01	
30	Coloca 2 punzones del nuevo número de parte que se va montar (x2 tornillos) sobre válvula izquierda	00:05:47	00:07:02	00:01:15	
31	Retira barra que une el molde superior e inferior (x3 tornillos)	00:07:02	00:08:15	00:01:13	
32	Coloca 2 barras para unir el herramental que está montado (x4 tornillos)	00:08:15	00:12:00	00:03:45	

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
33	Traslada grúa aérea	00:12:00	00:12:39	00:00:39	
34	Traslada grúa aérea	00:00:00	00:12:13	00:12:13	
35	Configura Mesa hidráulica para elevar el molde	00:12:13	00:14:05	00:01:52	
36	Con el apoyo de la grúa y de 1 barra sujetadora retira el molde completo de Mesa Hidráulica	00:14:05	00:20:00	00:05:55	Existe riesgo para el operador al acomodar el herramental de esa manera
37	Ajusta la barra guía superior del molde para que se pueda colocar	00:20:00	00:25:55	00:05:55	
38	Retira tornillo de barra guía de válvula izquierda para cambiarla de posición y atornillar nuevamente	00:25:55	00:27:00	00:01:05	
39	Traslada grúa aérea	00:27:00	00:28:24	00:01:24	
40	Coloca barra sujetadora sobre molde a montar en Mesa Hidráulica	00:28:24	00:29:41	00:01:17	
41	Retira 2 barras del molde desmontado mismas que coloca sobre molde a montar (x4 tornillos)	00:29:41	00:34:30	00:04:49	
42	Traslada molde a Mesa Hidráulica y lo deja sobrepuesto	00:34:30	00:37:45	00:03:15	
43	Ajusta barras y tornillos para poder colocar y posicionar correctamente el molde	00:37:45	00:46:10	00:08:25	En esta actividad el operador corre riesgo al dejar los tornillos semi asegurados
44	Coloca tornillos (x4) que unen el molde y la guía superior de la Mesa Hidráulica	00:00:00	00:01:24	00:01:24	
45	Retira las 2 barras que unían molde superior e inferior (x4 tornillos)	00:01:24	00:03:20	00:01:56	
46	Asegura tornillería con llave allen 14 mm	00:03:20	00:05:20	00:02:00	Se pega parte inferior con parte superior del herramental-18 min perdidos (no se agregan al estudio)
47	Coloca válvula derecha sobre barra guía con ayuda de la grúa aérea	00:00:00	00:01:39	00:01:39	
48	Coloca válvula izquierda sobre barra guía con ayuda de la grúa aérea	00:01:39	00:05:20	00:03:41	
49	Asegura tornillería de barra guía y base de válvula derecha	00:05:20	00:07:07	00:01:47	
50	Asegura tornillo delantero de molde inferior	00:07:07	00:07:45	00:00:38	
51	Asegura tornillería de barra guía y base de válvula izquierda	00:07:45	00:09:18	00:01:33	
52	Asegura 2 argollas frontales	00:09:18	00:10:00	00:00:42	
53	Asegura tornillería de barra guía y base de válvula izquierda	00:10:00	00:12:04	00:02:04	
54	Asegura tornillos (x2) de sensor izquierdo	00:12:04	00:12:57	00:00:53	

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
55	Asegura tornillo trasero de molde inferior	00:12:57	00:15:16	00:02:19	
56	Asegura tornillos (x2) de sensor derecho	00:15:16	00:16:55	00:01:39	
57	Asegura tornillería de barra guía y base de válvula derecha	00:16:55	00:18:47	00:01:52	
58	Coloca argolla	00:18:47	00:19:13	00:00:26	
59	Conecta válvulas	00:19:13	00:20:30	00:01:17	
60	Verifica funcionamiento de Mesa Hidráulica	00:20:30	00:21:43	00:01:13	
		<b>TIEMPO TOTAL DE CAMBIO</b>		<b>2:00:52</b>	

**Tabla 6. Estudio tiempo-operaciones antes de mejoras**

### 3.4 Ideas y mejoras a implementar

Después de revisar el proceso físicamente y el video, identificamos puntos clave para poder mejorar el proceso.

1. El herramental es montado con la grúa aérea, ahora el montaje del herramental se realizara con una mesa elevadora la cual permitirá posicionar el herramental sobre la mesa hidráulica de forma más segura, lo único que tiene que hacer el operador es empujar el herramental y darle la dirección correcta.
2. Para desmontar el herramental se realiza de igual forma con la grúa aérea, para dejar de usar la grúa en este proceso, se utilizaran 2 barras de acero las cuales ayudaran a deslizar y sacar el herramental, el operador solamente dará dirección al herramental empujándolo hacia la mesa elevadora. Debido a que el herramental y las barras tienen grasa es mucho más fácil deslizarlo y no es necesario mucho esfuerzo por parte del trabajador.

Con estas dos mejoras nuestro proceso reducirá de forma significativa el tiempo de operación, ya que observamos que el traslado de la grúa al lugar de trabajo consume mucho tiempo y es la actividad que más demora tiene. Lo que más perjudica es que la grúa por lo regular siempre está ocupada en el área de lavadoras, esto nos provoca tiempo muerto y espera.

Una vez que identificamos las fallas o eventos con mayor consumo de tiempo perdido, realizaremos un cambio de herramental con las modificaciones ya aplicadas al proceso, de esta forma podremos observar los beneficios y el tiempo que podemos ganar al cambio de modelo.

### 3.5 Estudio de tiempo-operaciones de cambio de herramental después de implementación de mejoras

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
1	Toma llave allen 14 mm y retira tornillería delantera de barra guía y base de válvula derecha (x3 tornillos)	00:00:00	00:01:33	00:01:33	
2	Retira tornillería delantera de barra guía y base de válvula izquierda (x3 tornillos)	00:01:33	00:02:35	00:01:02	
3	Retira tornillería trasera de barra guía y base de válvula izquierda (x3 tornillos)	00:02:35	00:04:46	00:02:11	
4	Desconecta válvulas y quita recipiente de aceite de Mesa Hidráulica	00:04:46	00:05:18	00:00:32	
5	Retira tornillería trasera de barra guía y base de válvula derecha (x3 tornillos)	00:05:18	00:07:20	00:02:02	
6	Toma llave allen 5mm y quita sensor derecho e izquierdo	00:07:20	00:08:14	00:00:54	
7	Traslada grúa	00:08:14	00:10:40	00:02:26	
8	Eleva válvula derecha para poder retirar tornillos faltantes	00:10:40	00:11:42	00:01:02	
9	Retira tornillo central de barra guía de válvula derecha	00:11:42	00:12:26	00:00:44	
10	Retira barra guía de válvula derecha y cambia de posición misma válvula	00:12:26	00:13:27	00:01:01	
11	Eleva válvula izquierda para poder retirar tornillos faltantes	00:13:27	00:14:13	00:00:46	
12	Retira tornillo y barra guía de válvula izquierda	00:14:13	00:14:47	00:00:34	
13	Cambia de posición válvula izquierda	00:14:47	00:16:00	00:01:13	
14	Regresa grúa al aérea de lavadoras	00:16:00	00:17:45	00:01:45	
15	Retira tornillería de molde inferior (x4 tornillos)	00:17:45	00:20:20	00:02:35	
16	Retira 2 punzones y placa porta punzones de válvula derecha (x3 tornillos)	00:20:20	00:21:37	00:01:17	
17	Coloca placa porta punzones y 2 punzones sobre válvula derecha (x3 tornillos)	00:21:37	00:25:38	00:04:01	
18	Retira 2 punzones y placa porta punzones de válvula izquierda (x3 tornillos)	00:25:38	00:27:13	00:01:35	
19	Coloca placa porta punzones y 2 punzones sobre válvula izquierda (x9 tornillos)	00:27:13	00:31:28	00:04:15	
20	Configura Mesa hidráulica para juntar los moldes superior e inferior	00:31:28	00:32:20	00:00:52	
21	Coloca 2 barras para unir moldes superior e inferior (x4 tornillos)	00:32:20	00:34:45	00:02:25	
22	Configura Mesa Hidráulica para elevar molde y retirar cuñas	00:34:45	00:35:40	00:00:55	
23	Retira cuñas y coloca barras deslizadoras	00:35:40	00:36:51	00:01:11	

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
24	Configura la Mesa Hidráulica para bajar molde sobre barras deslizadoras	00:36:51	00:37:25	00:00:34	
25	Retira tornillería que sujeta molde y guía sujetadora (x4 tornillos)	00:37:25	00:41:07	00:03:42	
26	Configura la Mesa Hidráulica para subir cama hidráulica y poder retirar guía sujetadora del molde	00:41:07	00:41:55	00:00:48	
27	Realiza acomodo de herramientas y componentes de herramientas	00:41:55	00:42:53	00:00:58	
28	Se dirige a zona de herramientas para trasladar herramienta que se va montar y mesa elevadora	00:42:53	00:47:35	00:04:42	
29	Conecta mesa elevadora y la nivela con mesa hidráulica a la altura del molde a desmontar	00:47:35	00:49:40	00:02:05	
30	Desmonta molde de Mesa Hidráulica	00:01:28	00:01:53	00:00:25	
31	Retira barras sujetadoras y tornillos del molde desmontado y los coloca sobre molde a montar	00:01:53	00:05:13	00:03:20	
32	Coloca Molde sobre Mesa Hidráulica	00:05:13	00:05:36	00:00:23	
33	Desconecta mesa elevadora y acomoda el cable de corriente eléctrica	00:05:36	00:07:04	00:01:28	
34	Entrega componentes y mesa elevadora a la zona de herramientas	00:06:10	00:08:04	00:01:54	
35	Realiza el acomodo del molde para comenzar a colocar tornillos	00:08:04	00:09:50	00:01:46	
36	Coloca tornillos que unen el molde con la guía sujetadora (x2)	00:09:50	00:12:08	00:02:18	
37	Configura la máquina para elevar el molde y retirar las barras deslizadoras así como colocar cuñas	00:12:08	00:13:37	00:01:29	
38	Retira el aceite sobrante que esta regado sobre la mesa hidráulica	00:13:37	00:14:03	00:00:26	
39	Configura máquina para bajar el molde y asegurar los tornillos de sujeción	00:14:03	00:16:15	00:02:12	
40	Coloca y asegura tornillos que unen el molde con la guía sujetadora (x4 tornillos)	00:16:15	00:19:04	00:02:49	
41	Retira tornillería y barras que unen molde inferior y superior	00:19:04	00:22:10	00:03:06	
42	Configura la máquina para elevar molde superior y verificar la posición de molde inferior	00:22:10	00:22:53	00:00:43	
43	Traslada grúa	00:22:53	00:24:50	00:01:57	
44	Con el apoyo de la grúa eleva la válvula derecha y coloca tornillo central de barra guía de válvula	00:24:50	00:27:22	00:02:32	
45	Con el apoyo de la grúa posiciona válvula derecha sobre la guía	00:27:22	00:28:10	00:00:48	

NUM/OPER	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	T INICIAL	T FINAL	T TOTAL	OBSERVACIONES
46	Con el apoyo de la grúa eleva la válvula izquierda y coloca tornillo central de barra guía de válvula	00:28:10	00:30:01	00:01:51	
47	Con el apoyo de la grúa posiciona válvula izquierda sobre la guía	00:30:01	00:31:10	00:01:09	
48	Traslada grúa para el aérea de lavadoras	00:31:10	00:32:30	00:01:20	
49	Coloca tornillería frontal sobre base de la válvula derecha (x3 tornillos)	00:32:30	00:33:47	00:01:17	
50	Coloca tornillería frontal sobre molde inferior (x2 tornillos)	00:33:47	00:34:52	00:01:05	
51	Coloca tornillería frontal sobre base de la válvula izquierda (x3 tornillos)	00:34:52	00:36:57	00:02:05	
52	Coloca tornillería trasera sobre base de la válvula izquierda (x3 tornillos)	00:36:57	00:38:27	00:01:30	
		00:00:00	00:00:12	00:00:12	
53	Coloca tornillería trasera sobre molde inferior (x2 tornillos)	00:00:12	00:01:12	00:01:00	
54	Coloca tornillería trasera sobre base de la válvula derecha (x3 tornillos)	00:01:12	00:02:38	00:01:26	
55	Toma llave allen 5 mm y coloca sensores derecho e izquierdo (x4 tornillos)	00:02:38	00:03:38	00:01:00	
56	Conecta válvulas	00:03:38	00:04:05	00:00:27	
57	Verifica funcionamiento de Mesa Hidráulica	00:04:05	00:04:40	00:00:35	
		<b>TIEMPO TOTAL DE CAMBIO</b>		<b>1:32:13</b>	

**Tabla 7. Estudio tiempo-operaciones después de mejoras**

## **Capitulo IV. Resultados y experiencias**

### **4.1 Resultados y beneficios encontrados en el cambio de herramental después de la implementación**

El tiempo en realizar el cambio de herramental con las implementaciones es de 01:32:13 horas, se logró reducir la operación aproximadamente 30 minutos en comparación con el cambio de herramental anterior. Esto quiere decir que funcionaron las propuestas implementadas y ese tiempo de ahorro proyectado a un año será mucho tiempo ganado a nuestro cambio de herramental.

Dentro de los beneficios que se pudieron observar en la nueva forma de cambiar el herramental son las siguientes:

1. Mayor seguridad para el operador a la hora de retirar y colocar el herramental.
2. Fácil manipulación del herramental.
3. Se logró reducir el uso de la grúa aérea hasta en un 33.33 %
4. Mayor estabilidad
5. El uso de las barras de acero y la mesa elevadora remplazaron a la grúa aérea para retirar y colocar el herramental
6. Menor de tiempo de la operación

## 4.2 Comparativa de resultados (Antes y después de la implementación)

Una vez realizado el cambio de herramental de las dos formas, se muestra la diferencia y el tiempo ahorrado después de aplicar las mejoras.

CAMBIO DE HERRAMENTAL	TIEMPO TOTAL	TIEMPO PROMEDIO
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN	02:00:52	02:00:00
DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN	01:32:13	01:30:00
TIEMPO GANADO A LA OPERACIÓN	<b>00:28:39</b>	<b>00:30:00</b>

**Tabla 8. Comparativa de resultados**

En la tabla podemos observar que el tiempo de ahorro es de media hora promedio, esto provocara mayor impacto al proyectar esa media hora a los cambios de herramental realizados durante 1 año en la mesa hidráulica. Este pronóstico se evaluara más adelante.

### 4.3 Proyección de ahorro piezas procesadas a 1 año

Tomando en cuenta todos los resultados de los estudios realizados podemos calcular la proyección de las piezas procesadas a 1 año tomando en cuenta el tiempo ahorrado, el número de cambios de herramental promedio que existen en el año y los rates por hora de los 4 números de parte procesados en la mesa hidráulica.

Numero de parte	Piezas por hora
658x	240
659x	240
400x	240
401x	200
<b>Rate promedio</b>	<b>230</b>

Tabla 9. Piezas por hora de números de parte

Datos	Cantidad
Tiempo antes de mejoras	2 horas
Tiempo después de mejoras	1.5 horas
Tiempo de ahorro	0.5 hora
Cambios por mes promedio	14 cambios
Cambios promedio al año	168 cambios
Horas promedio ahorradas al año	84 horas
<b>Producción pronosticada en 1 año</b>	<b>19,320 piezas</b>

Tabla 10. Pronostico de piezas procesadas a 1 año

A partir de las mejoras establecidas en el cambio de herramental son 19,320 piezas promedio que podemos procesar realizando los cambios de herramental en un lapso de 01:30:00 hrs.

#### 4.4 Evidencias antes de la implementación

Como se mencionó, anteriormente para quitar y colocar el herramental era necesaria la grúa aérea. Esto provocaba mucho tiempo invertido en trasladar y mover la grúa así como riesgo en la operación para el trabajador como se muestra en las siguientes imágenes.

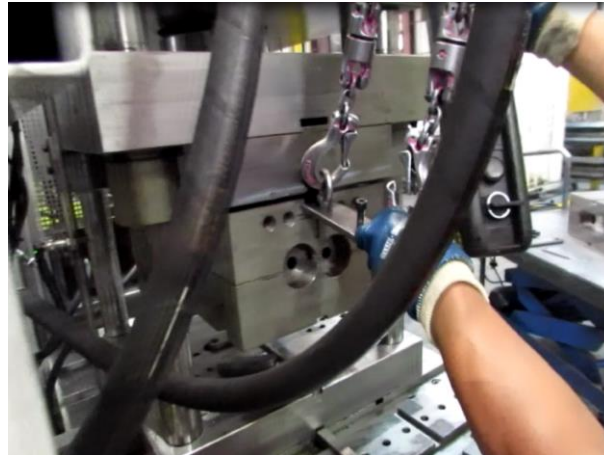


Ilustración 3. Montaje de herramental con grúa



Ilustración 4. Montaje de herramental con grúa



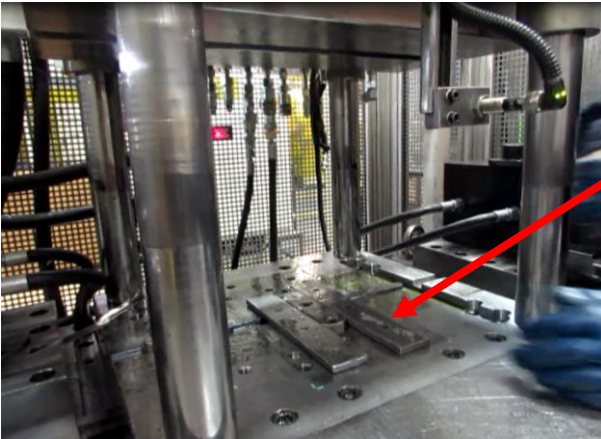
**Ilustración 5. Montaje de herramental con grúa**

Es evidente el esfuerzo por parte del operador. También muy complicada la forma de meter y sacar el herramental ya que el único soporte para el herramental es la barra que sostiene a grúa, por otro lado tiene que desatornillar y atornillar las barras que unen la parte inferior y superior del herramental, realizar estas operación con el herramental en el aire es sumamente incómodo.



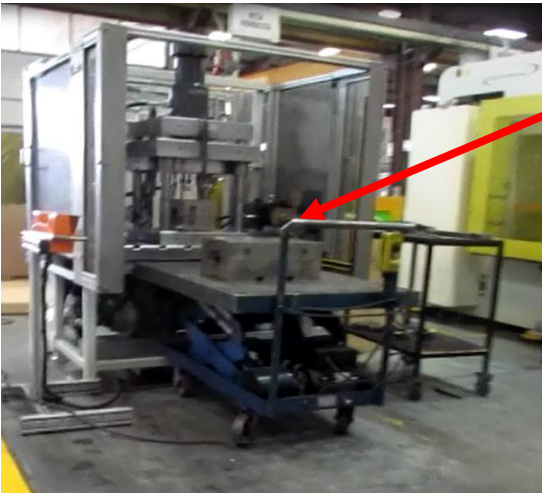
**Ilustración 6. Montaje de herramental con grúa**

## 4.5 Evidencias de las mejoras



Sobre la base de maquina se colocan 2 barras de acero inoxidable, al bajar el herramental quedara sobre las mismas para posteriormente se sacado con facilidad por el operador.

**Ilustración 7. Barras deslizadoras**



La mesa elevadora permitirá retirar, así como colocar con mayor facilidad y seguridad los herramientas.

**Ilustración 8. Mesa Elevadora**

Las barras deslizadoras y la mesa hidráulica son parte de las mejoras al proceso de cambio de herramental. Con estas mejoras disminuirá el tiempo de para desmontar y montar los herramientas. Por otro lado es más cómodo y práctico para el operador realizar el cambio con estas mejoras.

## 4.6 Mejora aplicada al montaje y desmontaje de herramienta



Ilustración 9. Colocación nueva de herramienta



Ilustración 10. Colocación nueva de herramienta



**Ilustración 11. Colocación nueva de herramental**

De izquierda a derecha se muestran los pasos 1,2 y 3 de cómo coloca con mayor facilidad el herramental el operador. Como se observa en las imágenes es muy practica la operación ya que la mesa elevadora permite ajustarse a la altura de la base de la maquina así como ajustarla a los lados o bien moverla para atrás o hacia adelante dependiendo la necesidad que se presente.

Para retirar el herramental de la mesa hidráulica se hace de la misma manera.

## **4.7 Análisis general del proyecto**

Una vez conociendo todos los resultados son evidentes las mejoras que se implementaron en el proceso de cambio de herramental, ahorramos tiempo, esfuerzo y actividades que no generaban valor a nuestro proceso de cambio de modelo.

En cuanto a los números también conseguimos datos significativos y ahorros para la empresa. Con este análisis y las implementaciones, es claro que se podrán producir mucho más piezas de las que se procesaban antes de la mejora como se muestran en las tablas anteriores.

## 4.8 Conclusión General

Con el presente trabajo experimentamos que la mejora continua constituye una parte importante dentro de las actividades de cualquier empresa. Ayuda a mejorar los procesos así como descubrir nuevas oportunidades que permitan crear valor en cualquier actividad, independientemente si es de carácter administrativo o productivo.

A continuación se presentan las conclusiones del presente trabajo:

1. Después de observar durante 1 mes el proceso de cambio de herramental, entendimos como se realizaba el cambio antes de las implementaciones y mejoras, esto nos permitió entender el funcionamiento para comenzar a generar propuestas e ideas para lograr mejorar el proceso.
2. A partir de los instructivos de operación de la mesa hidráulica y los herramientas se conocieron los nombres y el funcionamiento de los componentes.
3. Gracias a los videos que se tomaron encontramos deficiencias en el proceso como el uso de la grúa aérea ya que provocaba demasiado tiempo muerto en su traslado y manejo, por lo que se sustituyó por una mesa elevadora y 2 barras de acero las cuales permitían hacer el trabajo más rápido y seguro para retirar y colocar los herramientas.
4. Logramos reducir el 25% de tiempo de cambio de herramental, principalmente al sustituir la grúa aérea por la mesa elevadora y las 2 barras de acero.
5. Antes de las mejoras el tiempo de cambio era de 2 horas, se logró bajar a 1:30 horas por lo que obtuvimos media hora de ahorro en el cambio de herramental.
6. Se estableció un diagrama de procesos en el cual especifica la forma en que se tiene que realizar el cambio de herramental, de esta manera conseguimos estandarizar el proceso.
7. Ahora el cambio de herramental es más rápido y seguro para el trabajador. Con el tiempo ahorrado se logra incrementar 15 turnos al año de producción.

Con el presente trabajo queda demostrado que las herramientas lean son aplicables a cualquier proceso si se realizan de forma adecuada. Lean Manufacturing nos hace pensar, nos pone a prueba, mejora nuestras habilidades y crea una cultura positiva en nuestra persona.

## Bibliografía

- Barraza, M. F. (2007). *El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total*. Mexico, D.F.: Panorama editorial .
- Hernández, G., & González, A. M. (2014). El gran libro de procesos esbletos. León, Guanajuato, México: Ignius Media Innovation.
- Lean Solutions*. (2011-2015). Obtenido de <http://www.leansolutions.co/>
- Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos* . Bubok Publishing S.L.
- Neto, F. M. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Bubok Publishing S.L.
- Rajadell, M., & Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad* . En M. Rajadell, & J. L. Sanchez, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad* . Madrid: Ediciones Díaz de Santos.