

# “Propuesta de Mejora del Proceso de Producción de puertas enrollables de la Empresa Metalmecánica Hialuvid, aplicando herramientas de la Metodología Lean Manufacturing”

Mishell Alejandra Yerovi Huaca

<sup>1</sup> Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de julio 5-21 y Gral. José María Córdova, (593 6) 2997800 ext. 7070 Ibarra, Imbabura

Facultad de Ingenierías en Ciencias Aplicadas – Ingeniería Industrial

[mayerovih@utn.edu.ec](mailto:mayerovih@utn.edu.ec)

## Resumen.

La presente investigación se desarrolló en la Empresa metalmecánica HIALUVID, la cual presenta como problemática principal el retraso en la entrega del producto terminado (puertas enrollables) al cliente, generando reclamos e inconformidades.

Por esta razón, surge la necesidad de realizar una propuesta de mejora en su proceso productivo, que permita disminuir el tiempo de entrega del producto a sus clientes y que garantice su eficiencia y productividad, mediante la utilización de herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Para desarrollar esta propuesta de mejora se utilizaron las siguientes herramientas metodología Lean Manufacturing 9'S, SMED, TPM, KANBAN, que contemplan los siguientes posibles resultados, el tiempo total del proceso productivo mejoraría un 6.10%, el tiempo de valor agregado un 2.13%, el ritmo del proceso (talk time) de 315 minutos donde se elaboraban 24 puertas al mes, aumentaría un minuto más es decir 316 minutos pero para elaborar 26 puertas al mes, dando un mejora de 7.4%, y principalmente, el tiempo de entrega disminuiría de 590 a 554 minutos, con una reducción del 6.10%, todos estos resultados conllevan a entregas más rápidas y eficientes al cliente.

## Palabras Claves

Lean Manufacturing, Propuesta de Mejora, Tiempo de entrega, Ritmo del proceso, Orden de Entrega, Eficiencia, Productividad, Capacidad de Producción, Smed, Tpm, Kanban.

## Abstract.

This research was developed in HIALUVID which is a metallurgical enterprise, it has like a main problem the inefficiency at the moment of delivering the final product (roller shutters) to the costumer, generating complains and many problems.

For this reason, a proposal to develop the productive process is needed; it will allow decreasing the times of delivering the product to the costumers and guarantee its efficiency and productivity, by the use of tools of the methodology called Lean Manufacturing.

The development of the proposal, tools of the methodology called Lean Manufacturing such as 5'S, SMED, TPM, KANBAN were used. Those tools contributed to improve the total timing of the productive process. It will improve in 6.10% from the aggregated value in 2.13% and mainly that the process pace (talk time) of 315 minutes where 24 doors were made monthly, will increase one more minute, in other words 316 minutes to make 26 doors per month, enhancing the production in 7, 4%, all these results lead to faster deliveries to the costumers who are very satisfied with the service.

## Keywords

Lean Manufacturing, Lead Time, Takt Time, Order Lead Time, Smed, Tpm, Kanban. Proposal of Improvement, Efficiency, Productivity, Production Capacity.

## 1. Introducción

Desde tiempos remotos el hombre ha trabajado metales, desarrollando materiales y herramientas, que han marcado el progreso de los pueblos. (Icici, 2012). El sector

Metalmecánico ha llegado a convertirse en una de las principales actividades económicas del mundo. (Guerrero, 2012).

El comercio internacional de productos Metalmecánicos supera los 4.000 billones de dólares, representando más del 30% del total mundial. Dentro de esta industria, casi un 40% corresponde al sector de bienes de capital, un 20% a la industria automotriz y otro tanto al sector componentes electrónicos y artefactos eléctricos, completando el resto los demás sectores Metalmecánicos. (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2013) En este sentido, las economías exportadoras más importantes son los países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia), China, Estados Unidos, Japón y los países del sudeste asiático (principalmente Corea del Sur). (Burgos, 2010)

En Latinoamérica los países con mayor influencia son Brasil, Argentina, Chile y Colombia, para el 2012 la CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe) pronosticó un crecimiento de 3,7% de la industria metalmecánica en la toda la región incluyendo América latina y el Caribe, (Instituto de Desarrollo Industrial Tecnológico y de Servicios (IDITS), 2011)

En Ecuador la industria Metalmecánica constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país. De esta manera se justifica su transversalidad con los sectores alimenticio, textil y confecciones, maderero, de la construcción, etc. (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones [PROECUADOR], 2013)

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2011), este sector tiene el 65% de generación de empleo. El sector de Metalmecánica representa el 14% del PIB y ha tenido un crecimiento promedio anual de 7% desde el 2000 hasta el 2011. Un indicador importante de este sector es el de Encadenamiento Productivo, el cual da como resultado que el consumo intermedio de acero es del 65%, superior al de la industria manufacturera con el 59%. (Banegas, 2014)

## 2. Materiales y Métodos

Tomando en cuenta los análisis de la metodología Lean Manufacturing y sus diversos enfoques; se detalla el procedimiento que se utiliza para realizar la propuesta de mejora del proceso. Este procedimiento consta de 4 fases:

### Fase 1: Recolección y Búsqueda

Para tener una visión global acerca del sistema Lean Manufacturing y desarrollar su metodología, el primer paso fue realizar una investigación científica y técnica pertinente acerca de su filosofía, herramientas, aplicaciones, objetivos,

beneficios; la cual brindó información necesaria para iniciar el trabajo investigativo.

### Fase 2: Análisis del sistema productivo

Para el desarrollo de esta fase se realizó un diagnóstico inicial de la empresa metalmecánica HIALUVID concerniente al proceso de producción de puertas enrollables, actividades de los empleados, aprovisionamiento de materiales e insumos, venta del producto terminado, máquinas y herramientas, etc.; para determinar las áreas en las cuales se requiere mejoras en cuanto a temas de orden, limpieza, entregas de productos a tiempo y los siete desperdicios clásicos en una industria.

Para ello se consideró como base la observación de campo, entrevistas al gerente, trabajadores y clientes para conocer su grado de satisfacción con respecto a las puertas enrollables fabricadas por la empresa, estos instrumentos investigativos aportaron datos e información importante para el desarrollo de este proyecto y la utilización de herramientas de gestión de la calidad de las cuales se destacan:

- **Value Stream Mapping (VSM):** Esta técnica gráfica nos permitió visualizar todo el proceso detalladamente y entender el flujo, tanto de información como de materiales necesarios para que las puertas enrollables lleguen al cliente, con esta técnica se identificaron las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas.
- **Diagrama de Procesos:** Es la representación gráfica del proceso la cual ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en el proceso de producción de puertas enrollables, mostrando la relación secuencial entre ellas, el número de pasos del proceso lo cual facilita la comprensión de cada actividad.
- **Diagrama Causa – Efecto:** Esta técnica establece cuales son las posibles causas que generan un efecto no deseado o problemas dentro del proceso de producción de puertas enrollables. Se utilizó esta herramienta con el objetivo de dar soluciones a la problemática encontrada dentro del proceso productivo sea de maquinaria y equipos, recursos económicos, entorno, personas, gerencia, materiales y métodos.
- **Diagrama de Flujo:** Es una técnica que permite visualizar el proceso de forma gráfica, mediante símbolos líneas y conectores, indicando la secuencia que lleva dicho proceso, además de las interacciones entre cada uno de los subprocesos.

### Fase 3: Propuesta de Mejora

Esta fase estuvo dirigida a encontrar la solución al problema planteado donde se optó entre la amplia gama de técnicas y herramientas que agrupa la manufactura esbelta. Esta propuesta tuvo un enfoque riguroso y sistemático para decidir qué solución se debió adoptar para lograr solucionar la problemática encontrada. Para ello será necesario aplicarse las siguientes etapas:

**Etapa 1: Concientización Previa.**- Se llevó a cabo una concientización previa con todos los miembros de la metalmecánica a cerca de los beneficios que traerá consigo la implementación de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing en la empresa.

**Etapa 2: Desarrollo de la propuesta.**-En esta etapa se determinaron las herramientas que serán utilizadas para la implementación de la filosofía Lean, luego de haberse el realizado el diagnóstico inicial de la empresa.

### Fase 4: Análisis de resultados

Para determinar los resultados que se obtendrán en caso e implementarse la propuesta de mejora será necesario realizar los siguientes análisis por Indicadores o Medidas del desempeño:

- Por Herramientas Lean Manufacturing (9'S, SMED, TPM, VSM)
- Por Indicadores de Producción

## 3. Resultados

Se detalla a continuación la aplicación del procedimiento descrito. Para realizar un análisis de resultados de esta propuesta de mejora es necesario realizar los siguientes cálculos:

### Resultados Diagramas de Flujo y VSM

Como se observa en la siguiente tabla, los resultados de los tiempos obtenidos mediante el estudio de los diferentes diagramas de cada proceso y el VSM para la elaboración de puertas enrollables son los siguientes:

**Tabla1:** Resultados Diagramas de Flujo y VSM

Nº	Proceso	Tiempo Total (min)	Tiempo que Agrega Valor (min)	Tiempo que No Agrega Valor (min)
1	Abastecimiento	320	-	-
2	Flejado	140	110	30
3	Elab. del eje	19	12	7

4	Elab. de ángulo y canal antigata	16	11	5
5	Elab. de la base	13	11	2
6	Elab. de orejas	4	3.5	0.5
7	Elab. de rieles y banderas	13	9	4
8	Elab. de taparollo	7	6	1
9	Armado e Instalación	58	25	33
<b>TOTAL</b>		<b>590</b>	<b>187.5</b>	<b>82.5</b>

### Cálculos de Producción

Se llevó a cabo cálculos de los tiempos de producción total, por unidad, costo de mano de obra, capacidad de producción instalada, capacidad de producción actual, para determinar la situación actual de la empresa.

### Tiempo de Total de Producción

Es el tiempo empleado para cada operación del proceso de elaboración de puertas enrollables.

**Tiempo de producción por unidad** = T. Agrega Valor + T. No Agrega Valor

**Tiempo de producción por unidad** = 187.5 + 82.5 min

**Tiempo de producción por unidad** = 270 min/puerta enrollable

Se utilizaron 270 min para elaborar una puerta enrollable, es decir se utilizan 6480 minutos ó 108 horas para la elaboración de 24 puertas enrollables al mes.

**Tiempo Total de Producción**= T. Abastecimiento + T. Producción

**Tiempo Total de Producción** = 7680 min+ 6480 min

**Tiempo Total de Producción**= 14160 min

Es decir que el tiempo total para elaborar 24 puertas al mes es de 14160 min, 236 horas o 29.5 días, donde se suma el tiempo de abastecimiento y el tiempo de Producción.

### Productividad

Es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. (Gutiérrez, P., 2010).

### Productividad Actual

Se refiere a la utilización eficiente de los recursos (insumos) al producir bienes y/o servicios (productos). Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien son productivos con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado y se obtiene el máximo de productos. (Gutiérrez, P., 2010).

**Tabla 2: Datos de Productividad**

Datos Recolectados	
Días de trabajo al mes	20
Horas de trabajo al día	8
Horas de trabajo al mes	160
N° puertas enrollables	24
Tiempo de ciclo (minutos/puerta enrollable)	270
Tiempo de total de producción (minutos)	14160
Tiempo total de producción (horas)	236
N° de trabajadores	2

### Productividad General

Se calcula la productividad tomando en cuenta el insumo tiempo utilizado para la producción de 24 puertas enrollables y el tiempo total de producción.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{24 \text{ puertas enrollables}}{236 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad} = 0,20 \frac{\text{puertas enrollables}}{\text{hora}}$$

### Capacidad de Producción

Es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles como: equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia/conocimientos, etc. (Gutiérrez, P., 2010).

- **Capacidad de producción Instalada**

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{\text{Número de unidades o piezas} *}{\text{Tiempo}}$$

Tiempo Disponible

$$\text{Capacidad de Producción mensual} = 0.20 \frac{\text{puertas}}{\text{hora}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de Producción} = 32 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}$$

La capacidad de producción esperada es de 32 puertas al mes, tomando en cuenta las ocho horas diarias que trabajan los empleados y los 20 días al mes de labor, concluyendo que la empresa tiene una capacidad instalada de 384 puertas al año

- **Capacidad de Producción Actual**

$$\text{Capacidad de Producción} = \frac{\text{Número de unidades o piezas} *}{\text{Tiempo}}$$

Tiempo Disponible

$$\text{Capacidad de Producción mensual} = 0.20 \frac{\text{puertas}}{\text{hora}} * 7 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de Producción} = 28 \frac{\text{puertas}}{\text{mes}}$$

La capacidad de producción real es de 28 puertas al mes, ya que se debe considerar que los empleados trabajan siete horas diarias, debido que una hora se emplea en el tiempo de almuerzo, la cual se resta del tiempo disponible al día. Es decir que la capacidad actual anual es de 336 puertas.

### Tiempos Lean Manufacturing

Se llevó a cabo el cálculo de Lead Time, Order Lead Time y Takt Time para determinar la situación actual de HIALUVID.

#### Calculo del Lead Time

El Lead Time es el tiempo que transcurre desde que se inicia una solicitud de abastecimiento de materia prima e insumos a proveedores o fábrica de un determinado producto hasta que el producto terminado es entregado al cliente. El Lead time está compuesto por tres factores: (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

$$\text{Lead Time} = \text{LT Abastecimiento} + \text{LT Producción} + \text{LT Transporte}$$

$$\text{Lead Time} = 320 \text{ min} + 212 \text{ min} + 58 \text{ min}$$

$$\text{Lead Time} = 590 \text{ min}$$

El Lead Time de la empresa metalmecánica HIALUVID es de 590 minutos donde se consideran el Lead Time de Abastecimiento, Lead Time de Producción y Lead Time de Transporte, para la elaboración de cada puerta enrollable.

- **Order Lead Time (Olt)**

El Tiempo de Espera de una Orden u Order Lead Time (OLT, por sus siglas en inglés) es un parámetro característico de una red de logística. Es el tiempo que ocurre desde que una orden es puesta en el sistema (Fecha de Ingreso de la Orden) hasta el día que el cliente desea el material en su sitio (Fecha Deseada). (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

$$\% \text{ Entregas a Tiempo} = \frac{\text{Ordenes Entregadas a Tiempo}}{\text{Ordenes Recibidas}}$$

$$\% \text{ Entregas a Tiempo} = \frac{43}{68}$$

$$\% \text{ Entregas a Tiempo} = 63,23\%$$

El nivel de cumplimiento de pedidos entregados a tiempo es de 63,23% y el de incumplimiento es de 36,77%, los días de retraso de las puertas enrollables en los últimos seis meses fueron en total 29 días, reflejando un porcentaje de cumplimiento no adecuado.

#### Cálculo OLT

Es la suma de las multiplicaciones entre la cantidad de producto entregado y el tiempo de espera de las órdenes (OLT) dividido entre el número de órdenes ingresadas al sistema en el periodo de tiempo que el análisis se lleva a cabo en una locación en específico. (Cuatrecasas, 2006). Dicho de otra forma:

$$\text{OLT} = \frac{\sum \text{Cantidad entregada} * \text{Tiempo de espera}}{N^{\circ} \text{ Ordenes}}$$

$$\text{OLT} = \frac{24*5+23*3+26*6+22*4+26*6+24*5}{68}$$

$$\text{OLT} = 10.42 \text{ días}$$

El obtener este número permite a la empresa encontrar la relación ponderada por volumen entre la cantidad de material requerido por cada orden y el tiempo que tomó su entrega. El resultado obtenido de esta operación representa el promedio de días que toma desde que se ingresa una orden al sistema y el día deseado para su entrega tomando en cuenta los datos históricos y los volúmenes de cada orden.

#### Cálculo del Takt Time

Es el ritmo en que los productos deben ser completados o finalizados para satisfacer las necesidades de la demanda, este tiempo lo define el cliente y no el ingeniero o las políticas de la empresa dado que este tiempo está definido por la demanda y el tiempo disponible para cumplir con dicha demanda, para el caso particular en estudio este ritmo es el necesario calcularlo para poder asegurar que la planta va a cumplir con las demanda de los clientes. (Hernández, J., Vizán, A., 2013)

**Tiempo Disponible:** 8h = 480 min

**Días laborales promedio por mes:** 20

**Tiempo de Almuerzo:** 1:30 h = 90 min

**Break:** 12 min

**Tiempo Real:** T. Disponible – T. Almuerzo – Break = 480-90-12 = 378 min/día

**Demanda del Mercado/Cliente:** 24 puertas /20 días = 1.2 puerta /día

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda del Cliente}} = \frac{378 \text{ min/día}}{1.2 \text{ puerta/día}} = 315 \text{ min/puerta}$$

Con los datos analizados se puede establecer el “takt time” que expresa el ritmo al cual se mueve el proceso completo, es decir, a qué velocidad se necesita producir el producto para satisfacer la demanda del cliente. En este caso se tiene “takt” de 315 minutos para obtener un 1.2 puertas al día. Es decir si no se logra elaborar 1,2 puertas al día no se cumplirá con su demanda y estará tarde en sus envíos.

#### Calculo de la Eficiencia

Es la capacidad de lograr los objetivos, con la menor cantidad de recursos posibles, esto implica “hacer las cosas correctamente”, sin tener que gastar tiempo en actividades innecesarias. (Rajadell, M., García, J., 2010)

Para el caso de HIALUVID, se realizó el siguiente cálculo de la eficiencia donde se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo que Agrega Valor}}{(\text{Tiempo que Agrega Valor} + \text{Tiempo que no Agrega Valor})} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{187.5}{(187.5+82.5)} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 69.44\%$$

Significa que el proceso de elaboración de puertas enrollables, se encuentra a un 69.44% de eficiencia. Existe un 30.55% de desperdicio en el recurso tiempo.

#### Indicadores para la evaluación del Nivel de Servicio “NS” proporcionado:

**Tiempo del ciclo pedido-entrega:** Es el tiempo que media entre la recepción del pedido y la entrega del mismo

Para determinarlo se deben obtener un número de muestras (pedidos que se soliciten) que cumpla con los niveles de confianza adecuados y observar el tiempo que demoran en cumplimentarse (un pedido puede estar compuesto por un solo producto o por varios)

$$\text{Cns} = X + Z_{\zeta}$$

$$\text{Cns} = 16 + 1,96 = 17,96 \text{ días}$$

Se considera que el tiempo del ciclo de pedido - entrega del proceso de elaboración de puertas enrollables es de 18 días.

**Fiabilidad del ciclo pedido-entrega:** En este caso se puede utilizar la desviación de la duración de este ciclo, se puede también analizar el tiempo de atraso en la entrega del pedido

$$FC = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados en el periodo}}{\text{Cantidad de pedidos}} * 100$$

$$FC = \frac{43}{68} * 100$$

$$FC = 63,23 \%$$

**Disponibilidad del producto o fiabilidad del inventario:**

Se puede medir a partir de evaluar la razón de los pedidos entregados completos y los pedidos solicitados

- Según Pedidos

$$DPP = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados completos}}{\text{Cantidad de pedidos entregados}} * 100$$

$$DPP = \frac{43}{68} * 100$$

$$DPP = 63,23 \%$$

- Según Cantidades

$$DPC = \frac{\text{Cantidad de unidades entregadas}}{\text{Cantidad de unidades pedidas}} * 100$$

$$DPC = \frac{99}{145} * 100$$

$$DPC = 68,27 \%$$

El nivel de servicio general de la empresa viene dado por la integración multiplicativa de los medidores particulares seleccionados.

**NS= f(cantidad, calidad, plazo, costo, variedad, oportunidad)**

Se traduce en el indicador fiabilidad, el cual responde a un modelo multiplicativo:

$$Fs = \Pi \left( \frac{1 - Nf}{No} \right)$$

Donde:

Nf: Número de fallos

No: Total

Este indicador no es más que la satisfacción del cliente, por lo tanto su cálculo se efectúa a partir de recopilar información de los clientes mediante encuestas, entrevistas,

quejas, llamadas telefónicas, buzón; o sea, buscar la información acerca de la satisfacción de los clientes.

Se considera que existe una media de 12 pedidos por mes, con este dato se procede a los cálculos del ciclo y nivel de satisfacción del cliente.

**a) Ciclo de satisfacción del cliente (Csc)**

$$C_{NS} = \bar{X} + Z \sigma$$

$$C_{SC} = 15,33 + 1,96 * 1,03$$

$$C_{SC} = 17,35 \approx 18 \text{ días}$$

El ciclo de satisfacción del cliente máximo es de 18 días aproximadamente con un NS del 95%.

**Tabla 3: Cálculo OLT**

Mes	OLT (días)	Fallos (Nf)
Febrero	10,9	1
Marzo	7,6	1
Abril	13	1
Mayo	6,7	1
Junio	14,18	1
Julio	10	1
<b>Media</b>	<b>10,40</b>	-

Nivel de servicio proporcionado

$$NS = \pi \left( 1 - \frac{Nf}{OLT} \right), \text{plazo}$$

$$NS = \left( 1 - \frac{6}{10} \right)$$

$$NS = 0,6 * 100\%$$

$$NS = 60 \%$$

El nivel de servicio proporcionado es del 60 % considerando que es muy bajo.

**Análisis Comparativo**

Luego de realizado el diagnóstico a la empresa es necesario realizar un análisis comparativo que indique el porcentaje de mejora en caso de implementación.

**Por Indicadores Lean**

**Tabla 4: Indicadores Lean**

**INDICADORES LEAN EN HIALUVID**

Nº	Indicador	Frecuencia	Sin Lean	Con Lean
1	Control de mantenimiento de la maquinaria	Mensual	Eventual	Planificado
2	Áreas de trabajo	Diario	No establecidas	Señalizadas
3	Manejo de herramientas	Diario	Inadecuado	Adecuado

### Por Indicadores de Producción

A continuación se muestra los datos comparativos de la producción en caso de implementarse esta propuesta de mejora.

**Tabla 5:** Indicadores de Producción

Comparación Cálculos de Producción y Lean Manufacturing			
Descripción	Actual	Propuesto	Mejora (%)
Días de trabajo al mes	20	20	-
Horas de trabajo al día	8	8	-
Horas de trabajo al mes	160	160	-
Nº puertas enrollables	24	26	8.33
Tiempo de ciclo minutos/puertas enrollable	270	238	11.85
Tiempo de ciclo minutos	14160	13776.8	2.71
Tiempo de ciclo horas	236	229.6	2.71
Nº de trabajadores	2	2	-
Productividad Laboral (puertas/hora-trabajador)	0.10	0.11	9.09
Productividad General (puertas/hora)	0.20	0.22	14.28

<b>Capacidad de producción mensual</b>	28	31	10.71
<b>Lead Time minutos</b>	590	554	6.10
<b>Takt Time minutos</b>	315	316	7.40
<b>Eficiencia</b>	69.44%	77.31 %	7.87

## 4. Conclusiones

El sistema Lean Manufacturing busca el aseguramiento de la calidad del servicio y de los productos ofertantes por las empresas que implementen esta metodología, a través de la mejora del ambiente del trabajo y la eliminación de los siete desperdicios clásicos presentes en cualquier industria, todo esto se determinó mediante la revisión de bases científicas y teóricas.

Al realizarse el diagnóstico inicial del proceso de elaboración de puertas enrollables en HIALUVID, se determinaron como problemas existentes, la falta de organización y limpieza de la empresa, falta de un programa de mantenimiento preventivo, inadecuada organización en planta, inadecuada gestión de abastecimiento, causas generadoras que el producto final no sea entregado en el tiempo acordado al cliente.

Se diseñó la propuesta de mejora del proceso de elaboración de puertas enrollables con la aplicación de herramientas (9'S, Kanban, TPM, VSM, SMED) utilizadas en la metodología Lean Manufacturing, logrando el mejoramiento del proceso productivo, al eliminar las actividades que no generan valor, tiempos por reparación de maquinaria, esperas de materia prima e insumos, obteniendo como consecuencia mayor satisfacción al cliente, y disminución de los tiempos de entrega del producto terminado.

Con la implementación de la propuesta de mejora, se obtiene un tiempo total de producción de 554 minutos, tiempo que agrega valor de 184 minutos, takt time de 316 minutos, para elaborar 26 puertas por mes, dos por encima de las que se venían produciendo y principalmente el tiempo de entrega al cliente (Lead Time) disminuyó a 554 minutos con una reducción del 6.10%, garantizando que el producto será entregado en un tiempo adecuado al cliente.

## Agradecimientos

A Dios todopoderoso, porque con mi fe y esperanzas puestas en él, hoy llego a cumplir este gran sueño.

A mi familia que ha sido mi soporte y guía toda mi vida, gracias a su sacrificio y entrega hoy llego a cumplir esta meta profesional.

A mi querida Universidad Técnica del Norte, y a todos los docentes que han influido en mi formación profesional.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Casanovas, A. y Cuatrecasas, L., 2005, "Metodología para el diseño estratégico de la cadena de suministro, Lean Managment and Suply Chain Managment", IX Congreso de Ingeniería de Organización, USA.
- [2] Chamorro, E., & Cruz, C., Diseño de un Plan Estratégico para el reposicionamiento de la Microempresa Metalmeccánica Hialuvid de la ciudad de Ibarra, PUCESI, Ibarra.
- [3] Chase, R., 2003, "Administración de Producción y Operaciones, Manufactura y Servicios", Octava edición, Editorial Mc Graw Hill, Colombia, p. 669.
- [4] Jay Heizer, Barry Render. Principios de administración de operaciones. Prentice Hall 5ª Ed. 2004 México.
- [5] James, P., 2000, "Gestión de la Calidad Total. Un texto Introductorio", Editorial Prentice Hall Iberia, Madrid.
- [6] Liker, J., 2004, "The Toyota Way", Editorial McGraw Hill, New York, USA.
- [7] Manuel Rajadell, Jose Luis García. (2010). Lean Manufacturig: La evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos.
- [8] Niebel, B., 2006, "Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo", Décima primera edición, Editorial Alfa omega, México, p. 745
- [9] Pineda K., (2004, Febrero 10). Manufactura esbelta. Manual y herramientas de aplicación. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/manufactura-esbelta-manual-y-herramientas-de-aplicacion/>
- [10] Qualiplus, 2005, "Lean Production Taller para manejo de Flujo de valor", Editorial Qualiplus, Ecuador.
- [11] Shingo, S. (1993). El Sistema de Producción de Toyota: desde el punto de vista de la Ingeniería. Madrid: Tecnologia de Gerencia y Producción.
- [12] Taiichi, O., 1998, "Toyota Production System: Beyond large scale production" Editorial Productivity Press, Oregon, USA.
- [13] Taiichi Ohno. El sistema de producción de Toyota más allá de la producción a gran escala. Ediciones Gestión 2000 España 1991
- [14] Venegas, R., 2005, "Manual de las 5'S", <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm>, (Marzo 2010)

## Sobre el Autor

**Mishell YEROVI** nació en Ibarra, Imbabura, el 13 de Enero de 1993. Realizó sus estudios primarios en la Unidad Educativa Particular Madre Teresa Bacq, posteriormente sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Ibarra.

Estudiante de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial 2017.

Cuenta con varios certificados de capacitación: **Certificado de Buenas prácticas de manufactura, Certificado de suficiencia en el idioma inglés, en « Academic Language Center » de la Universidad Técnica del Norte, Certificado de aprobación de curso de « Electrónica Básica », en la Universidad Técnica del Norte**