



“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA TEXTIL ANITEX UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”

Edwin Patricio Curillo Perugachi

¹ 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
epcurillop@utn.edu.ec

Resumen.

Este proyecto tiene como objetivo principal Elaborar una propuesta de aplicación de Herramientas de Manufactura Esbelta para la reducción de desperdicios en el proceso de elaboración de pijamas, mediante la aplicación de metodologías aplicables a los problemas de la empresa textil. El trabajo consistió en buscar la fundamentación teórica de la filosofía de ME, seguido de un diagnóstico donde se establece el problema principal de 31% de incumplimiento de pedidos, llegando a efectuar mediciones de actividades que agrega valor y no agrega valor, consiguiendo hasta elaborar el Mapa de la Cadena de Valor de la situación actual de la empresa. Finalmente se realiza la priorización de las herramientas con criterios de costo, tiempo, factibilidad, viabilidad de la implementación logrando definir la propuesta de 5S's y Célula de Manufactura.

La Herramienta de Manufactura Esbelta 5S's, reducirá desperdicios o actividades que no agrega valor al producto esto implica que el tiempo de ciclo del proceso de corte disminuya de 4'04'' a 3'50'', estampado, de 4'24'' a 4'16 y empaque de 2'40'' a 2'36'' a si mismo se mejorara el ambiente laboral, de 46% a 87%.

Al implementar la Célula de Manufactura en el proceso de confección, el tiempo de ciclo reducirá de 8'28''/ pijamas a 4'55''/ pijama, esto implica que la capacidad de producción del proceso incrementara de 1080 pijamas

mensuales a 1964 pijamas mensuales, superando al a la demanda del cliente con 23% lo cual reducirá el incumplimiento de pedido del 31% al 0% esto permitirá que la empresa pueda cumplir a cabalidad los 1.589 pijamas mensuales que demanda el cliente. A continuación, se establece las etapas que permita eliminar el 31% de incumplimiento de pedidos ocasionada por mudas o Actividades que agrega valor y no agrega valor mediante la propuesta de implantación de las herramientas de Manufactura Esbelta.

Palabras Claves

Herramientas de Manufactura Esbelta, Actividad que agrega valor, Actividad que no agrega valor, Célula de Manufactura y Tiempo de Ciclo.

Abstract.

The main objective of this project is to prepare a proposal for the application of Lean Manufacturing tools the reduction of waste in the process of making pajamas, by applying methodologies applicable to the problems of the textile company. The work consisted of seeking the theoretical foundation of the philosophy of ME, followed by a diagnosis where the main problem of 31% of non-fulfillment of orders is established, reaching measurements of activities that add value and does not add value, getting to elaborate the Map of the Value Chain of the current situation of the company. Finally, the prioritization of the tools is done with criteria of cost, time, feasibility, feasibility

of the implementation, achieving definition of the proposal of 5S's and Manufacturing Cell.

The 5S's Slender Manufacturing Tool, will reduce waste or activities that do not add value to the product. This implies that the cycle time of the cutting process decreases from 4'04'' to 3'50'', stamping, of 4'24'' at 4'16'' and packing from 2'40'' to 2'36'' to himself, the work environment will be improved, from 46% to 87%.

By implementing the Manufacturing Cell in the manufacturing process, the cycle time will reduce from 8'28'' /pajamas to 4'55''/pajamas, this implies that the production capacity of the process will increase from 1.080 pajamas per month to 1.964 monthly pajamas, exceeding the customer demand with 23% which will reduce the order failure from 31% to 0%. This will allow the company to fully comply with the 1.589 monthly pajamas demanded by the customer. Next, the stages are established to eliminate 31% of non-fulfillment of orders caused by changes or activities that add value and do not add value by means of the proposed implementation of the Lean Manufacturing tools

Keywords

Lean Manufacturing, Lead Time, Takt Time, Efficiency, Productivity, Production Capacity.

1. Introducción

En la actualidad a nivel mundial la Manufactura Esbelta (ME) ha revolucionado la forma de producir al eliminar aquellas actividades que no agregan valor al producto final llamados también desperdicios (Guzmán, 2014). A lo largo de los años se han formado numerosas técnicas de mejoramiento, siendo estas la, Gestión de la Calidad Total (TQM), pasando por la Reingeniería de Procesos de Negocio (BPR), las ventajas competitivas del modelo de diamante de Porter y surgiendo la Filosofía de ME con las cuales se busca elevar los parámetros de productividad, calidad, apuntando a la excelencia industrial (Rios & Revoco, 2012).

Siendo el motivo de estudio de este trabajo titulado Propuesta de aplicación de HME, este sistema se basa en la disminución de desperdicios, mediante el uso de herramientas como; 5S's, a prueba de errores(POKA-YOKE), Células de Manufactura (CM), Mantenimiento

Productivo Total (TPM), Identificación a través de tarjetas o etiquetas (KANBAN) (Villena, 2016).

La aplicación de la ME, genera un gran impacto desde el punto de vista industrial, financiero y comercial. Se sustenta en una producción basada en la demanda, calidad, reducción de plazos de entrega y sobre todo una mayor satisfacción del cliente, y evita realizar actividades que no agreguen valor, esto genera un impacto de disminución a los costos de producción (CP), por ende, las utilidades serán mayores (Urmero Astros, 2013).

Un sondeo realizado a empresas manufactureras que han adoptado los principios de esta metodología destaca importantes beneficios en las áreas de operación, administración y gestión, con mejoras de hasta el 90% de reducción de tiempos en el ciclo de trabajo e incrementos del 80% en la calidad final del producto, permite también ganar cuota de mercado a la competencia, que produce con tiempos más lentos, costes más altos o menor calidad (Arota Acosta & Pacheco Duarte, 2017).

En el Ecuador no es común el uso de este sistema, por lo tanto, se ha visto necesario dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos, además, eliminar los desperdicios que se generan en el mismo, utilizando las Herramientas de Manufactura Esbelta (HME), que contempla los conceptos de actividades que agrega valor (AAV) y actividades que no agrega (ANV), y demás aspectos dentro del proceso.

2. Materiales y Métodos

Tomando en cuenta los análisis de la filosofía ME 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:

2.1 Análisis y Diagnóstico

Para tener una visión global acerca del sistema ME 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.

El trabajo consistió en buscar la fundamentación teórica de la filosofía de ME, seguida de un diagnóstico y mediciones llegando hasta elaborar el mapa de la situación actual de la empresa. Finalmente se realizó la priorización de las herramientas con criterios de costo, tiempo, factibilidad, viabilidad para la propuesta de la implementación.

- **Selección de la línea o producto a estudiar**

Se elegirá una de las cinco líneas, que pasea la mayor cantidad de producción para esto se utilizará el diagrama Pareto para organizar, y enfocar los esfuerzos para la

búsqueda de HME aplicable a los desperdicios que afectan a la línea seleccionada.

Dentro de la línea de producción más representativa seleccionada en este paso, se elegirá al producto de mayor volumen de producción o producto estrella.

- **Análisis de cumplimiento de pedidos**

Dentro de este análisis se contemplan datos como pedidos recibidos, pedidos atrasados específicamente del pijama, con los cuales se establecerá el nivel de cumplimiento de los pedidos recibidos por parte del cliente.

- **Estudio del tiempo estándar del producto**

Una vez elegido el producto estrella se procede a realizar el estudio de tiempos, con el objetivo de establecer TE, TC y cálculo del ritmo de producción (takt time). Para luego analizar y determinar problemas en cada proceso.

- **Desarrollo de mapa de flujo de valor actual**

Se diseñará el Mapa de Flujo de Valor actual (Value Stream Mapping, VSM), del producto estrella seleccionada en el paso anterior, que permite una visión panorámica de toda la cadena de valor. Con el propósito de identificar los problemas de ANV, identificar los desperdicios de ME. El alcance de la investigación es la identificación de actividades y medición de tiempos.

2.2 Propuesta de Mejora

- **Indicadores de Manufactura Esbelta**

Una vez elaborada el VSM actual, se identificará y pondrá un punto de partida a los indicadores, en base a los datos recolectados, que mejor nos ayuden a alcanzar los objetivos planteados en el diagnóstico actual de problemas dentro de la comparación del tiempo de ciclo y el ritmo de producción (takt time), Lead Time, Eficiencia, Capacidad de producción, Productividad Laboral.

- **Priorización de herramientas de manufactura esbelta**

Al haber identificado las HME en el mapa de flujo de valor futuro se procederá a priorizar las herramientas de manufactura esbelta con ayuda de herramienta Brainstorming y la matriz de priorización donde se relaciona el problema principal con los criterios costo, tiempo, viabilidad, factibilidad, dando solución con HME.

- **Propuesta de herramientas de manufactura esbelta**

Con el objetivo de poder conseguir las mejoras planteadas por la filosofía de ME, mediante la eliminación de los problemas priorizados en el paso anterior, se aplicará las herramientas resultantes de la matriz de priorización.

- **Desarrollo del mapa de flujo de valor futuro**

Obtenido la representación del estado actual del producto o familia, gracias al diseño del VSM actual y determinado los indicadores de ME, el siguiente paso será el diseño del VSM futuro que consiste en la identificación de HME que solucionen los problemas, las cuales serán evidenciadas con los resultados o mejoras obtenidos en cada proceso.

- **Evaluación del impacto económico**

En el paso final, las aplicaciones de las herramientas de manufactura esbelta serán costeadas en función a variables como: VAN TIR y C/B, con el fin de evaluar la factibilidad de la implementación de la propuesta de herramientas seleccionadas en función beneficio que se obtendrá de la empresa.

3. Resultados

A partir de la investigación realizada y la información recolectada al aplicar el procedimiento descrito que sirvió para realizar un análisis de resultados de esta propuesta de mejora es necesario realizar los siguientes cálculos:

Selección de línea o producto a estudiar

En la ilustración 1, se muestra el diagrama Pareto, propuesto por el economista italiano, Wilfredo Pareto (1843-1923), esta herramienta de calidad llamada la ley de 80-20, pocos vitales, muchos triviales, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto total, nos ayuda a determinar que el 20% de la producción, de la línea de pijamero genera el 80% de los ingresos (Pulido, 2009).

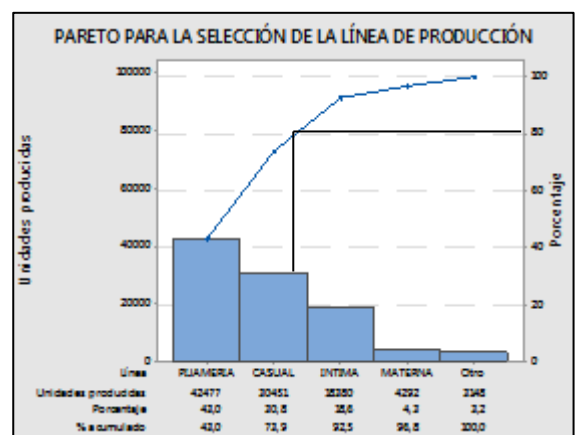


Ilustración 1. Aplicación de Pareto para la selección de la línea a estudiar.

Fuente: Autor

En este caso el diagrama Pareto indica que la línea de pijamero y casual son el 20% que representa el 80% de ventas tomando en cuenta las 5 líneas, pero debido a la complejidad del proceso y el tiempo corto para la culminación del proyecto, este estudio se centra solo en la línea de pijamero.

Con mención a lo anterior la línea de pijamas representa el 40% de la producción que genera el 60% de las ventas.

Análisis de cumplimiento de pedidos

De acuerdo con los datos recolectados en el transcurso del análisis de la situación actual, mediante entrevista a los trabajadores de empaque, estampado, corte se pudo establecer que la línea de pijamería se encuentra con un nivel de entrega de pedidos del 31%, como se aprecia en el siguiente calculo.

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

$$\% \text{ Entregas a Tiempo} = \frac{66}{95}$$

$$\% \text{ Entregas a Tiempo} = 0,69 \approx 69\%$$

El nivel de cumplimiento entregados a tiempo es de 69% y el incumplimiento es de 31%, reflejando un porcentaje de incumplimiento no adecuado. Es así como el presente estudio se enfoca en el análisis de cada uno de los procesos con el fin de determinar las causas que ocasionan desperdicios (Sobreproducción, esperas, transporte innecesario, reproceso, movimientos incensarios, inventarios, productos defectuosos), los cuales atacan a los tiempos de entregas de pedidos.

Estudio del tiempo estándar del producto

A partir del tiempo estándar se obtuvo los tiempos ciclo de cada proceso como se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempo de ciclo de cada proceso.

TIEMPO DE CICLO DE CADA PROCESO			
CORTE	CONFECCIÓN	ESTAMPADO	EMPAQUE
4'07''	8'28''	4'24''	2'40''

Fuente: Autor.

Desarrollo del mapa de flujo de valor actual

Al culminar el diseño del VSM actual se procede a identificar los principales desperdicios existentes en el mapa de flujo de valor que afecta a la línea de pijama. La finalidad es reducir estos desperdicios, y en caso de que se pueda eliminarlo aplicando las herramientas de ME.

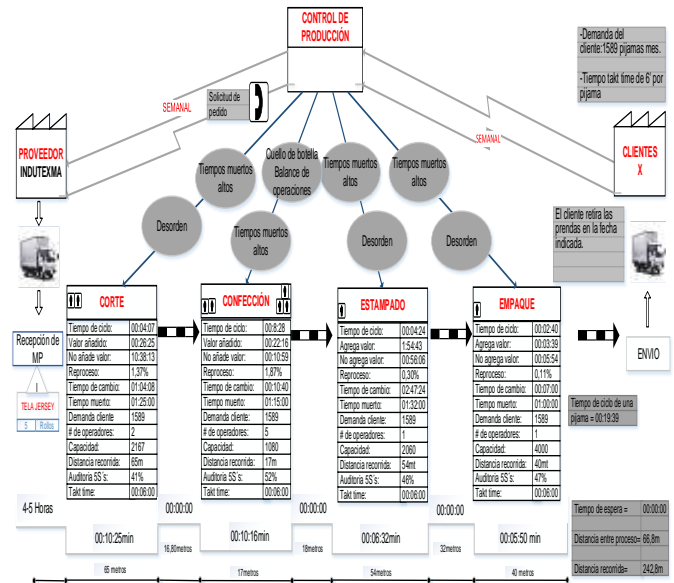


Ilustración 2. Mapa de flujo de valor actual (VSM).

Fuente: Autor.

Al culminar el diseño del VSM actual se procede a identificar los principales desperdicios existentes en el mapa de flujo de valor que afecta a la línea de pijama. La finalidad es reducir estos desperdicios, y en caso de que se pueda eliminarlo aplicando las HME.

Con mención a lo anterior se procede a describir los tipos de desperdicio identificados en el VSM actual.

Proceso de corte

Movimientos innecesarios: En el proceso de corte el tiempo de cambio o tiempo de preparación es de 1h 4' 08'', el cual es alta debido a que en dicho proceso existen movimientos innecesario o muda, estas actividades son: Buscar ordenes que se pierden con un tiempo de 3'30'', buscar herramientas que se pierden con un tiempo de 2'40'' y demoras por desorden con un tiempo de 2', sumando así un tiempo de movimientos innecesarios de 8'10'', este tiempo se multiplica de acuerdo al número de veces que sucede en este caso al menos tres veces al día por ende se tiene un tiempo de 24'30'', este tipo de mudas se pretende eliminar al implementar las 5S's y el resto de tiempo pertenecen a ANV pero que son necesarias en el proceso.

Desorden: Mediante la auditoría 5S's se establece que el proceso de corte tiene un nivel de cumplimiento del 41% el cual es considerado bajo, el mismo que se buscara mejorar los parámetros de la herramienta 5S's.

Proceso de confección

Flujo de producción: Al realizar una comparación del TC de 8'28'' y el tiempo takt time de 6', es considerado desperdicio debido a que este proceso no es capaz de cumplir con el tiempo requerido por el cliente de 6' cada pijama, para esto se analizará más afondo el flujo y la distribución de las operaciones dentro del módulo 5, con el fin de buscar reducir y ajustarse hasta el tiempo takt time.

La capacidad de producción de este proceso es de 1080 y la demanda del cliente es de 1.589 lo cual la empresa actualmente no está en capacidad de cumplir debido a que la capacidad tiene una relación directa con el TC.

Desorden: Mediante la auditoria 5S's se establece que el proceso de confección tiene un nivel de cumplimiento del 52% el cual es considerado bajo, el mismo que se buscara mejorar los parámetros de la herramienta 5S's, véase en anexo 9.2, en el cual especifica las debilidades a mejorar.

Proceso de estampado

Desorden: Mediante la auditoria 5S's se establece que el proceso de estampado tiene un nivel de cumplimiento del 46% el cual es considerado bajo, el mismo que se buscara mejorar los parámetros de 5S's.

Transporte: La distancia recorrida es de 47m debido a que el proceso está ubicado en el cuarto piso y los operadores bajan al proceso de confección para trasladar las prendas para estampar, y se dirigen al piso dos para entregar las prendas estampadas para su empaque. Para esto se buscará reubicar el proceso de empaque.

Movimientos innecesarios: El tiempo de cambio o de preparación es de 2h 47'24'' al no tener implantado la filosofía 5S's se pierde tiempo de 17'35'' en buscar negativos, 10'28'' en buscar cuadros y herramientas, estos son tiempos valiosos que se pierde al realizan ANV al producto y solo incrementan el TC, los tiempos restantes son de ANV pero que son necesarios, para eliminar o reducir estas actividades se propone la implementación de las 5S's.

Proceso de empaque

Desorden: Mediante la auditoria 5S's se establece que el proceso de empaque tiene un nivel de cumplimiento del 47% el cual es considerado bajo, el mismo que se buscara mejorar los parámetros de la herramienta 5S's.

Transporte: La distancia recorrida es de 40m el cual es generado por la ubicación en el segundo piso y los operadores suben hasta al proceso de confección y estampado con el fin de buscar prendas que se quedan en reproceso. Para esto se buscará reubicar el proceso de empaque.

Movimientos innecesarios: El tiempo de preparación es de 7' el cual es a causa de movimientos innecesarios como en este caso es la búsqueda de prendas en los procesos anteriores teniendo este un tiempo de 5'27'', para lo cual se pretende eliminar mediante la reubicación del proceso y aplicación de las 5S's.

Identificación de indicadores Manufactura esbelta

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 (Yerovi Huaca, 2017).

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

$$\text{Lead Time} = 300' + 319'36'' + 0$$

$$\text{Lead Time} = 319'36''$$

El Lead Time de la empresa textil ANITEX es de 319'36'' donde se consideran el Lead Time de Abastecimiento, Lead Time de Producción y Lead Time de Transporte, para la elaborar el pijama.

Calculo del tiempo que demanda el cliente (takt time)

El takt time representa la tasa de consumo requerida por el mercado o el cliente, dicho de otra manera, indica el ritmo o paso al que se debe producir para estar en sincronía con la demanda del cliente, partimos de la siguiente ecuación.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible de producción en la línea de pijamas}}{\text{Demanda del cliente}}$$

$$\text{Tiempo disponible de producción} = \left(1 \frac{\text{turno}}{\text{día}}\right) * \left(\frac{10\text{horas}}{\text{turno}}\right) * \left(\frac{60\text{min}}{\text{hora}}\right) * \left(\frac{60\text{seg}}{\text{min}}\right)$$

$$\text{Tiempo disponible de producción} = \left(\frac{10\text{hora}}{\text{día}}\right) * \left(\frac{3600\text{seg}}{\text{hora}}\right) = \left(\frac{36000\text{seg}}{\text{día}}\right)$$

$$\text{Tiempo disponible de producción real} = \left(\frac{36000\text{seg}}{\text{día}}\right) - \left(\frac{8280\text{seg}}{\text{día}}\right)$$

$$\text{Tiempo disponible de producción real} = \left(\frac{27720\text{seg}}{\text{día}}\right)$$

$$\text{Takt time} = \frac{27720 \text{ s}}{\text{día}} / \frac{79\text{pijamas}}{\text{día}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{351 \text{ s}}{\text{pijamas}}$$

$$\text{Takt time} = 5'85''/\text{pijama} \approx 6' \text{ pijama}$$

Por lo tanto, el TC actual de cada proceso debe ser igual o acercarse al máximo al tiempo takt time, pero lo cual se procede a realizar una comparación con cada TC versus el takt time, para poder tener una idea clara de cómo se encuentra el flujo de proceso a proceso.

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, para lo cual se hace uso los siguientes datos (Yerovi Huaca, 2017).

Tabla 2. Resumen de los tiempos que agrega valor y no agrega valor.

RESULTADO GENERAL DEL TIEMPO QUE AGREGA VALOR Y NO AGREGA VALOR						
ACTIVIDAD		ACTUAL			minutos	
PROCESO	DETALLE	Cantidad	Tiempo	Distancia	Agregan valor:	
		#	minutos	metros	No agregan valor:	
●	Operación	63	2:47:03	0	Total	2:47:03 167,03
■	Inspección	5	0:07:36	0		1:51:13 111,13
➔	Trasporte	15	0:27:41	136		4:38:16 278,16
D	Demora	7	1:15:55	35		
▲	Almacen.	1	0:00:00	5		
TOTAL		91	4:38:16	176		

Fuente: Autor.

La tabla 2, se detalla los tiempos de las AAV y ANV de la situación actual del proceso de elaboración de pijamas.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ que\ Agrega\ Valor}{Tiempo\ que\ Agrega\ Valor + Tiempo\ que\ no\ Agrega\ Valor} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{167'03''}{167'03'' + 111'13''} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{167'03''}{278'16''} \times 100$$

Efficiencia = 60%

Significa que el proceso de elaboración de pijamas se encuentra a un 60% de eficiencia. Existe un 40% de desperdicio en el recurso tiempo, evidenciando un grave problema debido a que existe mudas o ANV al producto.

Productividad laboral

Se refiere a la utilización eficiente de los recursos (insumos), al producir bienes o servicios (productos). Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimientos (Yerovi Huaca, 2017).

A continuación, se calcula la productividad laboral (Mano de obra) tomando en cuenta el resultado de la capacidad de producción actual de 1.080 pijamas al mes.

$$Productividad\ laboral = \frac{Total\ de\ unidades\ producidas}{(Total\ de\ horas\ hombre\ trabajadas)(N^o\ Trabajadores)}$$

$$Productividad\ laboral = \frac{1.080\ pijamas}{151\ horas * 5\ trabajadores}$$

$$Productividad\ laboral = \frac{1,40\pijamas}{Horas/trabajador}$$

Flujo de proceso en la línea de pijamas del módulo de pijama

El takt time es de 6' y el tiempo de ciclo actual en cada proceso son comparadas con el fin de determinar aquel con mayor TC, con mención a esto los procesos de; corte, estampado y empaque se evidencia que los TC son inferiores al takt time esperado por el cliente, salvo el proceso de confección ya que el tiempo de ciclo es superior, entonces se debe analizar y determinar el problema existente, lo cual es vital importancia que dicho TC debe ajustarse al takt time, siendo una de las condiciones que establece la gestión de ME. La ilustración 2, presenta la relación del tiempo takt time con el TC de cada proceso.

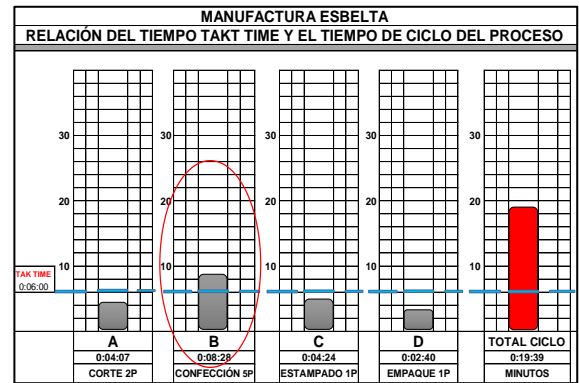


Ilustración 3. Relación de Takt Time vs el Tiempo de Ciclo de cada proceso. Fuente: Autor.

Capacidad de producción actual (sistema modular)

Se llevó a cabo el cálculo de la capacidad de producción actual, costo de mano de obra, productividad general, en un periodo de un mes en condiciones ideales. Cabe destacar que esta capacidad se determina al establecer el proceso de confección como cuello de botella debido a su alto TC y su baja capacidad de producción frente a las otras con mayor capacidad.

Este método analiza el camino que sigue la materia prima por las diferentes estaciones en este caso máquinas, cada una muestra la capacidad tomando en cuenta el recurso humano, tiempo, y los reprocesos existentes por cada máquina.

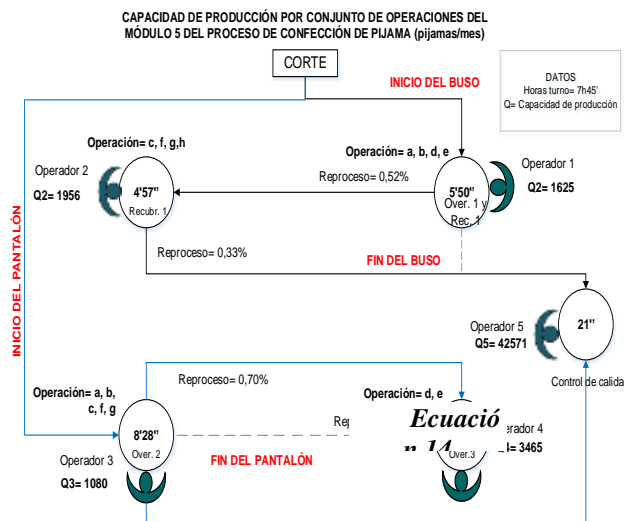


Ilustración 4. Capacidad de producción por conjunto de operaciones. Fuente: Autor.

La ilustración 4, muestra la capacidad de producción actual tomando en cuenta el conjunto de operaciones que deben realizar cada operador. A continuación, se realiza un análisis de la capacidad limitante.

Analizando la carga o volumen de productividad se elige la capacidad con mayor TC en este caso el operador 3 con un tiempo de ciclo de 8'28'' con una capacidad de 1080 la misma que será denominada como limitante de producción es decir al finalizar el periodo de un mes solo podrá producirse 1080 conjuntos o pijamas.

La capacidad de producción actual en el módulo 5 es de 1080 pijamas mensuales ya que se consideró el tiempo de 1'15" que representa el tiempo muerto por día, es por lo que se trabajan solo 7'45" día.

Auditoria 5S's

Mediante la auditoria "5S's" se determinó la situación actual de la herramienta, en base a estos resultados se empieza a la mejora a cada una del requerimiento, de esta manera persiguiendo el nivel óptimo de 100% de la aplicación de la herramienta en cada uno de los procesos.



Ilustración 5. Resumen de Auditoria "5S's" actual.
Fuente: Autor.

La ilustración 5, muestra el resumen de la auditoria de las "5S's", asignando un 41% para el proceso de corte, 52% en confección, 46% en estampado, y un 47% en empaque, los mismo que están detallados en el anexo 10, estos valores definen con exactitud de las debilidades que tiene cada proceso, en cuanto a la aplicación de la herramienta "5S's".

4. Propuesta de Mejora

En base a los datos obtenidos en el análisis de la situación actual de la empresa con el objetivo de buscar la reducción o eliminación del porcentaje del 31% de incumplimiento de pedidos en el producto estrella el pijama, se realiza una lluvia de ideas frente al problema, causas y las posibles soluciones o herramientas de ME el cual se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Matriz de brainstorming aplicada al problema de atrasos de entrega de pedidos.

BRAINSTORMING			
Herramienta:	Empresa:	Participantes:	Fecha:
Brainstorming	Anitex	4	18/11/2016
PROBLEMA	CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	PROCESO
ATRASO DE ENTREGA DE PEDIDOS 31%	No existe tiempos en el proceso de corte, estampado, empaque	Estudio de tiempos	Corte Estampado Empaque
	Tiempo de ciclo > takt time	Célula de manufactura	Confección
	Desorden y movimientos	5S's	Corte Estampado Empaque
	Paradas de maquinas	Mantenimiento autónomo	Corte Confección
	Operaciones incómodas	5S's	Confección

Fuente: Autor.

Posterior a la aplicación del brainstorming se procede a realizar la priorización de las herramientas para su posterior propuesta.

4.1 Priorización de las Herramientas de Manufactura Esbelta

Con el fin de priorizar y ordenar las herramientas a utilizar se presenta en la tabla 4 la matriz de priorización.

Tabla 4. Matriz de priorización de herramientas a proponer.

Herramientas	MATRIZ DE PRIORIZACIÓN FINAL				Sumatoria	Orden de priorización
	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4		
Lean	COSTO	TIEMPO	FACTIBILIDAD	VIABILIDAD		
Estudio de tiempos	28%	28%	29%	31%	29%	1ro
5S's	28%	23%	27%	24%	26%	3ro
Mantenimiento Autónomo	15%	23%	15%	15%	17%	4to
Célula de Manufactura	28%	26%	29%	29%	28%	2do
					100%	

Fuente: Autor

La tabla 4, presenta la matriz de priorización final, el cual es el resultado de la comparación de las herramientas con cada uno de los criterios (costo de implementación, tiempo de implementación, Factibilidad, Viabilidad). De acuerdo con los resultados la herramienta que va a ser propuestas en este estudio se realizara en el siguiente orden. Estudio de tiempos en el proceso de estampado, corte, empaque, 5S's en corte, estampado, empaque y CM en el proceso de confección.

4.2 Propuesta de Célula de Manufactura

Cabe destacar que esta propuesta solo se aplicara en el proceso de confección debido a que este es el cuello de botella, la misma que es limitante para el cumplimiento de la demanda del cliente.

4.2.1 Balance de operaciones en el módulo 5

El balance se realiza para reducir los tiempos de operación en cada operador de tal manera que se realice un bosquejo de la CM con un flujo continuo tanto para la prenda superior como para la prenda inferior que conforma el pijama.

La ilustración 6, indica la distribución de las operaciones a cada trabajador, los mismos que están agrupados de tal manera que se obtiene un solo valor en tiempos de operación de las 5 máquinas asignadas en la célula.

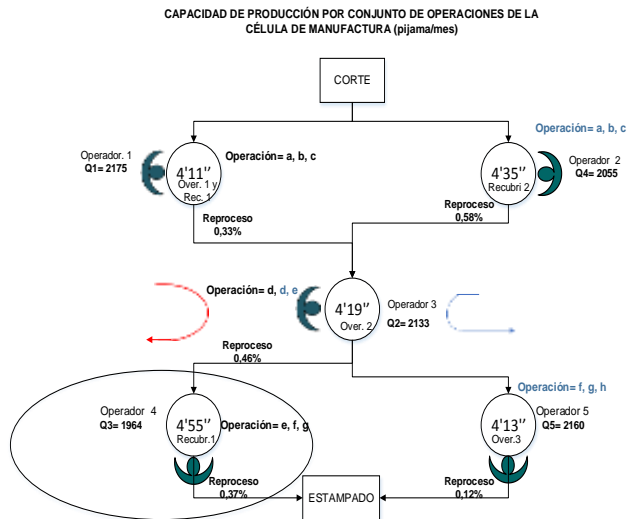


Ilustración 6. Capacidad y distribución de operaciones en la CM.
Fuente: Autor.

Analizando la carga o volumen de productividad se elige la capacidad con mayor tiempo de ciclo en este caso el operador 4 con un tiempo de ciclo de 4'55'' con una capacidad de 1.964 la misma que será denominada como limitante de producción es decir al finalizar el periodo de un mes solo podrá producirse 1964 conjuntos o pijamas.

4.3 Propuesta de la herramienta “5S’s”

Es necesario trabajar primeramente en esta herramienta, cabe recalcar que para justificar la propuesta se realizó una auditoria de “5Ss” la misma que ayuda a determinar el punto de partida y proponer los siguientes resultados que se alcanzara al cumplir con las especificaciones o requerimientos que la herramienta requiere en cada uno de los procesos, véase tabla 5.

Tabla 5. Valores que se persigue con la implementación.

RESUMEN DE AUDITORIA 5S's		
Fecha: 23/11/2016	Preguntas: 24	Realizado por: Autor
Proceso	Puntaje total	Porcentaje
Corte	123	88%
Confeción	125	89%
Estampado	117	84%
Empaque	112	87%

Fuente: Autor.

La tabla 6, muestra las mejoras que se obtendrán al implantar la herramienta “5S’s”.

Tabla 6. Mejora al implementar la propuesta de la herramienta 5S's.

PROPUESTA DE MEJORA AL IMPLEMENTAR 5S'S		
PROCESO	MEJORA	
	ACTUAL	PROPUESTA
CORTE		
Tiempo de preparación	1h 04'08''	39'38''
Tiempo de ciclo	4'07''	3'50''
Capacidad de producción	2183	2654
ESTAMPADO		
Tiempo de preparación	2h 47'24''	2h 27'50''
Tiempo de ciclo	4'24''	4'16''
Capacidad de producción	2060	2201
EMPAQUE		
Tiempo de preparación	7'	3'18''
Tiempo de ciclo	2'40''	2'36''
Capacidad de producción	4000	4068

Fuente: Autor.

Es vital detallar que las capacidades que se obtendrá al implementar no será la real debido a que la empresa operará con la capacidad del cuello de botella (confección).

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 como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Indicadores antes y después de la implementación.

INDICADOR	ACTUAL	RESULTADOS		UNIDADES	
		Propuesta	Mejora		
Tiempo de ciclo	8'28''	4'55''	↓	3'7''	Minutos
Capacidad de producción	1.080	1.964	↑	884	Unidades/mes
Capacidad de producción real	1.080	1.589	↑	509	Unidades/mes
Eficiencia	60%	72%	↑	12%	Agrega valor
Lead Time	319'36''	315'44''	↓	3'55''	Minutos/pijama
Productividad laboral	1,40	2,10	↑	0,7	pijamas/hora/tra bajador
Costo de producción	5.843,10	6.794,64	↑	951,54	\$/mes
Costo de producción unitaria	5,41	4,28	↓	\$1,01	\$/unidad
P.V. U	13,12	9,75	↓	3,20	\$/unidad

Fuente: Autor.

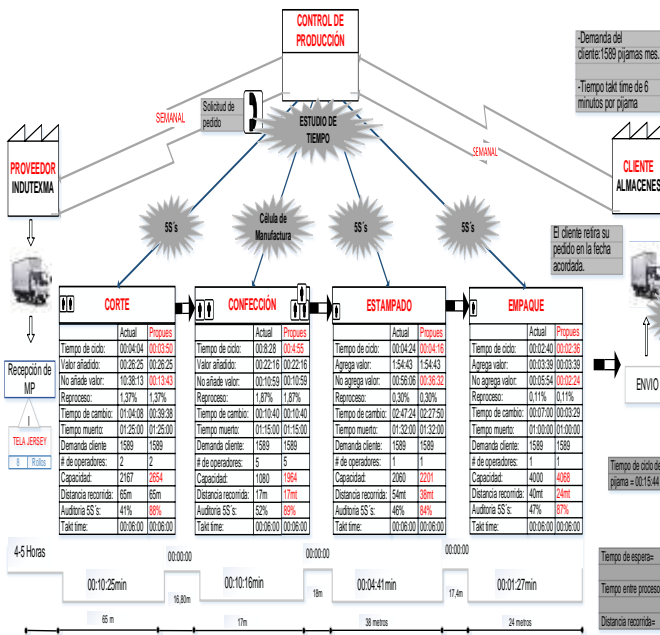
Desarrollo del mapa de flujo de valor futuro

De esta manera las herramientas de 5S's y CM apuntan a la mejora en capacidad y por ende una mejor satisfacción del cliente para lo cual se efectuó el VSM que se presenta en la ilustración 7, donde se presenta los indicadores que se mejorara en el proceso de elaboración de pijamas.

Proceso de corte

Desorden: Mediante la aplicación de las 5S's en el proceso de corte se mejorará el nivel de cumplimiento del 41% a 88%, véase en anexo 9.1 y 10.1.

Movimientos innecesarios: En el proceso de corte existe un tiempo de preparación de 1h 4'08'', el cual se propone reducir a 39'38'', mediante la eliminación de ANV como, buscar ordenes con un tiempo de 3'30'', buscar herramientas que se pierden con un tiempo de 2'40'' y demoras por desorden con un tiempo de 2', sumando así un tiempo de movimientos innecesarios de 8'10'', este tiempo se multiplica de acuerdo al número de veces que sucede en este caso al menos tres veces al día por ende se tiene un tiempo de 24'30'', esto se lograra con la aplicación de la primera fase organizar de la herramienta 5S's.



Movimientos innecesarios: El tiempo de cambio o de preparación es de 2h 47'24'' el cual se redujo a 2h 27'50'' al aplicar la primera fase organizar de las herramienta 5S's la cual se enfocó en reducir las ANV como: buscar negativos 17'35'' el cual se redujo a 6'05'', buscar cuadros y herramientas 10'28'' a 4'15'', en total se redujo 28'15'' en actividades que no agregan valor al producto teniendo un impacto positivo en el tiempo de ciclo ya que se redujo de 4'24'' a 4'16'', el tiempo restante son de ANV pero que son necesarios.

Proceso de empaque

Desorden: Mediante la aplicación de las 5S's en el proceso de confección se mejorará el nivel de cumplimiento del 47% a 87%.

Transporte: La distancia recorrida es de 40m se reduce a 24m el cual se logra por la reubicación al segundo piso, esto representa también una reducción en tiempo de la actividad buscar prendas en reproceso de 5' a 1'45'', esta actividad es considerada como ANV al producto.

Ilustración 7. Diseño del VSM futuro del proceso de elaboración de pijamas.

Fuente: Autor.

Proceso de confección

Desorden: Mediante la aplicación de las 5S's en el proceso de confección se mejorará el nivel de cumplimiento del 52% a 89%.

Flujo de producción: Mediante los tiempos otorgados por la encargada de confección se establece que el módulo 5 de pijamas tiene distribuidas las operaciones de la siguiente manera: Operador 1 con un tiempo de operación 5'50'', el operador 2 con 4'57'', operador 3 con 8'28'', operador 4 con 2'58'' y el operador 5 con 21'', los cuales mediante un balance de operaciones se distribuye de tal forma que el operador 1 ejecute las operaciones en 4'11'', el operador 2 en 4'35'', el operador 3 en 4'19'', el operador 4 en 4'55'', y operador 5 en 4'13''.

El TC se disminuirá de 8'28'' a 4'55'' de tal manera que sea menor al tiempo takt time de 6', para que esta sea capaz de cumplir con el tiempo requerido por el cliente de 6' cada pijama, para esto se analizó a fondo el flujo y la distribución de las operaciones dentro del módulo 5 buscando una distribución de la carga de operaciones ordenada y balanceada a cada operador.

Proceso de estampado

Transporte: La distancia recorrida total es de 54m el cual se redujo a 38m esta disminución se logra al reducir la actividad trasladar prendas a empaque de 32m a 16m, mediante el cambio de ubicación del proceso de empaque del piso 2 al piso 3, esto representa una disminución de 3'27'' a 1'30''.

4.4 Evaluación del impacto económico

4.4.1 Valor Actual Neto (VAN)

Para el flujo de caja se toma en cuenta los costos actuales y costos mejorados del proceso en relación con la mano de obra dentro del proceso productivo como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Costos mejorados de producción.

COSTOS	RESULTADOS DE MEJORA				
	METODO ACTUAL		METODO PROPUESTO		MEJORA
	Total	Unitari	Total	Unitario	
MPD	\$1.161,60	\$1,08	\$1.686,78	\$1,06	1,30
MOD	\$4.000,00	\$3,70	\$4.000,00	\$2,52	32,03
CIF	\$ 681,50	\$0,63	\$1.107,86	\$0,70	10,49
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$5.843,10	\$5,41	\$6.794,64	\$4,28	20,96
CAD	\$2.675,00	\$2,48	\$2.675,00	\$1,68	32,03
GV	\$1.600,00	\$1,48	\$1.600,00	\$1,01	32,03
COSTO TOTAL	\$10.118,10	\$9,37	\$11.069,64	\$6,97	25,64
UTILIDAD	\$4.047,24	\$3,75	\$4.427,86	\$2,79	25,64
PRECIO DE VENTA	\$14.165,34	\$13,12	\$15.497,50	\$9,75	25,64

Fuente: Autor.

Tomando en cuenta el Costo de Producción Actual de USD 5.843,10 de la elaboración de 1.080 pijamas mensuales y comparando el costo de producción de USD 6.794,64 de la elaboración de 1.589 pijamas mensuales que demanda el cliente el cual se obtendrá al implementar la propuesta de CM.

El flujo de caja está proyectado en un lapso de 12 meses, considerando que la recuperación de la inversión es factible en este transcurso de tiempo. Por otro lado, los costos de producción, total de ingresos, total de egresos actualizados se calcula en base a la demanda del cliente los cuales sirvieron para el cálculo del VAN, TIR, B/C y el periodo de recuperación. (Izar Landeta, 2016).

Tabla 9. Calculate del VAN

Tabla Valor Actual Neto (VAN)			
Nº	FN	(1+i) ^n	FN/(1+i) ^n
0	\$ -5.084,20	-	\$ -5.084,20
1	\$ 2.316,36	\$ 1,11	\$ 2.092,47
2	\$ 2.369,59	\$ 1,23	\$ 1.933,65
3	\$ 2.422,44	\$ 1,36	\$ 1.785,71
4	\$ 2.474,93	\$ 1,50	\$ 1.648,05
5	\$ 2.527,04	\$ 1,66	\$ 1.520,11
6	\$ 2.578,79	\$ 1,84	\$ 1.401,30
7	\$ 2.630,17	\$ 2,04	\$ 1.291,07
8	\$ 2.681,19	\$ 2,26	\$ 1.188,90
9	\$ 2.731,85	\$ 2,50	\$ 1.094,28
10	\$ 2.782,15	\$ 2,76	\$ 1.006,71
11	\$ 2.832,09	\$ 3,06	\$ 925,73
12	\$ 2.881,67	\$ 3,39	\$ 850,89
TOTAL			\$ 11.654,66
VAN			\$ 11.654,66

Fuente: Autor.

En la tabla 9, muestra el (VAN = \$ 11.654,66) > 0, Al ser un valor actual neto positivo, el proyecto resulta rentable.

4.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es definida como la tasa de descuento o tipo de interés que iguala al VAN en cero. En este caso la tasa descuento para la empresa es del 11% es la tasa que se obtiene al sumar la tasa pasiva (6,97%) +inflación promedio mensual (1,73%) + prima de riesgo (2%), por lo tanto, la TIR debe cumplir las siguientes (Izar Landeta, 2016)

Tabla 10. Tasa Interna de Retorno.

Tasa Interna de Retorno	
Tasa de descuento	VAN
0%	\$26.144,06
5%	\$17.717,61
10%	\$12.257,61
15%	\$8.577,76
20%	\$6.006,99
25%	\$4.151,63
30%	\$2.772,75
35%	\$1.720,72
40%	\$899,09
45%	\$243,92
50%	\$-288,19
55%	\$-727,44

60%	\$-1.095,29
TIR	47%

Fuente: Autor.

La tabla 10, muestra los valores obtenidos gracias a Excel donde se calculó este indicador (TIR = 47%) > 11% de la tasa de descuento de la empresa, entonces el proyecto se considera rentable.

4.4.3 Coeficiente Beneficio/Costo (B/C)

El coeficiente beneficio/costo se lo obtiene de la sumatoria del flujo total de los beneficios entre la sumatoria del flujo de los costos, la cual se detalla en la siguiente formula (Hernández Sánchez, 2015).

$$\text{Beneficio /Costo} = \$193.374,19 / \$160.142,58 = 1,21$$

Como se puede observar el B/C = 1,21 y este a su vez es > 1, por lo tanto, el proyecto en mención se considera rentable.

4.6.4. Período de la Recuperación de la Inversión (PRI)

Para la obtención del tiempo de recuperación de la inversión se determina a través de los flujos de caja el cual está detallado anteriormente. La inversión se recupera en el mes en el cual los flujos de caja acumulados superan a la inversión realizada en el proyecto, el interés que se ocupa para este cálculo es el de la inversión.

Tabla 11. Periodo de recuperación de la inversión.

PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN					
Meses (N)	Flujo Neto Presente (P)	Flujo Neto Futuro (F)	Interés Mensual (i)	Valor Presente (P)	Valor Presente Acumulado
0	\$ -5.084,20	\$ -5.084,20	-	\$ -5.084,20	
1		\$ 2.316,36	11%	\$ 2.092,47	\$ 2.092,47
2		\$ 2.369,59	11%	\$ 1.933,65	\$ 4.026,12
3		\$ 2.422,44	11%	\$ 1.785,71	\$ 5.811,82
4		\$ 2.474,93	11%	\$ 1.648,05	\$ 7.459,88
5		\$ 2.527,04	11%	\$ 1.520,11	\$ 8.979,99
6		\$ 2.578,79	11%	\$ 1.401,30	\$ 10.381,28
7		\$ 2.630,17	11%	\$ 1.291,07	\$ 11.672,35
8		\$ 2.681,19	11%	\$ 1.188,90	\$ 12.861,26
9		\$ 2.731,85	11%	\$ 1.094,28	\$ 13.955,54
10		\$ 2.782,15	11%	\$ 1.006,71	\$ 14.962,25
11		\$ 2.832,09	11%	\$ 925,73	\$ 15.887,97
12		\$ 2.881,67	11%	\$ 850,89	\$ 16.738,86

Fuente: Autor.

La tabla 11, se demuestra que la inversión realizada en la Empresa se recupera en el tercer mes.

5. Conclusiones

El sistema de ME ayuda a que las entregas sean rápidas, al más bajo precio y la cantidad requerida mediante la mejora el ambiente del trabajo, la eliminación de los siete desperdicios clásicos presentes en cualquier industria.

Al realizar el diagnóstico inicial se determinó que existe un 31% de incumplimiento de pedidos, esto ocasionado por procesos sin tiempos estándares, eficiencia del 60% y con un TC 8'28'' mayor takt time de 6', el cual se considera como cuello de botella o proceso crítico.

Al implementar la CM en el proceso de confección, el TC reducirá de 8'28''/pijamas a 4'55''/ pijama, esto implica que la capacidad de producción del proceso incrementara de 1.080 pijamas mensuales a 1.964 pijamas mensuales, superando al a la demanda del cliente con 23% lo cual reducirá el incumplimiento de pedido del 31% al 0% esto permitirá que la empresa pueda cumplir a cabalidad la demanda del cliente.

Al aplicar la primera fase organizar de la 5S's en el proceso de corte se eliminará la actividad buscar órdenes y buscar herramientas, reduciendo 24'30'' lo cual reduce tiempo de preparación de 1h4'08'' a 39'38'', por otra parte, el TC disminuirá de 4'07'' a 3'50'', en estampado se reducirá la actividad buscar negativos de 17'35'' a 6'05'' y la actividad de buscar cuadros de 10'28'' a 4'15'' lo cual disminuirá el tiempo de preparación de 2h 47'24'' a 2h 27'50'' y el TC de 4'24'' a 4'16''.

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] Arota Acosta, S., & Pacheco Duarte, L. (30 de Agosto de 2017). Diseño de un Modelo de Productividad Basado en Herramientas Lean Six Sigma para 4 Empresas PYMES del Sector Cuero, Calzado, Marroquenería en la Ciudad de Cali. Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- [2] Guzmán, C. (24 de Mayo de 2014). Prezi.com. Obtenido de Prezi.com: <https://prezi.com/zqjq72by0g3c/celulas-de-manufactura/>
- [3] Hernández Sánchez, J. M. (2015). Gerencia de proyectos con Project 2013. Bogota: Eco Ediciones Ltda.
- [4] Izar Landeta, J. M. (2016). Gestión y Evaluación de Proyectos. Cruz Manca: CENGAGE Learning.
- [5] Pulido, H. G. (2009). Control estadístico de la calidad y seis sigma. Mexico: MC Graw Hill education.
- [6] Rios, S., & Reveco, C. (03 de Septiembre de 2012). FILOSOFÍAS DE DISEÑO. Lima, Lima, Perú.
- [7] Suarez, M. (2012). INTERAPRENDIZAJE DE ESTADÍSTICA BÁSICA. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- [8] Urnero Astros, I. J. (27 de Julio de 2013). monografias.com. Obtenido de monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos94/la-gestion-cadena-suministros/la-gestion-cadena-suministros.shtml>
- [9] Villena, J. L. (04 de Marzo de 2016). "MEJORA DE METODOS Y TIEMPO DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS". Lima, Homonima, Perú.
- [10] Yerovi Huaca, M. A. (16 de febrero de 2017). "PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PUERTAS ENROLLABLES DE LA EMPRESA METALMECÁNICA HIALUVID, APLICANDO HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING". Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Sobre el Autor

Patricio Curillo nació en Otavalo, San Pablo de Lago Imbabura, el 3 de abril de 1990. Realizó sus estudios primarios en la Unidad Educativa Marian Angelica Idrobo, posteriormente sus estudios secundarios en el Colegio Técnico Carlos Crespi-Cuenca.

Estudiante de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial 2018.

Cuenta con varios certificados de capacitación: **Certificado de Manejo de AutoCAD, Certificado de Formulación Evaluación y Análisis Financiero de proyectos, Certificado de Analista de Operaciones Certificado de suficiencia en el idioma inglés**, en «Academic Language Center, Empresa Pública» de la Universidad Técnica del Norte.