

Analysis of improvement for the implementation of lean manufacturing tools in the clothing line of a textile company in Lima

S. Mejia Carrera, Bachiller, J. Rau Alvarez, Magíster
Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, samir.mejia@pucp.pe, jrau@pucp.edu.pe

Abstract -- The company, presents as a problem the delay in the delivery of orders of underwear to the client, generating disagreements, with this antecedent and as an alternative of solution this work is presented that has as objective to elaborate a proposal of application of tools of Lean Manufacturing for the reduction of waste in the process of making underwear, by implementing methodologies applicable to the problem of the textile company in Lima city.

Keywords-- Lean Manufacturing, reduction waste.

Digital Object Identifier (DOI): http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.236 ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil

S. Mejía Carrera, Bachiller, J. Rau Alvarez, Magíster
Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, samir.mejia@pucp.pe, jrau@pucp.edu.pe

Abstract— *The company, presents as a problem the delay in the delivery of orders of underwear to the client, generating disagreements, with this antecedent and as an alternative of solution this work is presented that has as objective to elaborate a proposal of application of tools of Lean Manufacturing for the reduction of waste in the process of making underwear, by implementing methodologies applicable to the problem of the textile company.*

Keywords— *Lean Manufacturing, reduction, waste.*

Resumen— *La empresa, presenta como problema el retraso en la entrega de pedidos de ropa interior, generando inconformidades. Con este antecedente y como alternativa de solución se tiene como objetivo principal, elaborar una propuesta para la reducción de desperdicios en el proceso de elaboración de ropa interior a través de herramientas de manufactura esbelta, y eliminar estos problemas presentados en la empresa textil.*

Palabras Clave— *Manufactura Esbelta, reducción, desperdicios.*

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a datos del Ministerio de Producción (2018), el sector manufactura contribuye entre el 13 y 14% del PBI nacional y con respecto al sector textil, el ministro de producción Raúl Pérez Reyes se mostró optimista al mencionar que la competencia directa ya no son la producción masiva ni el bajo precio; y que por el contrario se apunta a mercados más sofisticados debido a la calidad del algodón. También menciona que, hasta octubre del 2018, el crecimiento en el sector textil tuvo un aumento de 8%.¹ Según el presidente del Comité de Confecciones de la Asociación de Exportadores (ADEX), César Tello, dentro de las empresas textiles nacionales, solo el 25% es formal mientras que el resto se encuentra en el camino de la informalidad, teniendo como grandes retos el camino hacia la automatización, capacitación del personal, la tecnología y la competitividad.²

Por lo expuesto, el entorno cambiante de los negocios y la necesidad de seguir compitiendo, las empresas manufactureras en general, tienen como única alternativa aplicar herramientas de mejora continua y tecnología en sus procesos.

Ante esta coyuntura, la filosofía de manufactura esbelta, conocida como *Lean Manufacturing*, por sus siglas en inglés,

constituye una alternativa consolidada, pues el potencial que genera su correcta aplicación debe ser tomada en cuenta por cualquier organización que pretenda ser competitiva.

Siendo el motivo de estudio de este trabajo titulado Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de Manufactura Esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil, se tendrá como objetivos la disminución de desperdicios aplicando herramientas como 5Ss, Mantenimiento Autónomo y SMED. (Mejía, 2013), y también servir de guía a los futuros investigadores en temas relacionados.

II. ASPECTOS GENERALES

A. *Manufactura Esbelta*

Según Krajewsky, Ritzman & Malhotra (2013), la manufactura esbelta consiste en sistemas de operaciones que eliminan los desperdicios y retrasos en cada una de las actividades de la compañía y maximizan el valor agregado de sus productos.

Por otro lado, Chauhan & Singh (2012) explican que esta técnica con frecuencia disminuye el tiempo de la orden del cliente con su entrega y está diseñada para mejorar la rentabilidad, aumentar el nivel de servicio, mejorar el tiempo de procesamiento y la motivación de los empleados.

Mientras que Bhamu & Sangwan (2014) mencionan que el objetivo principal de la manufactura esbelta es transformar una empresa altamente receptiva a la demanda del cliente a través de la eliminación de desperdicios.

B. *Principios de Manufactura Esbelta*

Se menciona 5 principios los cuales son los siguientes:

1) *Especificar el Valor*

Para Belekoukias, Ioannis Garza-Reyes & et.al) el valor del producto (está definido por el cliente y este debe quedar satisfecho), además se debe entregar a tiempo y en las condiciones oportunas con un precio acorde al mercado y calidad alta.

2) *Identificar la cadena de valor*

En la producción con la metodología lean se deben identificar y comprender las actividades y procesos para fabricar un producto de acuerdo con las especificaciones del cliente para que posteriormente se optimice toda la cadena de valor desde la visión hasta el usuario final. Significa también lograr comprender lo que las personas realizan y sus razones.

3) *Flujo*

En la manufactura esbelta, el flujo se refiere a una producción continua, además de las cantidades de materia prima y

¹ Produce prevé que manufactura sostendrá crecimiento por encima de 4% en 2019
<https://peru21.pe/economia/produce-preve-manufactura-sostendra-crecimiento-4-2019-448191>
(Consultado 06 de febrero del 2019)

² Exportadores textiles "ven la luz al final del túnel"
<https://gestion.pe/economia/exportadores-textiles-ven-luz-final-tunel-232650> (Consultado 06 de febrero del 2019)

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.236>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities", 24-26 July 2019, Jamaica.

materiales que se necesitan para fabricar productos terminados. Esto últimos deben ser creados de una forma que minimiza o elimina retrasos, cuellos de botella, paro de producción, etc.

4) Tirar

Para Lopes, R. B., Freitas, F., & Sousa, I. (2015), tirar o “pull”, significa establecer órdenes de producción según la demanda del cliente en un contexto de comportamiento que implica reconocer que las personas operan bajo diferentes modelos mentales.

5) Perfección

Implementar y desarrollar mejoras de una forma continua y gradual con la participación de todos los colaboradores de la empresa. La herramienta Kaizen tiene como finalidad que las mejoras continuas nunca acaben y se genere un ciclo repetitivo.

C. Desperdicios o mudas

Arrieta (2015:130) nos dice: “este sistema incorpora múltiples conceptos destacados. Tal vez uno de los más relevantes es el desperdicio. Múltiples desperdicios pueden ser identificados en un proceso”. Los 8 tipos de desperdicios mencionados por la autora se mencionan en la siguiente tabla. Ver tabla 1 [1].

TABLA 1
DESPERDICIO O MUDAS EN UN PROCESO PRODUCTIVO

Sobreproducción	Hacer el producto antes, más rápido o en cantidades mayores a las requeridas por el cliente, ya sea interno o externo
Demoras o tiempo de espera	Operarios o clientes esperando por material de información
Inventario	Almacenamiento excesivo de materia prima, en proceso o terminada.
Transporte	Mover material en proceso o producto terminado de un lado a otro.
Defectos	Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso
Desperdicios de procesos	Esfuerzo que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente.
Movimiento	Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agreguen valor al producto o servicio.
Subutilización del personal	Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental)

D. Modelo de Gestión Lean

Hernández (2013:17-18) nos muestra una adaptación actualizada de la “Casa del Sistema de Producción Toyota”. Ver figura 1 [1]. Esta comienza con el techo de la casa que está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, al bajo costo, el menor tiempo de entrega (Lead Time). Luego, prosigue con las dos columnas que sustentan el sistema JIT y Jidoka. La base consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el Heijunka o nivelación de la producción acompañado del Kaizen o mejora continua. A estos cimientos tradicionales se le ha añadido el factor humano como clave en la implementación del Lean. Para finalizar, el autor menciona que la casa se construye en base a todas las herramientas de manufactura conocidas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del

sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento. Ver figura 1 [1].

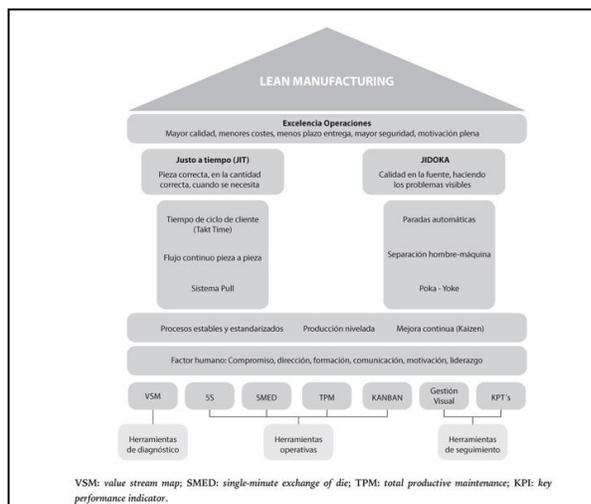


Fig. 1 Casa del Sistema de Producción Toyota

D. Principales herramientas de manufactura esbelta

El sistema Lean se compone de pilares, herramientas y técnicas que se encargan de sustentar los procesos que permiten alcanzar las metas y objetivos de mejora.

Un resumen de estas herramientas se encuentra en la Tabla 2.

TABLA 2
DESPERDICIO O MUDAS EN UN PROCESO PRODUCTIVO

Tipo de herramienta	Nombre	Descripción	Fuente
Pilares Lean	Six Sigma	Identificación y corrección de las causas de los errores y al hacerlo reduce la tasa a un nivel de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) o 6σ • Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo	(Kwak & Anbari, 2006: 708-709); (Arnheiter & Maleyff, 2005: 6-16)
	Justo a tiempo (JIT)	Busca lo siguiente: • Reducir plazos de entrega, niveles de inventario, mejorar la calidad. • Proporcionar operaciones fluidas y retroalimentación inmediata • Entregar al cliente lo que desea, en la cantidad que desea y exactamente como lo desea	(Cuatrecasas, 2006); Gaither & Frazier, 2000: 516, 537)
	JIDOKA	Busca lo siguiente: • Detener manual o automática el proceso de producción, a partir de la detección de errores, para prevenir despilfarros. • Automatización teniendo en cuenta al ser humano	(Hernández & Vizán, 2013:55-58); (Villaseñor & Galindo, 2009:72)
	Kaizen	Cultura de mejora continua sostenible. • Involucra a toda la estructura organizacional y tiene costos relativamente bajos. • Formar líderes para proponer mejoras en el largo plazo.	(Alukal & Manos, 2006: 14-22); (Imai, 2012, 1-14)

Herramientas de seguimiento	Gestión Visual	Busca lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Empoderar y generar sentido de pertenencia en los empleados. • Demarcar áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción. • Emplear indicadores 	(Alukal & Manos, 2006: 14-22); (Hernández & Vizán, 2013:52-54);
Herramientas Operativas	5Ss	Conformado por Seiri (Clasificación), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización); Shitsuke (Disciplina) <ul style="list-style-type: none"> • Evita problemas del desorden y la falta de instrucciones • Proporciona bienestar, disciplina y un ambiente armónico. 	(Villaseñor & Galindo, 2009:79); (Rajadell & Sánchez, 2010: 48-66)
	SMED Single minute Exchange of Dies	Conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización de nuevos mecanismos y anclajes funcionales, elimina tiempo muerto. 	(Villaseñor & Galindo, 2009:61-62); (Hernández & Vizán, 2013:42)
	TPM- Total Productive Maintenance	Conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados <ul style="list-style-type: none"> • Previene pérdidas en todas las operaciones de la empresa. • Maximiza la efectividad y alarga la vida del equipo. 	(Villaseñor & Galindo, 2009:61-62); (Hernández & Vizán, 2013:48-52)
	Kanban	Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que comunica información sobre el flujo del producto.	(Monden, 1996: 26-30)
	Células de manufactura	Celdas de trabajo que se diseñan para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familia de partes, permitiendo un flujo continuo transformando varios procesos, que trabajan de forma independiente, en una celda de trabajo conjunta. <ul style="list-style-type: none"> • Mejora la comunicación y utilización de personas y equipos 	(Villaseñor & Galindo, 2009:55); (Chang, Wu & Wu, 2013: 439-449)
	Poka Yoke	Instalación de dispositivos para detectar errores, para la producción y alertar al operario <ul style="list-style-type: none"> • A prueba de errores, respetando la inteligencia de los trabajadores • Prevenir la producción de defectos a través de la detección temprana de errores 	(Villaseñor & Galindo, 2009:83-85); (Hernández & Vizán, 2013:55-58);
Herramientas de Diagnóstico	Value Stream Mappign (VSM)	Mapa en el que se especifica la cadena de valor de la organización tanto en áreas productivas como gerenciales <ul style="list-style-type: none"> • Identifica el flujo de procesos y desperdicios. • Da respuesta a problemáticas de comunicación, personal, materia, equipos y proceso 	(Sullivan, Mc Donald, & Van Aken, 2002); (Nash & Poling, 2008:9-201);

III. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

La metodología a seguir es la desarrollada por Mejia (2013), la cual consta de dos fases. Ver figura 2 [2].

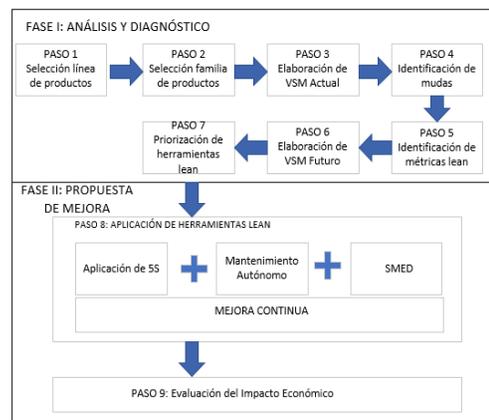


Fig. 2 Metodología desarrollada

Primera Fase: Análisis y Diagnóstico

Paso 0: Situación actual

La empresa textil tiene dos líneas de negocio: fabricación de calcetines y ropa interior, para el presente estudio se abordará la segunda línea.

Como estructura de organigrama la empresa tiene una estructura vertical. Ver figura 3 [3].

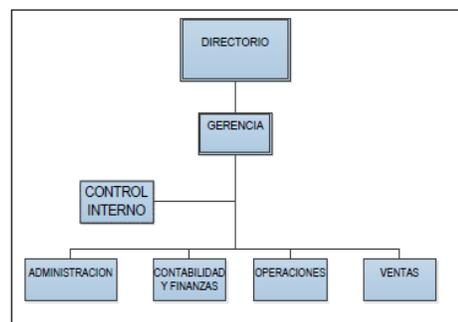


Fig. 3 Organigrama de la empresa en estudio

Por otro lado, la línea de confección de ropa interior se divide de acuerdo al material utilizado: algodón (fibra natural) y licra (fibra sintética). En la siguiente figura se muestra las principales actividades del proceso de confección de ropa interior. Ver figura 4 [4].

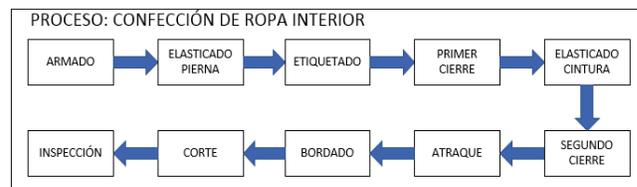


Fig. 4 Actividades del proceso de confección de ropa interior

Paso 1: Selección de la línea de producción a estudiar

Comienza con el análisis de la mayor producción de los productos de ropa interior, dividido por el tipo de material utilizado: algodón y licra. Ver figura 5 [5]. Se obtiene que la mayor producción es la de los códigos M003, M011, M009 y

M012 pertenecientes todos a la línea de algodón, durante 3 meses.

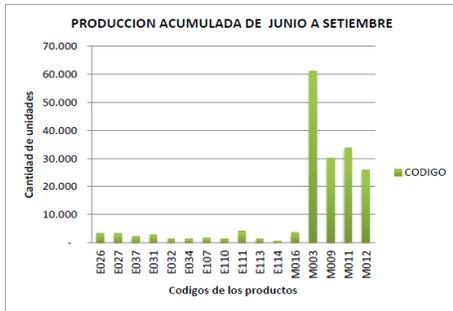


Fig. 5 Producción acumulada de junio a setiembre del 2012

Por otro lado, el análisis de Pareto, nos brinda una mejor visualización del análisis mencionado. Ver figura 6 [6].

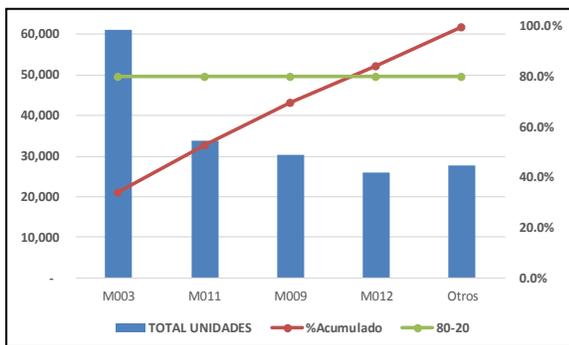


Fig. 6 Diagrama de Pareto de junio a setiembre del 2012

Paso 2: Selección de familia de productos a estudiar

El siguiente paso, es seleccionar la familia de productos, identificamos dos familias, la primera compuesta por los productos M003, M012 y M016, a quien llamaremos familia “A” mientras que, la otra familia compuesta por los productos M011 y M009, la llamaremos familia “B”. Ver tabla 3 [3].

TABLA 3 SELECCIÓN DE FAMILIA DE PRODUCTOS

PROD.	PASOS DE PRODUCCIÓN								
	REM	ELT	ETQ	REM	ELT	REM	ATC	BORD	CORTE
M003	X	X	X	X	X	X	X		X
M012	X	X	X	X	X	X	X		X
M016	X	X	X	X	X	X	X		X
M011	X	X		X	X	X	X	X	X
M009	X	X		X	X	X	X	X	X

Luego, el mayor volumen de producción queda en evidencia con la familia “A”, el cual representa el 59% del total. Ver tabla 4 [4]. Por lo cual concluimos que el análisis se realizará en esta familia.

TABLA 4 VOLUMEN DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS

Código	Modelo	Total, de unidades Producidas	%
M003	Nina	61200	
M012	Diana	25860	
M016	Zoe	3768	

Subtotal		90828	59
M011	ST. Tropez	33780	
M009	Nacar	30240	
Subtotal		64020	41
Total		154848	

Paso 3: Desarrollo de mapa de flujo de valor actual

Desarrollamos el mapa de flujo de valor actual de la familia A seleccionada. Ver figura 7 [7]. Se observa el flujo de información y de producción, los principales desperdicios, e indicadores como el tiempo de valor agregado (192.85 segundos) y el tiempo de no valor agregado (6.44 días), que sumados nos proporcionan el *Lead time* o tiempo de entrega.

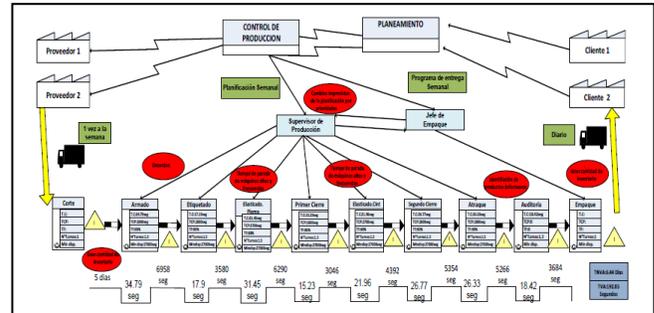


Fig. 7 Mapa de flujo de valor actual de la familia A

Otro indicador importante es el *takt time*, o ritmo de producción el cual lo tenemos representado por la siguiente fórmula. Tal como se muestra en (1).

$$\text{Takt Time} = (\text{Tiempo de Producción Disponible}) / (\text{Cantidad total requerida}). \quad (1)$$

Dónde:

Takt Time: Ritmo de producción

Para el caso de la empresa en estudio se obtuvo un tiempo de producción disponible de 43 200 segundos que multiplicados por el 59%, debido a la familia seleccionada, resulta 25 488 segundos y una cantidad requerida de producción de 732 unidades, con estos datos se obtuvo un tiempo takt de 34.81 segundos.

Paso 4: Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual. Ver tabla 5 [5].

TABLA 5 DESPERDICIOS IDENTIFICADOS

Desperdicios	Descripción
Sobre producción	<ul style="list-style-type: none"> No se cuenta con un área de planeamiento La producción se realiza por prioridades
Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> Inventarios de materia prima de 5 días Inventario entre proceso que implica tener un operario que alimente cada estación
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Traslado de avíos del 1° piso al 3° piso (área de cortes) Traslado del producto terminado (3° piso) al 1° piso
Movimientos innecesarios	<ul style="list-style-type: none"> Centros de trabajo de actividades secuenciales a gran distancia Tiempos altos de búsqueda de herramientas
Tiempo de espera	<ul style="list-style-type: none"> No se ha realizado un balance de carga de trabajo, es por esto que los puestos con menor tiempo de ciclo sufren esperas

herramientas Lean, la reducción de las siguientes métricas. Ver tabla 9 [9].

TABLA 9
MÉTRICAS OBJETIVO

Métricas	Punto Base	Objetivo
OEE	63%	75%
MTTB	55.63 horas	80.32 horas
MTTR	1.03 horas	0.65 horas

Paso 7: Priorización de herramientas de manufactura esbelta

En primer lugar, se realizará el análisis de Pareto para poder identificar los problemas principales los cuales son las paradas de máquina, desorden y movimientos innecesarios, reprocesos, inventario y mermas, en ese orden. Ver figura 10 [10].

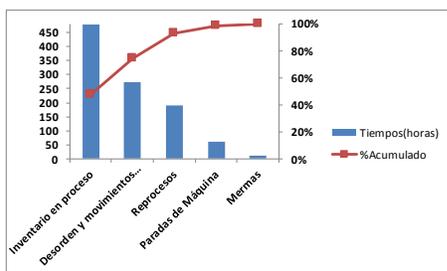


Fig. 10 Análisis de Pareto de los principales problemas

Luego, se realizará una matriz donde se aprecie cada herramienta de manufactura esbelta con su aplicación efectiva en un determinado tópico o área. Ver tabla 10 [10].

De la figura 10 y la tabla 10, concluimos que para atacar las paradas de máquina que traen como consecuencia la dificultad en el flujo continuo de producción, aplicaremos uno de los pilares del mantenimiento productivo total (TPM), denominado Mantenimiento Autónomo y en conjunto con el cambio rápido de herramientas (SMED), mientras que, para contrarrestar el desorden, movimientos innecesarios y los reprocesos, aplicaremos las 5Ss que también combina con las herramientas mencionadas.

TABLA 10
MATRIZ DE HERRAMIENTAS LEAN VS APLICACIONES

Herramienta Lean	Planeación/Habilitación	Demanda	Flujo	Nivelación	Control Visual
5S s	x				x
Inventario de Seguridad		x			
Justo Tiempo	a		x		
Kaizen	x				
SMED			x		
Trabajo Estandarizado		x			x
TPM			x		x
Jidoka				x	
Poka Yoke					x

Segunda Fase: Propuesta de mejora

Paso 8: Aplicación de Herramientas de manufactura esbelta

Aplicación de 5S y Mantenimiento Autónomo

Consideraciones

Primera S: Clasificación

Objetivo: ordenar y remover materiales innecesarios del lugar de trabajo.

Se implementó la estrategia del uso de tarjetas rojas, el formato utilizado es el siguiente. Ver figura 11 [11].



Fig. 11 Modelo de Tarjeta Roja

Después de la implementación se obtuvieron los siguientes resultados. Ver tabla 11 [11].

TABLA 11
RESUMEN DE TARJETAS ROJAS

Descripción	Cantidad
Elementos eliminados	9
Elementos transferidos	5
Elementos ordenados	3
Elementos que todavía permanecen	3

De las 20 tarjetas rojas colocadas, 9 fueron eliminadas que representa el 45%.

Segunda S: Ordenar

Objetivo: Organizar y ubicar las herramientas y objetos rápidamente

Se realizó la identificación de las áreas y se realizó la elaboración de letreros. Ver tabla 12 [12].

TABLA 12
RESUMEN DE LETREROS

Descripción	Cantidad
Mesa de corte	2
Mesa de inspección	4
Zona de avíos	2
Zona de productos terminados	2
Mesa de supervisor	2
Mesa mecánica	2
Zona de empaque	1
Mesa del jefe de empaque	1

Se utilizó pintura para marcar los suelos y pasillos, para diferenciar las áreas de paso de la planta, de las de trabajo.

Mantenimiento Autónomo

Se realizó en paralelo con la tercera S, después de haber implementadas las dos primeras S, se formó equipos de TPM autónomos, en esta etapa se procedió a estandarizar los nombres de los componentes y tipo de anomalías, también se busca establecer un punto de partida en función a objetivos de área, fotografiar las máquinas y listar los implementos necesarios para la limpieza. La prioridad de la implementación

la tendrá las máquinas elásticas que tienen 28 y 27 horas de parada, respectivamente. Ver figura 12 [12].



Fig. 12 Tiempo de parada de máquinas

Para alcanzar los objetivos planteados en esta fase se propone un plan de capacitación a los operarios en inspección, preparación de estándares y técnicas de lubricación. También para identificar las causas de paradas de máquina se realizó un análisis de causa raíz. Ver figura 13 [13].

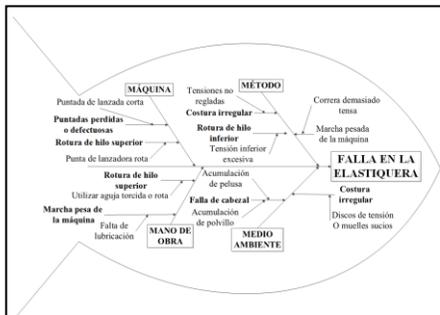


Fig. 13 Diagrama de causa raíz de la máquina de coser

Dentro de las principales causas identificadas se encuentran el salto de puntada debido al hilo de la canilla, las puntadas irregulares, rotura del hilo superior o de la aguja, entre otras.

Tercera S: Limpieza

Objetivo: Mantener limpias las áreas de trabajo. Se inicia con el día de la gran limpieza, que cubre las principales áreas de confecciones, corte y empaque. Como se mencionó previamente, la sinergia entre el mantenimiento autónomo y la fase de limpieza es necesaria, es por eso que el siguiente paso será la identificación de los focos de suciedad (FS) y los lugares de difícil acceso para la limpieza (LDA). Ver figura 14 [14].



Fig. 14 Diagrama de fuente de suciedad y lugar de difícil acceso

Dónde:

1. FS: Debajo de la mesa, una zona que casi nunca se limpia
 2. FS Porta hilo, que por el trabajo sufre un gran desgaste
 3. LDA La barra de aguja y la prensa de tela, deberían estar en perfectas condiciones para una producción continua
 4. FS La zona de hilos se cubre de pelusa y polvo
- Además, se realiza un mapa de la limpieza de las 5Ss donde se designarán responsables para las áreas: confecciones y empaque.

Cuarta S: Estandarizar

Objetivo: Visualizar rápidamente las situaciones anómalas. El primer estándar es dividir las áreas en cuatro para facilitar la limpieza, inspección y el seguimiento a las actividades, cada una tendrá un responsable que apoye a lograr los objetivos del proyecto. Ver figura 15 [15].

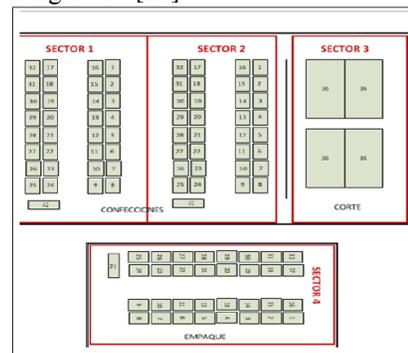


Fig. 15 Mapa de las 5S en el área de confecciones y empaque

Otro estándar es mantener la tela cortada como máximo 1 día en el área de corte para evitar tener espacio ocupado por un tiempo prolongado.

También, se busca que el producto terminado se envíe al área de empaque el mismo día para evitar el espacio ocupado y el tiempo en espera.

Se crean lecciones de un punto para estandarizar el mantenimiento y limpieza de las máquinas, para el ejemplo mostramos la operación enhebrado del hilo, que es una de las más complejas, demanda más tiempo y su mala ejecución puede provocar errores. Ver figura 16 [16].

LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)		Nº 1
Tema: Enhebrado de hilo en la Singer.		Fecha de elaboración: 20/02/2019
Elaborado por:		Elaborado por:
Aprobado por:		Aprobado por:
<p>Objetivo: Establecer un estándar de limpieza y mantenimiento para la máquina de coser Singer, asegurando que el operario pueda realizar el enhebrado correctamente y de manera segura.</p> <p>Alcance: Esta lección de un punto aplica a todos los operarios que trabajen en el área de confección de prendas de vestir.</p> <p>Responsable: El responsable del área de mantenimiento y limpieza de las máquinas de coser.</p> <p>Fecha de revisión: Se revisará esta lección de un punto cada 6 meses o cuando se detecten cambios en el proceso de enhebrado.</p> <p>Referencias: Manual de usuario de la máquina de coser Singer.</p> <p>Notas: Este documento es propiedad de la empresa y no debe ser distribuido fuera de ella. Cualquier uso no autorizado será considerado una infracción de las políticas de confidencialidad de la empresa.</p>		
Fecha de asistencia:		
Nombre:		

Fig. 16 Lección de un Punto (LUP) del enhebrado de hilo

También se busca concientizar a los trabajadores para el uso de equipos de protección personal como mandiles, orejeras y

mascarillas, pues están expuestos a muchos agentes perjudiciales para la salud como el polvillo y el ruido. Los avisos de señalización ante casos de emergencia, peligros y riesgos, así como los extintores y botiquines de primeros auxilios es otro estándar que debe implementarse para salvaguardar la integridad física de los colaboradores.

Quinta S: Disciplina

Objetivo: Mantener las 4S implementadas y buscar la mejora continua.

Se busca ganar hábitos y disciplina con el transcurso del tiempo, se propone talleres de refuerzo, donde los facilitadores y trabajadores con mayor conocimiento en la filosofía lean, explicarán a sus demás compañeros los beneficios y aprendizajes, para lograr no solo la interacción entre ellos, sino el fortalecimiento del proyecto por parte del equipo.

Otras estrategias utilizadas fueron la creación de eslóganes, insignias, boletines, letreros, manuales de bolsillo, entre otros.

Cumplimiento de Auditorías

Como parte de la evaluación del proyecto, se realizaron 12 auditorías para las 5 fases, en cada una de ellas se busca involucrar al personal en las actividades del proyecto, fomentar el liderazgo y el empoderamiento de las actividades. Se consideró como un puntaje en la escala de 0 al 100%, siendo 75% la meta en cada fase, los resultados se aprecian en la figura 17 [17].

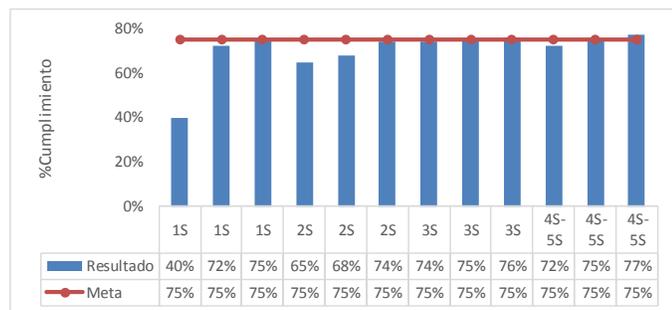


Fig. 17 Resultado de Auditorías

Aplicación de SMED

La metodología utilizada es la realizada por Barcia Villacreces & Mendoza Guerrero (200x) y consta de los siguientes pasos:

Paso 1 y 2: Formación del equipo de trabajo y capacitación en temas de SMED

Se mantuvo el equipo de trabajo de las 5S con la finalidad de realizarlo más rápido, ellos recibieron la capacitación adecuada donde se tocó puntos como diagramas de causa y efecto, diagrama multiactividades, elementos de máquinas, etc.

Paso 3 Análisis de la situación actual

Para seguir con la misma línea, la máquina elastiquera continuará como ejemplo en la presente investigación, la cual presenta un tiempo de cambio de herramientas o set-up de 20 minutos, dicha operación se realiza al inicio de turno lo cual genera un tiempo considerable de parada diario.

Paso 4 Análisis del cambio de formato

En este paso se continuará con el análisis de la familia de productos conformada por los códigos M003, M012, M016 de la línea de algodón, este consiste en analizar los tres cambios de formato que implica cambiar de un producto a otro, al no contar la empresa en estudio con un área de planeamiento y trabajar de acuerdo a prioridades, los cambios de formato suceden con alta frecuencia al día, en la máquina elastiquera varían entre 12 a 16 minutos. Ver tabla 13 [13].

Este proceso de cambio de formato, lo realizan dos personas, el operario y el mecánico, cada uno realiza una serie de actividades, de acuerdo a su función.

TABLA 13
MATRIZ DE CAMBIO DE FORMATO DE MÁQUINA ELASTIQUERA

Máquina	Producto	M003	M012	M016
Elastiquera	M003	0	16	18
	M012	16	0	12
	M016	18	12	0

En la máquina elastiquera, el operario realiza 11 actividades, mientras que el mecánico realiza solo 3 actividades, por lo cual existe un desbalance de distribución de actividades entre ellos, en la siguiente tabla se muestra el escenario base de cambio de formato. Se puede identificar también que el operario tiene el 17.5 % en espera, esto ocurre mientras espera la inspección inicial por parte del mecánico. Ver tabla 14 [14].

TABLA 14
ESCENARIO BASE CAMBIO DE FORMATO DE MÁQUINA ELASTIQUERA

Máquina	Tiempo (20 min)	Operario	Mecánico
Elastiquera	Compartida	10%	36%
	Individual	72.5%	64%
	Espera	17.5%	0

Paso 5 Identificación de actividades internas y externas

Luego de establecer las actividades necesarias para el cambio de formato por persona, se debe realizar la identificación de las actividades internas, que son las que requieren que la línea de producción esté parada, y las actividades externas, que permiten que se realicen las actividades en paralelo.

Para este análisis se utiliza también el diagrama de operaciones conjuntas que permite identificar que tanto el operador y el mecánico realizan actividades de cambio de formato con la máquina parada, cuando se podrían realizar antes o después de las operaciones sin necesidad de parar la producción.

TABLA 15
ESCENARIO BASE CAMBIO DE FORMATO DE MÁQUINA ELASTIQUERA

Máquina	Responsable	Actividades	Duración (min)
Elastiquera	Mecánico	Traslado	3
	Mecánico	Inspección visual	0.5
	Mecánico/ Operario	Ajustes necesarios	2
	Operario	Enhebrado del elástico	5
	Operario	Canillado	1

	Operario	Intercambio de prensatelas	1
	Operario	Ajuste de tensiones	0.5
	Operario	Ajuste de puntada	1
	Operario	Ajuste del ancho de costura	1
	Operario	Ajuste de presión de pedal	0.5
	Operario	Alimentar el diferencial	0.5
	Operario	Realizar cadeneta	0.5
	Operario	Probar cosido	3
	Operario	Seleccionar puntada	0.5

Paso 6 Exteriorización de actividades

Consiste en el entendimiento de cada actividad que pueda ejecutarse con la máquina parada, para lograrlo se realiza un análisis individual de las actividades en conjunto con los operadores y mecánicos de la planta.

Estas actividades son exteriorizadas al balancear la carga de trabajo del personal de la línea e incluirlas dentro del listado de inspección de operaciones durante el proceso anterior al cambio de formato. En la tabla siguiente se muestra el reordenamiento de las actividades para la máquina elastiquera. Ver tabla 16 [16].

TABLA 16
ESCENARIO BASE CAMBIO DE FORMATO DE MÁQUINA ELASTIQUERA

Máquina	Tiempo (20 min)	Operario	Mecánico
Elastiquera	Compartida	50%	36%
	Individual	50%	64%
	Espera	0%	0

En el diagrama de actividades conjunta del mecánico de línea y el operario antes de aplicar SMED, ver tabla 17 [17], se observa que se tiene 4 minutos de espera por parte del operario, además la operación con mayor tiempo de ejecución es la de enhebrado del hilo con 5 minutos.

TABLA 17
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS ANTES DE APLICAR SMED-ELASTIQUERA

Tiempo (min)	Actividades del Mecánico	Actividades del operario	
1-3	Traslado	Espera	
4	Inspección Visual		
5	Ajustes	Colabora con el ajuste	
6			
7-11		Realizar la misma función en otra máquina	Enhebrado del hilo
12			Canillado
13		Ajuste de tensiones	
14		Ajuste de ancho de costura	
15		Ajuste de presión de pedal	
16		Alimentar diferencial y realizar cadeneta	
17		Probar cosido	
18			
19			
20		Seleccionar puntada	

Por otro lado, la siguiente tabla muestra el diagrama de actividades conjuntas después de aplicar SMED, donde se elimina el tiempo de espera y se reduce la operación de enhebrado del hilo por medio de las lecciones de un punto e ingeniería de métodos para obtener un tiempo de set-up de 10 minutos. Ver tabla 18 [18].

Paso 7 Descripción de las actividades internas

Las actividades internas son las que necesitan tener la maquinaria detenida para poder ejecutarse, es por esto que se debe de poner la mayor atención y esfuerzo. Dentro de los cambios propuestos tenemos el adelanto de una hora del turno de llegada del mecánico, para que se asegure de tener todas las máquinas de la línea operativas, otro de los cambios será adelantar 15 minutos la llegada de los operarios para evitar perder tiempo en los servicios higiénicos y que estos estén operativos en su hora exacta.

TABLA 18
DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS DESPUÉS DE APLICAR SMED-ELASTIQUERA

Tiempo (min)	Actividades del mecánico	Actividades del operario
1	Solo mantenimiento correctivo si es necesario	Enhebrado del hilo
2		
3		Canillado
4		Ajuste de tensiones
5		Ajuste de ancho de costura
6		Ajuste de presión de pedal
7		Alimentar diferencial y realizar cadeneta
8		Probar cosido
9		
10		Seleccionar puntada
11-20		

Evaluación técnica de los impactos del rediseño

Después de la implementación de las 5Ss, el Mantenimiento Autónomo y el SMED, se tienen las siguientes mejoras para la máquina elastiquera. Ver tabla 18 [18].

TABLA 18
MEJORAS EN INDICADORES LEAN PARA LA MÁQUINA ELASTIQUERA

Indicadores	Antes	Después
MTBF	3.22 horas	11.87 horas
MTTR	17 horas	15 horas
OEE	63%	85%
SMED	20 min	10 min

Además, en la línea de producción se tienen las siguientes mejoras en términos de productividad. Ver tabla 19 [19].

TABLA 19
INCREMENTO DIARIO DE LA PRODUCTIVIDAD

Elemento	Antes (unidades/día)	Después (unidades/día)	Incremento (%)
M003	882	943	7
M012	828	941	14
M016	955	1035	8

Con respecto a la calidad se obtienen las siguientes mejoras. Ver tabla 20 [20]. Todos estos conceptos son utilizados dentro del área de calidad de la línea de producción seleccionada.

TABLA 20
MEJORA DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Concepto	Actual (%)	Después (%)	Reducción (%)
Error de costura	0.44	0.22	50
Mancha	5.3	0.5	90

Se aprecia la reducción del 50% en los defectos de costura y del 100% en manchas de telas.

Paso 9: Evaluación del impacto económico

El flujo de caja está proyectado en un lapso de 5 años, considerando que la recuperación de la inversión es factible durante este tiempo. Desde que inicia el proyecto, el año 0 representa el año en que se realizará la implementación de las 5S en conjunto con el mantenimiento autónomo y posteriormente la aplicación de SMED, luego en los años posteriores se podrá apreciar los ahorros y beneficios generados. Se considera un egreso de S/ 6,033.51 soles equivalente a la mitad de la inversión debido a auditorías y charlas programadas con el fin de mantener los proyectos. Ver tabla 21 [21].

TABLA 21
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

Elemento	0	1	2	3	4	5
Ingresos	0	11,587	11,587	11,587	11,587	11,587
Egresos	12,067	6,033	6,033	6,033	6,033	6,033
Flujo efectivo	-12,067	5,554	5,554	5,554	5,554	5,554

Finalmente, este flujo de caja nos deja como resultado los siguientes indicadores del proyecto: Valor Presente Neto (VAN), calculado con un COK del 20%, que tiene un valor de S/ 4,543 y una tasa interna de retorno (TIR), de 36%.

IV. BENEFICIOS

Con respecto a la implementación de las 5S y el mantenimiento autónomo uno de los beneficios es la reducción de los tiempos de acceso a los avíos (materia prima), herramientas y otros elementos que mejoren el flujo de trabajo. También la gestión visual es muy importante, pues permiten apreciar rápidamente algún desperfecto o falla de máquina, además en temas de seguridad las señales permiten estar prevenidos ante cualquier eventualidad.

También, al contar con un ambiente más limpio, esto conduce a un aumento significativo de la efectividad global de equipo al reducir los desperdicios y mejorar la calidad.

Por otro lado, la implementación de SMED provocará múltiples beneficios como la reducción del tiempo de set-up de la máquina elastiquera de 20 a 10 minutos.

En general, la implementación de las herramientas de manufactura esbelta conlleva a incrementar el nivel de conocimiento de los operadores técnicos, operadores de calidad, y los mecánicos, al verse todos ellos involucrados en el proceso, lo cual será muy importante para mantener una cultura de mejora continua.

V. CONCLUSIONES

La implementación de manufactura esbelta en la empresa proporciona una ventaja competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento, que a largo plazo se verá reflejado en aumento de ventas y mayor utilidad para la empresa.

Con respecto a la implementación de las 5s, esta es fundamental para iniciar la implementación de otras herramientas de manufactura esbelta, tal como el

mantenimiento autónomo y el SMED, ya que conlleva a incrementar el nivel de cultura de mejora continua e involucra en forma horizontal a todos los colaboradores, además de ser una herramienta que se basa en conceptos sencillos pero que cultivan la disciplina como símbolo.

Por otro lado, su combinación con el mantenimiento autónomo contribuirá a mejorar el ambiente de trabajo, pues eliminarán los desperdicios y generará un cambio de actitud por parte de los colaboradores.

Mientras que, la implementación de SMED nos permitirá conocer a detalle el proceso de operación y puesta en marcha de la línea de confecciones tanto en aspectos operativos como de seguridad y calidad.

REFERENCIAS

- [1] ARRIETA CANCHILA, K. (2015). Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación: una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia). *Universidad & Empresa*, 17 (28), 127-145.
- [2] BARCIA, K & MENDOZA G. (S/F) "Aplicación de la metodología SMED para la reducción de los tiempos de cambio de formato en una línea de producción de helados". *Revista tecnológica ESPOL*. Guayaquil. Consulta: 17 de febrero del 2019.
- [3] BHAMU, J., & SANGWAN, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- [4] BELEKOUKIAS, I., GARZA-REYES, J. A., & KUMAR, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346-5366. doi:10.1080/00207543.2014.903348.
- [5] CHAUHAN, G., & SINGH, T. P. (2012). Measuring parameters of lean manufacturing realization. *Measuring Business Excellence*, 16(3), 57–71. Consulta: 10 de febrero del 2019 <https://doi.org/10.1108/13683041211257411>
- [6] CURILLO, E. & SARAGURO, R. et al. (2018), "Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa textil Anitex, Atuntaqui, Ecuador". *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Consulta: 10 de febrero del 2019.
- [7] HERNÁNDEZ, J & VIZÁN, A. (2013), *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación Escuela de Organización Industrial. Consulta: 10 de febrero del 2019.
- [8] KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., & MALHOTRA, M. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y Cadena de Suministro*. (M. González, Ed.) (Décima Edición). México D.F.
- [9] LOPES, R. B., FREITAS, F., & SOUSA, I. (2015). Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. *Journal of Technology Management & Innovation*, 10(3), 120-130.
- [10] MARULANDA, G. & GONZÁLES, N. (2017), "Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas colombianas con sede en Colombia". *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Nariño*. Vol. XVIII. No1. Consulta: 10 de febrero del 2019.
- [11] MEJIA, S. (2013). "Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta". Tesis para optar el título de ingeniero industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial. Consulta: 10 de febrero del 2019.