

---

## Aplicación del Lean Manufacturing en PyMES de Confección Textil

### Application of Lean Manufacturing in PyMES for Textile Clothing

---

Pablo Alfredo Soto Ramos  
pijk38@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca

#### Resumen

El análisis de la gestión productiva de la PyME "CP" de confecciones textiles, en nuestro caso, concluye que los problemas críticos (despilfarros) que afronta son: la gestión de la mano de obra, el método de trabajo que dispone, la maquinaria que utiliza, y los materiales textiles que usa. En consecuencia la "reducción" de tales desperdicios se convierte en una necesidad práctica para la empresa por mantenerse competitiva en el mercado. El objetivo del presente trabajo es el planteamiento y aplicación de un método sencillo, sistemático y eficaz, denominado Lean Manufacturing para PyMES (LMP), basado en la metodología Lean Manufacturing (LM), para obtener mejores resultados en el área productiva de la empresa. El método comprende 8 etapas y su aplicación práctica se ha realizado en la PyME "CP", de la ciudad de Arequipa dedicada a la confección industrial de ropa de trabajo, "comandos" para minería. Los resultados muestran una mejora en la productividad de la empresa por disminución de los desperdicios en la gestión de materiales, demoras, mano de obra, métodos de trabajo y maquinaria en la confección del modelo "comando".

**Palabras claves:** *Lean Manufacturing, Pymes, Confecciones, Competitividad, Desperdicios.*

#### Abstract

The analysis of the productive management of the PyME "CP" of textile confections, in our case, concludes that the critical problems (waste) that it faces are: the management of the workforce, the working method that it has, the machinery that use, and the textile materials you use. Consequently, the "reduction" of such waste becomes a practical necessity for the company to remain competitive in the market. The objective of this paper is the approach and application of a simple, systematic and effective method, called Lean Manufacturing for PyMES (LMP), based on the Lean Manufacturing (LM) methodology, to obtain better results in the productive area of the company. The method comprises 8 stages and its practical application has been carried out in the SME "CP", of the city of Arequipa dedicated to the industrial confection of work clothes, "commandos" for mining. The results show an improvement in the productivity of the company due to the reduction of waste in the management of materials, delays, labor, work methods and machinery in the preparation of the "command" model.

**Keywords:** *Lean Manufacturing, PyMES, Apparel, Competitiveness, Waste.*

**Introducción**

Lean Manufacturing (LM) es una filosofía de gestión de la producción de origen japonés, que busca mejorar y optimizar la producción de bienes y/o servicios reduciendo o eliminando toda actividad que no añada valor al proceso de producción y a sus productos. Lean Manufacturing, también es considerada como una estrategia administrativa que permite la generación de valor mientras se reducen los desperdicios. (Womack, 1996).

En América, los principios del Lean Manufacturing se manifestaron en la vida productiva desde Benjamín Franklin, quien habló acerca del tiempo perdido y la carga innecesaria de inventario, Frank Gilbreth, cuyo enfoque era la reducción de movimientos, hasta Frederick Taylor, quien introdujo el estudio de tiempos y movimientos para reducir el tiempo de los procesos. (Gonzales, 2007).

Tales pérdidas de tiempo, inventarios, movimientos y actividades o procesos productivos que usan más recursos de lo estrictamente necesario se agrupan comúnmente en los siguientes “despilfarros” de producción:

Tabla 1.  
Despilfarros de producción

Nº	Despilfarro	Tipificación
1	Sobreproducción	Hacer más de lo que el cliente ha solicitado Producir más de la cantidad necesaria
2	Inventario	Más producto a la mano del que el cliente necesita Acumulación de stock final o en curso innecesario
3	Transporte	Mover materiales o productos más de lo que es necesario
4	Tiempos de espera	Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso. Tiempos muertos entre actividades o fases productivas
5	Movimiento	Cualquier movimiento extra innecesario del operador en el puesto de trabajo cuando él o ella está realizando una secuencia de trabajo
6	Sobre procesamiento	Hacer más cosas al producto de las que el cliente pidió Trabajar más de lo necesario en el producto
7	Corrección de defectos	Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera re trabajo o inspección. Incluye scrap y asuntos de apariencia
8	Asignación inadecuada de RRHH	No asignar los trabajos en función de las capacidades de los empleados

Nota. Elaboración propia basado en Gonzales (2007).

En nuestro caso, el análisis de los problemas que la PyME “CP” afronta, muestra que la mano de obra sin experiencia, lenta, sin pro actividad y desmotivada constituye un problema crítico a superar, asimismo los métodos de trabajo que emplea “CP” son ineficaces e ineficientes, lo que se evidencia por el incumplimiento de fechas de entrega de pedidos y la tendencia al alza de costos en el uso de sus recursos empresariales, adicionalmente, el estado actual de la maquinaria del taller de la empresa, malogradas y sin reparación por falta de repuestos, obsoletas, sin mantenimiento principalmente preventivo y sin aditamentos, también suman al problema; finalmente la gestión de los

materiales textiles, escasos (por ser de moda) y por ende relativamente caros, no es el adecuado dentro del taller de confecciones de la empresa, al estar desordenados y sin control eficaz por almacenamiento inadecuado.

El pronóstico de la situación creada por la deficiente producción de bienes y servicios de la empresa “CP”, determina la necesidad de mejorar y controlar los procesos productivos, mediante una metodología de producción que sea simple, sistemática y eficaz; de no implementarse tal metodología la situación problemática descrita llevaría a la empresa a una pérdida paulatina de competitividad en el sector textil confecciones, declive empresarial y finalmente el cierre de la empresa.

**Materiales y métodos**

Tras el diagnóstico inicial de la problemática de la empresa y la evaluación previa de las condiciones para la implementación de las herramientas LM, la gerencia de “CP” caracterizada por su quehacer bajo los principios de la mejora continua y la solución de problemas, tomó la decisión de apoyar todas las actividades necesarias para implementar el método LMP, desde identificar los problemas críticos hasta finalmente resolverlos poniendo en práctica el método propuesto.

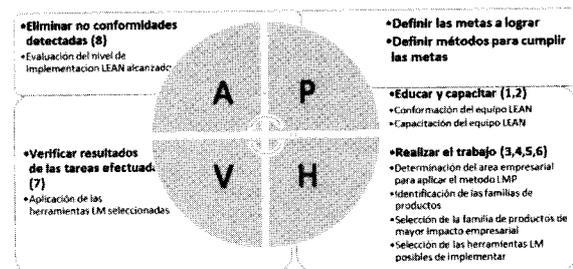


Figura 1. Método LMP y Ciclo de Mejora Continua

La propuesta del método LMP dentro de la gestión de mejora continua se muestra en la fig. 1 y consiste en: Determinar la cadena de valor del proceso productivo de “CP”, aplicando el enfoque de determinar los desperilfarros que se producen, utilizando diversas y adecuadas herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa.

Las etapas para llevar a efecto el método LMP, se muestra en la fig. 2.

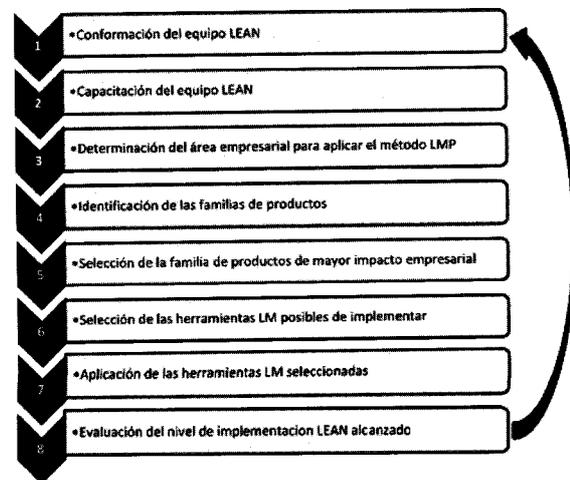


Figura 2. Etapas del Método LMP

### Conformación del equipo Lean

El equipo Lean de la empresa “CP” está conformado por personal de la empresa, teniendo en cuenta sus **conocimiento de los procesos** productivos de “CP”, **mente abierta** y **compromiso** con las actividades que han de cumplir o desarrollar en el proceso emprendido.

Tabla 2.  
Equipo Lean para ejecución del método LMP

N°	Nombre	Función
1	PHC	Jefe de área
2	ABC	Asistente técnico
3	DEF	Supervisora de producción
4	GHI	Operadora de producción
5	JKL	Inspectora de calidad

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa “CP”

### Capacitación del equipo Lean

La capacitación realizada al equipo Lean consistió básicamente en **reflexionar** y **socializar** conocimientos conceptuales y prácticos sobre:

- a) Objetivos empresariales
- b) Identificación de problemas en la empresa
- c) Revisión general del pensamiento LEAN
- d) Diferenciar actividades desde la perspectiva del cliente
- e) Diferenciar tipos de desperdicios

### Determinación del área empresarial para aplicar el LMP

De acuerdo al análisis de las actividades que se realizan en la empresa “CP” se ha especificado la “fábrica escondida” o actividades que no agregan valor al proceso productivo y se “esconden” cuando se realizan paralelas a otras actividades que si agregan valor; se puede apreciar que las actividades críticas aptas para aplicar el método LMP están en el área técnica productiva.

Tabla 3.  
Fábrica escondida inicial en la empresa “CP”

		FABRICA ESCONDIDA ACTUAL														
		DÍAS DISPONIBLES DE TRABAJO														
N°	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Almacén de Materia Prima	2.0														
2	Diseño	2.0														
3	Corte		4.0													
4	Habilitado 1			4.0												
5	Estampado			0.0												
6	Bordado				4.0											
7	Habilitado 2					6.0										
8	Confección						6.0									
9	Acabado							6.0								
10	Control de calidad								6.0							
11	Reproceso									6.0						
12	Almacén 3 - Despacho															6.0

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa “CM”.

### Identificación de las familias de productos

Para identificar una familia de productos se utiliza la matriz de criterios de identificación y familias de productos siguiente:

Tabla 4.  
Criterios de identificación vs familias de productos

N°	Criterios de identificación	Familias de productos
1	Tipo de producto	Cada familia la conforman productos del mismo tipo o función
2	Mercado	Geográfico o Tipo de cliente: Final, Distribuidor, otro.
3	Clientes	Familia de productos que se venden a uno o a varios clientes
4	Grado de contacto con el cliente	Agrupar productos por el grado de influencia del cliente en el producto final
5	<b>Volumen de ventas o impacto económico</b>	Se agrupan por cantidad de piezas, utilidad, etc.
6	Patrones de pedido	Formas de recepción de patrones o secuencias de pedidos
7	Base competitiva	En base a argumentos de venta
8	Características de los productos	Similitud de características físicas o materias primas, etc.
9	Aplicación de la regla de Pareto Proceso – Productos	20 % de los tipos de proceso manejan el 80% de los productos.
10	<b>Aplicación de la regla de Pareto : Clientes VS Productos</b>	20 % de los clientes consumen el 80% de los productos.
11	<b>Tipo de proceso</b>	Productos con similares procesos en la misma familia
12	Ruta del producto	Cantidad del producto
13	Tipo de producto	Impacto en el negocio de la empresa

Nota. Elaboración propia basado en Cabrera (2011)

Dado que el número de criterios de identificación y familias de productos en “CP” es alto, emplearemos el criterio **10: Aplicación de la regla de Pareto: Clientes VS Productos**, que nos permite tener una mejor visualización de la familia más conveniente a emplear en el VSMA de la empresa “CP”:

Tabla 5.  
Resultados de gestión Clientes VS Productos

RESULTADOS DE GESTION 2014	CLIENTES			PRODUCTOS		
Clientes con pedidos < 50 und	190	79.50 %	<b>79.50 %</b>	19,932	20.12 %	<b>20.12 %</b>
Clientes con pedidos de 51 a 100 und	11	4.60 %	<b>20.50 %</b>	6,476	6.54 %	<b>79.88 %</b>
Clientes con pedidos de 101 a 500 und	19	7.95 %		10,119	10.21 %	
Clientes con pedidos de 501 a 1000 und	12	5.02 %		13,074	13.20 %	
Clientes con pedidos de 1001 a 10,000 und	5	2.09 %		17,721	17.89 %	
Clientes con pedidos > 10,001 und	2	0.84 %		31,754	32.05 %	
	<b>239</b>	<b>100.00 %</b>		<b>99,076</b>	<b>100.00 %</b>	
CONCLUSION : El <b>20.50 %</b> de los clientes demandan y compran el <b>79.88 %</b> de los productos						

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa “CP”.

En consecuencia: las familias más convenientes a emplear en el Mapeo de Flujo de Valor Inicial (VSMA) de la empresa “CP” son: Chalecos y Conjuntos Comando

#### Selección de la familia de productos de mayor impacto empresarial

Para elegir la familia de productos de mayor impacto en la empresa se ha tomado como criterio principal el criterio **5: Volumen de venta o Impacto Económico**, ya que si bien hay una mayor demanda anual de la familia CHALECOS (31,754 und) respecto de la familia COMANDOS (17,721 und); la familia que genera **mayor impacto económico** en “CP” es la familia COMANDOS.

#### Selección de herramientas LM posibles de implementar en CP

Para seleccionar las herramientas LM disponibles, se utiliza la metodología del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) o Analytic Hierarchy Process (AHP), que es una técnica que aborda la toma de decisiones multicriterio, propuesta por el profesor Thomas L. Saaty. (Vidal H., 2012).

La metodología simple, sencilla, clara, lógica y estructurada del PAJ, permite emplear criterios cualitativos y cuantitativos en aspectos de tiempo, calidad, costos y otros; para eliminar decisiones improvisadas y planteamientos injustificados, que en ocasiones suelen acompañar a las decisiones empresariales individuales o colectivas, que se toman con respecto a problemas complejos.

Los pasos de la metodología PAJ empleada son:

1. Planteamiento del problema de decisión
2. Alternativas al problema de decisión
3. Evaluación y priorización de las alternativas
  - 3.1 Criterios de evaluación
  - 3.2 Escala jerárquica de calificación
  - 3.3 Ponderación de criterios
  - 3.4 Cálculo de la relación de consistencia
  - 3.5 Comparación de alternativas y criterios
  - 3.6 Priorización de la comparación de alternativas y criterios
4. Selección de la alternativa a emplear

**Planteamiento del problema de decisión:**

El equipo LEAN de la empresa "CP" requiere emplear herramientas del Lean Manufacturing, para utilizarlas en su proceso productivo.

Alternativas al problema de decisión (Herramientas LM)

Tabla 6.  
Caja de herramientas LM

ITEM	HERRAMIENTA
1	5 Ss
2	8 Ds
3	AMEF
4	Análisis de cuellos de botella
5	Análisis de la causa raíz
6	Andon
7	DAFO
8	Diagrama de Gantt
9	Diagrama de Pareto
10	Estandarización de trabajos
11	Flujo continuo
12	Gemba
13	Gestión visual
14	Heijunka
15	Hoshin Kanri
16	Jikoda
17	JIT - Just In Time
18	Kaizen
19	Kanban
20	KPIs
21	OEE
22	PDCA
23	Poka Yoke
24	SMED
25	Takt Time
26	TPM
27	TQM
28	VSM - Value Stream Mapping

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

El equipo LEAN ha establecido los siguientes criterios para evaluar y priorizar las alternativas disponibles:

Tabla 7.  
Criterios de evaluación de alternativas (Herramientas LM)

ITEM	CRITERIO	CODIGO
1	Mejorar métodos de trabajo	MT
2	Mejorar efectividad de la maquinaria	OM
3	Mejorar eficiencia de mano de obra	MO
4	Reducir materiales en proceso	MP
5	Mejorar calidad del producto	CP
6	Reducir costos del proceso	CO

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

Tabla 8.  
Escala jerárquica de calificación de alternativas

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL DE IMPORTANCIA	DETALLE
1	Igual importancia entre criterios	Los dos elementos contribuyen baja o igualmente al criterio o propiedad
3	Moderadamente más importante un criterio que el otro	El juicio y/o la experiencia previa favorece a un elemento frente al otro
5	Fuertemente más importante un criterio que el otro	El juicio y/o la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro
7	Mucho más fuerte un criterio que el otro	Un elemento domina fuertemente al otro. Su dominación está probada en la práctica.
9	Extrema importancia de un criterio que el otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible
2, 4, 6 y 8	Importancias intermedias	Los valores anotados suelen emplearse en situaciones intermedias, y si hay cifras decimales en la escala numérica, en estudios de gran precisión

Nota. Elaboración propia basado en Saaty, (1980)

Tabla 9.  
Matriz de comparación de criterios

CRITERIOS	Mejorar Métodos de Trabajo	Mejorar efectividad de la maquinaria	Mejorar eficiencia de Mano de Obra	Reducir Materiales en proceso	Mejorar Calidad del producto	Reducir Costos del Proceso
Mejorar Métodos de Trabajo	1	7	1	1	3	3
Mejorar efectividad de la maquinaria	1/7	1	1/3	1/5	1/3	1/9
Mejorar eficiencia de Mano de Obra	1	3	1	3	1	1
Reducir Materiales en proceso	1	5	1/3	1	1	1
Mejorar Calidad del producto	1/3	3	1	1	1	1
Reducir Costos del Proceso	1/3	9	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3.81</b>	<b>28.00</b>	<b>4.67</b>	<b>7.20</b>	<b>7.33</b>	<b>7.11</b>

Tabla 10.

Matriz normalizada de comparación de criterios

MATRIZ NORMALIZADA DE COMPARACION DE CRITERIOS							PONDERACIÓN (Importancia Promedio)	
Mejorar Métodos de Trabajo	0.26	0.25	0.21	0.14	0.41	0.42	0.28	1°
Mejorar efectividad de la maquinaria	0.04	0.04	0.07	0.03	0.05	0.02	0.04	6°
Mejorar eficiencia de Mano de Obra	0.26	0.11	0.21	0.42	0.14	0.14	0.21	2°
Reducir Materiales en proceso	0.26	0.18	0.07	0.14	0.14	0.14	0.15	4°
Mejorar Calidad del producto	0.09	0.11	0.21	0.14	0.14	0.14	0.14	5°
Reducir Costos del Proceso	0.09	0.32	0.21	0.14	0.14	0.14	0.17	3°

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

Tabla 11.

Cálculo de la relación de consistencia

N°	A x P (Matriz * Vector)	Descripción	Formula	Valor
1	1.85	Índice de consistencia	$CI = (n_{max} - n) / (n - 1)$	0.103
2	0.25			
3	1.39	Consistencia Aleatoria	$RI = 1.98 * (n - 2) / n$	1.320
4	1.01			
5	0.89	Relación de Consistencia	$CR = CI / RI$	0.078
6	1.12			
<b>N Max</b>	<b>6.51</b>			

Donde :  
**CI** = Índice de Consistencia  
**RI** = Consistencia Aleatoria  
**CR** = Relación de Consistencia

Si **CR < 0.1** se ha ponderado razonablemente

**N Max** = número máximo = **6.51**  
**n** = numero de criterios = **6**

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

Tabla 12.

Matriz de priorización de la comparación de alternativas (herramientas LM) y criterios

CRITERIO / HERRAMIENTA LM	Mejora de Métodos de Trabajo	Operatividad de máquinas y equipos	Incentivo a la Mano de Obra	Mínimos Materiales en proceso	Mejora de la Calidad del producto	Bajo Costo de Implementación LMP	PRIORIZACIÓN	ORDEN
5 Ss	0.09	0.10	0.05	0.09	0.10	0.07	0.079	2
8 Ds	0.01	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.018	23
AMEF	0.06	0.05	0.02	0.01	0.02	0.06	0.038	12
Análisis de cuellos de botella	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.022	20
Análisis de la causa raíz	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.024	18
ANDON	0.04	0.02	0.03	0.04	0.06	0.02	0.035	15
DAFO	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.022	21
Diagrama de Gantt	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.011	26
Diagrama de Pareto	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.012	24
Estandarización de Trabajos	0.04	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.054	5
Flujo continuo	0.03	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05	0.050	6
GEMBA	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.020	22
Gestión visual	0.02	0.01	0.01	0.06	0.02	0.01	0.024	19
HEIJUNKA	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.04	0.045	8
HOSHIN KANRI	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.012	25
JIKODA	0.03	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.043	9
JIT - Just In Time	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.041	10
KAIZEN	0.03	0.03	0.06	0.05	0.07	0.06	0.047	7
KANBAN	0.02	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.036	14
KPIs	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.008	28
OEE	0.06	0.08	0.08	0.04	0.04	0.07	0.059	4
PDCA	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.010	27
POKA JOKE	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.038	13
SMED	0.02	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.034	16

TAKT TIME	0.09	0.01	0.03	0.05	0.05	0.10	<b>0.064</b>	<b>3</b>
TPM	0.02	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	<b>0.041</b>	<b>11</b>
TQM	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.04	<b>0.027</b>	<b>17</b>
VSM - Value Stream Mapping	0.10	0.03	0.08	0.05	0.11	0.08	<b>0.085</b>	<b>1</b>
<b>PONDERACIÓN</b>	<b>0.28</b>	<b>0.04</b>	<b>0.21</b>	<b>0.15</b>	<b>0.14</b>	<b>0.17</b>	<b>1.000</b>	

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

Tabla 13. Selección de herramientas LM a emplear en "CP"

ITEM	HERRAMIENTA LM	CARACTERÍSTICAS
1	VSM - Value Stream Mapping	Propicia visualizar el proceso productivo
2	5 Ss	Propicia Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplinar el puesto de trabajo
3	TAKT TIME	Indica el ritmo de producción al que se debe producir de acuerdo con la demanda del cliente
4	OEE	Indica la efectividad global de la maquinaria (disponibilidad, calidad, rendimiento)

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP".

### Resultados y discusión

#### Aplicación del Mapeo del Flujo de Valor Actual (VSMA)

El VSM (Value Stream Mapping), es una herramienta que permite visualizar el flujo actual del proceso de producción (VSMA); es decir, muestra la forma en que los procesos de "CP" son efectuados inicialmente; asimismo expone todos los desperdicios y operaciones que no añaden valor al proceso y proporciona oportunidades de cambios o mejoras que deben ser implementadas en un estado de producción futuro (VSMF).

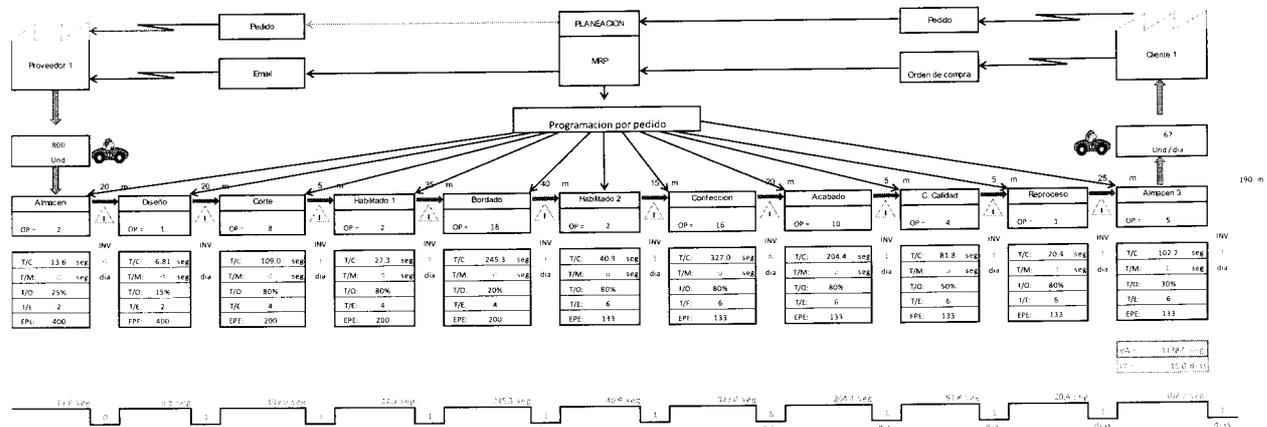


Figura 3. Mapa del Flujo de Valor Actual (VSMA). Confección de comandos

<b>TIEMPO DE PROCESO / 1 PZA</b>		1178.56 seg	19.64 min	0.33 hrs	
<b>TIEMPO DE ENTREGA REAL - LEAD TIME REAL</b>		15.0 días			
<b>TIEMPO DISPONIBLE / 800 PZAs (12 días X 52.2 hrs / Turno)</b>	3001500.0 seg =	50025.0 min =	833.8 hrs	100.00 %	
<b>TIEMPO DE PROCESO REAL / 800 PZAs (15 días X 52.2 hrs / Turno)</b>	3751875.0 seg =	62531.3 min =	1042.2 hrs	20.00 % en exceso	
<b>TIEMPO DE PROCESO REAL / 800 PZAs (15 días)</b>	NO AGREGAN VALOR	2960120.5 seg =	54335.3 min =	907.3 hrs	54.91 %
Exceso ocupado por los operarios	1227995.5 seg =	20466.6 min =	341.1 hrs	59.61 %	
Exceso ocupado en proceso	750375.0 seg =	12506.3 min =	208.4 hrs	36.42 %	
Exceso de Eficiencia de Calidad	65400.0 seg =	1090.0 min =	18.2 hrs	3.17 %	
Exceso de Inaprovechos	16350.0 seg =	272.5 min =	4.5 hrs	0.79 %	
<b>TIEMPO DE PROCESO REAL / 800 PZAs (15 días)</b>	SI AGREGAN VALOR	1691754.5 seg =	28195.9 min =	469.9 hrs con	15.09 %
				56.4 % de operarios ocupados	
<b>CONCLUSIONES:</b>					
La empresa requiere	1042.19 hrs	para producir	800 piezas	3,751,875.00 seg	
La empresa requiere	1.30 hrs	para producir	1 pieza	4,689.84 seg	
La empresa requiere efectivamente	0.33 hrs	para producir	1 pieza		
La empresa requiere efectivamente	19.64 minutos	para producir	1 pieza		
La empresa requiere efectivamente	1178.56 segundos	para producir	1 pieza		
Todas las piezas tardan <b>15.0 días</b> para salir de la planta hacia el cliente.					
En "CP": Se requiere (según el VSM Actual) <b>1178.6 seg</b> para producir un conjunto comando					
el tiempo que da realmente valor agregado (1178.6 / 3525.5) representa el <b>25.1 %</b> del tiempo programado para producirlo					
ese mismo producto tarda <b>15.0 días</b> para salir de la empresa hacia el cliente.					

Figura 4. Métricas del Flujo de Valor Actual (VSMA). Confección de comandos

### Aplicación del Mapeo del Flujo de Valor Futuro (VSMF)

El VSM del estado futuro de "CP", considera los despilfarros detectados en el análisis de VSM Actual y determina acciones de mejora para reducir tales despilfarros.

El cuadro siguiente compara los tiempos usados en cada actividad (centros de trabajo) y el tiempo disponible, mostrando los "cuellos de botella" del proceso:

Tabla 14.  
Tiempo disponible VS Tiempo usado por actividad en "CP"

N°	Actividad	Tiempo usado X actividad	Diferencia	% Utilizado	Indicador
		52.2 hrs			
0	<b>Tiempo disponible por turno y operarios asignados</b>	3133.8 Minutos			
		<b>188025.0</b> seg			
1	Almacén de Materia Prima	5450.0 seg	-182575.0	2.90	
2	Diseño	2725.0 seg	-185300.0	1.45	
3	Corte	21800.0 seg	-166225.0	11.59	> 10 %
4	Habilitado 1	5450.0 seg	-182575.0	2.90	
5	Estampado	0.0 seg	-188025.0	0.00	
6	Bordado	49050.0 seg	-138975.0	26.09	> 10 %
7	Habilitado 2	5450.0 seg	-182575.0	2.90	
8	Confección	43600.0 seg	-144425.0	23.19	> 10 %
9	Acabado	27250.0 seg	-160775.0	14.49	> 10 %
10	Control de calidad	10900.0 seg	-177125.0	5.80	
11	Reproceso	2725.0 seg	-185300.0	1.45	
12	Almacén 3 – Despacho	13625.0 seg	-174400.0	7.25	

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP"

Como resultado, se ha determinado que las actividades 3 (Corte), 6 (Bordado), 8 (Confección) y 9 (Acabado), son los "cuellos de botella" del proceso productivo en "CP".

Asimismo, las actividades 10 (Control de calidad) y 11 (Reproceso) no aportan valor al proceso productivo y al contrario elevan los costos.

### Aplicación de las 5Ss

Las 5Ss como parte de la filosofía empresarial japonesa, se utilizan para mejorar las condiciones y efectividad de cada puesto de trabajo.

Tabla 15.  
Diagnóstico de la situación inicial de los puestos de trabajo

1	CLASIFICACION		APLICACIÓN	VALORIZACION DE SU APLICACIÓN				
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%
1.1	Mobiliario	Estantes	Dificultad para encontrar las cosas		3		3	10.0
		Armarios				5	5	16.7
		Mesas		1			1	3.3
1.2	Máquinas				3		3	10.0
1.3	Herramientas				3		3	10.0
1.4	Residuos				3		3	10.0
							18	60.0
2	ORGANIZACIÓN		APLICACIÓN	VALORIZACION DE SU APLICACIÓN				
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%
2.1	Mobiliario	Estantes	Desorden continuo	1			1	3.3
		Armarios				5	5	16.7
		Mesas			3		3	10.0
2.2	Máquinas				3		3	10.0
2.3	Herramientas					5	5	16.7
2.4	Residuos				3		3	10.0
							20	66.7
3	LIMPIEZA		APLICACIÓN	VALORIZACION DE SU APLICACIÓN				
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%
3.1	Mobiliario	Estantes	Presencia de Suciedad	1			1	3.3
		Armarios			3		3	10.0
		Mesas			3		3	10.0
3.2	Máquinas					5	5	16.7
3.3	Herramientas				3		3	10.0
3.4	Residuos				3		3	10.0
							18	60.0

4	ESTANDARIZACION		APLICACIÓN	VALORIZACION DE SU APLICACIÓN					
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%	
4.1	Mobiliario	Estantes	Políticas y Estándares			5	5	16.7	
		Armarios			3		3	10.0	
		Mesas			3		3	10.0	
4.2	Máquinas					5	5	16.7	
4.3	Herramientas					5	5	16.7	
4.4	Residuos				3			3	10.0
							24	80.0	

5	DISCIPLINA		APLICACIÓN	VALORIZACION DE SU APLICACIÓN					
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%	
5.1	Mobiliario	Estantes	Seguimiento y Control			5	5	16.7	
		Armarios				5	5	16.7	
		Mesas			3		3	10.0	
5.2	Máquinas					5	5	16.7	
5.3	Herramientas				3			3	10.0
5.4	Residuos					5		5	16.7
							26	86.7	

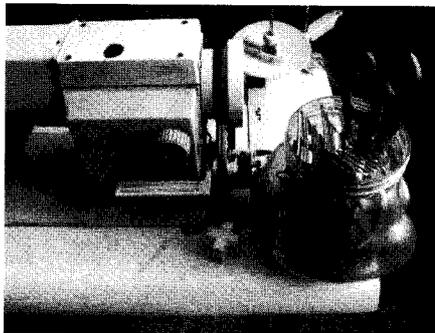
Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP"

De acuerdo a la evaluación inicial de las 5 Ss, el equipo LEAN considera aplicar las tres primeras Ss (Clasificación, Organización y Limpieza), dado que están en relación directa con las cosas y la seguridad del personal.

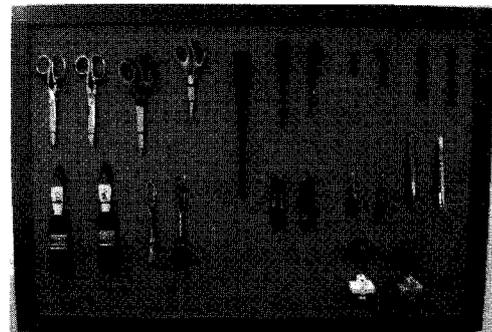
Tabla 16.  
Evaluación final de las 5Ss en "CP"

1	CLASIFICACIÓN		APLICACIÓN	VALORIZACIÓN DE SU APLICACIÓN				
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%
1.1	Mobiliario	Estantes	Dificultad para encontrar las cosas	1			1	
		Armarios			3		3	
		Mesas					1	
1.2	Máquinas			1			1	
1.3	Herramientas			1			1	
1.4	Residuos			1			1	
							8	75.0

ANTES

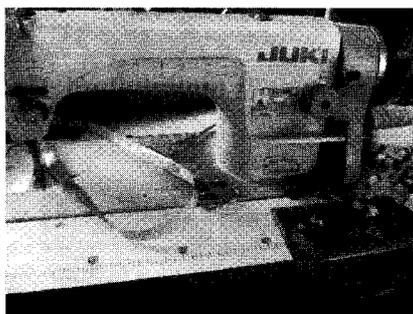


DESPUES

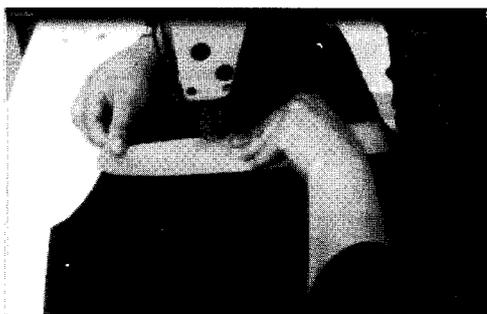


2	ORGANIZACIÓN		APLICACIÓN	VALORIZACIÓN DE SU APLICACIÓN				
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%
2.1	Mobiliario	Estantes	Desorden continuo	1			1	
		Armarios		1			1	
		Mesas		1			1	
2.2	Máquinas			1			1	
2.3	Herramientas				3		3	
2.4	Residuos			1			1	
							8	75

**ANTES**

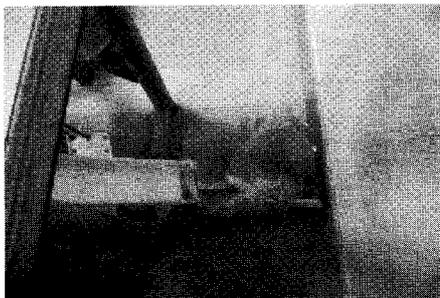


**DESPUES**

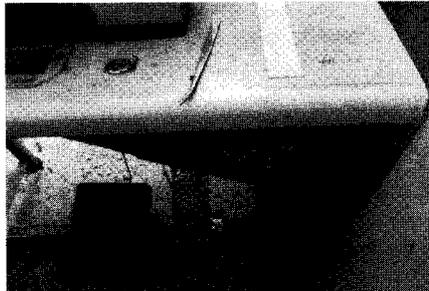


3	LIMPIEZA		APLICACIÓN	VALORIZACIÓN DE SU APLICACIÓN					
				BAJA (1)	MEDIA (3)	ALTA (5)	TOTAL	%	
3.1	Mobiliario	Estantes	Presencia de Suciedad	1			1	3.3	
		Armarios		1			1	3.3	
		Mesas		1			1	3.3	
3.2	Máquinas				3		3	10.0	
3.3	Herramientas				1			1	3.3
3.4	Residuos				1			1	3.3
							<b>8</b>	<b>75.0</b>	

**ANTES**



**DESPUES**



Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP"

Como resultado, en promedio se ha elevado de un 60% a un 75% las condiciones de clasificación, orden y limpieza en los puestos de trabajo

**Aplicación del Tack Time**

El Tack Time es el ritmo de producción al que se debe producir de acuerdo con el método de trabajo empleado y la demanda del cliente.

Asimismo, propicia un método simple e intuitivo para determinar si el ritmo de producción empleado es el adecuado para cumplir con los plazos de entrega acordados con el cliente.

Tabla 17.  
Calculo del Tack Time

<b>Tiempo disponible por turno</b>	9.1	<b>Hrs / Turno</b>
<b>Operarios asignados por turno</b>	5.8	<b>Personas por turno</b>
<b>Demanda diaria de piezas / pedido</b>	67	<b>Piezas por turno</b>
<b>Tack Time (Tiempo de ritmo) =</b>	$\frac{\text{Tiempo de trabajo disponible por turno diario}}{\text{Demanda diaria del cliente}}$	<b>2806.3</b> <b>seg / pza</b>
	$\frac{\text{Tiempo de trabajo disponible por turno diario}}{\text{Demanda diaria del cliente}}$	<b>46.8</b> <b>min / pza</b>
	$\frac{\text{Tiempo de trabajo disponible por turno diario}}{\text{Demanda diaria del cliente}}$	<b>0.8</b> <b>hrs / pza</b>

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP"

Como resultado el **Tiempo Tack** calculado indica que para satisfacer la demanda del cliente dentro del tiempo de trabajo disponible, se necesita producir una pieza cada 46.8 minutos para la familia de productos COMANDOS.

Se debe intentar entonces que el tiempo de ciclo del proceso “cuello de botella” sea menor o lo más cercano posible al tiempo Tack, para desarrollar el VSM futuro.

**Aplicación del OEE (Overall Equipment Effectiveness)**

El OEE o Eficiencia Global de equipos, indica en porcentaje (%) cuantas unidades de producto sin defectos se han producido (eficiencia productiva), funcionando las máquinas y equipos utilizadas a la velocidad normal sin malograrse.

El OEE se calcula en base a los siguientes indicadores:

$$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$OEE = (1) \times (2) \times (3)$$

Tabla 18.  
OEE inicial de equipos en “CP”

Tiempo calendario		783.4	hrs	
<b>A</b>	Tiempo de operación	<b>626.7</b>	<b>hrs</b>	
	Tiempo no programado	156.7	hrs	Tiempo ocupado en exceso
<b>B</b>	Tiempo de carga = Tiempo planificado de producción	<b>626.7</b>	<b>hrs</b>	626.8
	Paradas planificadas	0.0	hrs	
<b>C</b>	Tiempo bruto de producción	<b>608.6</b>	<b>hrs</b>	
	Paradas no planificadas	18.1	hrs	Reporte Mantto: 5.07% del tiempo neto
<b>D</b>	Tiempo neto de producción	<b>357.8</b>	<b>hrs</b>	
	Perdidas de eficiencia	250.8	hrs	Tiempo no ocupado por los operarios
<b>E</b>	Tiempo de valor añadido	<b>353.3</b>	<b>hrs</b>	Tiempo que si agrega valor
	Perdidas de calidad	4.5	hrs	Tiempo reproceso / pedido

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa “CP”

**(1) Cálculo de la Disponibilidad de Equipos:**

La disponibilidad de equipos indica el tiempo con que se ha estado produciendo, se determina con el tiempo bruto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo planificado de producción determinado por los supervisores del área de confecciones menos las paradas no planificadas mayores a 10 minutos que necesitan la participación del personal de mantenimiento para resolver este inconveniente.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo bruto de producción} &= \text{Tiempo planificado de producción} - \text{Paradas no planificadas} \\ &= 626.7 - 18.1 \\ &= 608.6 \end{aligned}$$

Luego:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo bruto de producción}}{\text{Tiempo planificado para la producción}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{C}{B} = \frac{608.6}{626.7} = 97.1\%$$

**(2) Cálculo de la tasa de rendimiento:**

La tasa de rendimiento indica la eficacia con que se ha estado produciendo; se determina con el tiempo neto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo bruto de producción menos los tiempos perdidos por pérdida de eficiencia originadas por disminución de la velocidad de producción y paradas menores a 10 minutos que no necesitan la participación de personal de mantenimiento para su resolución.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo neto de producción} &= \text{Tiempo bruto de producción} - \text{Perdidas de eficiencia} \\ &= 608.6 - 250.8 \\ &= 357.8 \end{aligned}$$

Luego:

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{Tiempo bruto de producción}}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{D}{C} = \frac{357.8}{608.6} = 58.8\%$$

**(3) Cálculo de la tasa de calidad:**

La tasa de calidad indica el ratio entre unidades buenas producidas a la primera sobre el total de unidades que se ha estado produciendo, se determina con el tiempo de valor añadido, el cual se obtiene restando el tiempo neto de producción menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reproceso.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de valor añadido} &= \text{Tiempo neto de producción} - \text{Perdidas de calidad} \\ &= 357.8 - 4.5 \\ &= 353.3 \end{aligned}$$

Luego:

$$\begin{aligned} \text{Tasa de calidad} &= \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo neto de producción}} \\ \text{Tasa de calidad} &= \frac{E}{D} = \frac{353.3}{357.8} = 98.7 \% \end{aligned}$$

Finalmente el valor del OEE INICIAL es :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= (1) \times (2) \times (3) \\ \text{OEE} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad} \\ \text{OEE} &= 97.1 \times 58.8 \times 98.7 \\ \text{OEE} &= 56.4 \% \end{aligned}$$

Tabla 19.  
OEE final de equipos en "CP"

	Tiempo calendario	626.8	hrs	
<b>A</b>	Tiempo de operación	626.8	hrs	
	Tiempo no programado	0.0	hrs	
	Tiempo de carga = Tiempo planificado de producción	616.0	hrs	
<b>B</b>	Paradas planificadas	10.8	hrs	
<b>C</b>	Tiempo bruto de producción	611.6	hrs	
	Paradas no planificadas	4.4	hrs	Reporte Mantto: 1.08% del tiempo neto
<b>D</b>	Tiempo neto de producción	405.5	hrs	
	Pérdidas de eficiencia	206.1	hrs	Tiempo no ocupado por los operarios
<b>E</b>	Tiempo de valor añadido	401.7	hrs	Tiempo que si agrega valor
	Pérdidas de calidad	3.8	hrs	Tiempo reproceso / pedido

Nota. Elaboración propia basado en información de la empresa "CP"

Finalmente el valor del OEE FINAL es :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= (1) \times (2) \times (3) \\ \text{OEE} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad} \\ \text{OEE} &= 99.3 \times 66.3 \times 99.1 \\ \text{OEE} &= 65.2 \% \end{aligned}$$

Como resultado, la eficiencia global de los equipos (OEE) se ha elevado de un 56.4% a un 65.2% reduciendo el tiempo de reproceso de prendas, el tiempo no ocupado por los operarios e implementando tiempo dedicado al mantenimiento preventivo de las máquinas

## Conclusiones

En el diagnóstico de la problemática de la PyME "CP", se determinó que las causas de las deficiencias en su proceso productivo están relacionadas principalmente a la **gestión de materiales, demoras, mano de obra, métodos de trabajo y maquinaria**, por lo que la aplicación de las cuatro herramientas LM seleccionadas y el enfoque de tratamiento de desperdicios, ha permitido identificar y tratar los desperdicios más importantes en los procesos productivos relacionados a esas causas.

### Gestión de materiales

Del mapeo del flujo de valor actual VSMA, extraemos la siguiente información respecto a la gestión de materiales:

La cantidad de comandos en stock en el **estado inicial** es de 334 unidades y corresponden a 5 días de inventario. Del total de comandos en inventario (334 und); 200 unidades (59.88 %) corresponden a inventario en stock después del corte, 67 unidades (20.06 %) corresponden a inventario en proceso de confección después del bordado y 67 unidades (20.06 %) corresponden a inventario de comandos terminados.

Considerando un valor de \$ 40.00 por comando en proceso, el inventario de 334 unidades equivale a \$ 13,360.00 por turno y por pedido

La cantidad de comandos en stock en el **estado final** es de 133 unidades y corresponden a 2 días de inventario. Del total de comandos en inventario, 133 unidades (100.00 %) corresponden a inventario de comandos terminados.

Considerando un valor de \$ 40.00 por comando en proceso, el inventario de 133 unidades equivale a \$ 5,320.00 por turno y por pedido

### El desperdicio por inventario de materiales en proceso se ha reducido

#### Demoras

Del mapeo del flujo de valor actual VSMA, extraemos la siguiente información respecto al despilfarro de tiempo por demoras:

Los días de demora se determinan dividiendo el inventario en cada estación de trabajo entre la demanda por turno, que en nuestro caso es de 67 unidades. El tiempo que las prendas COMANDO permanecen en la línea de confección es de 15 días. De ese tiempo el 33.43 %, corresponden al tiempo de procesamiento efectivo de una unidad, mientras que el 66.57 % de tiempo restante corresponde al tiempo de espera por manipular y procesar la prenda, incluye además el tiempo que las prendas están en stock en las diversas etapas productivas.

Por consiguiente, como hay una relación directa entre el tiempo de espera (5 días) y el inventario de prendas podemos afirmar que el 59.88 % de las esperas se deben al inventario en stock (3 días en el almacén de materia prima), el 20.06 % se deben al inventario en proceso (1 día en bordado) y el 20.06 % de las esperas se deben al inventario de prendas terminadas (1 día en el almacén de despacho).

En el mapa de flujo de valor futuro (VSMF) vemos que cada pedido tarda menos días para salir de la planta de confección hacia el cliente. De acuerdo al VSMF el tiempo que las prendas COMANDO permanecen en la línea de confección es de 12 días. De ese tiempo el 41.8 %, corresponde al tiempo de procesamiento efectivo de una unidad, mientras que el 58.2 % de tiempo restante corresponde al tiempo de espera por manipular y procesar la prenda, incluye además el tiempo que las prendas están en stock en diversas etapas productivas.

Por consiguiente, como hay una relación directa entre el tiempo de espera y el inventario de prendas podemos afirmar que prácticamente el 100 % de las esperas se deben al inventario de prendas terminadas.

### El desperdicio de tiempo por demoras se ha reducido

#### Mano de Obra

El análisis del VSM actual muestra que el porcentaje de ocupación de los operarios designados para la confección del conjunto COMANDO representa el 56.4%

La aplicación de las 5Ss por parte del personal de la empresa en sus puestos de trabajo ha estimulado y generado un ambiente laboral de motivación, participación, trabajo en equipo, competencia y liderazgo en las áreas de trabajo, lo cual se aprecia en el aprovechamiento de los espacios físicos disponibles y reducción de los riesgos de accidentes, con orden, limpieza y seguridad.

La optimización de los tiempos de proceso y el aumento de productividad resalta tras el análisis del VSM futuro que muestra que el porcentaje de ocupación de los operarios designados para la confección del conjunto COMANDO es del 64.09%, lo que significa un incremento del 13.6%, respecto al 56.4% de ocupación en el VSM Actual.

La implementación del sistema de incentivos económicos en "CP" está condicionado principalmente a una reducción MAYOR de defectos en prendas producidas y una MEJOR eficiencia de producción en línea (Trabajo en equipo) con operarios que sean poli funcionales o multitarea

### El desperdicio de mano de obra se ha reducido

#### Métodos de trabajo

Los métodos de trabajo actuales de "CP", se evidencian en la confección del Conjunto COMANDO (Camisa y Pantalón).

Estos métodos requieren mano de obra y máquinas, que se calculan a partir de sus secuencias de confección y balances de línea. Los índices en el estado inicial son los siguientes:

Para la confección de CAMISAS Comando, con un Tack Time de 62.85 min/pza, se requieren 6 operarios y 9 máquinas reales con un tiempo activo del 48.9%

Para la confección de PANTALONES Comando, con un Tack Time de 62.85 min/pza, se requieren 6 operarios y 10 máquinas reales con un tiempo activo del 40.7%

Los índices en el estado final son los siguientes:

Para la confección de CAMISAS Comando, con un Tack Time de 47.27 min/pza, se requieren 6 operarios y 8 máquinas reales con un tiempo activo del 70.98%  
 Para la confección de PANTALONES Comando, con un Tack Time de 47.27 min/pza, se requieren 6 operarios y 9 máquinas reales con un tiempo activo del 57.03%

Como el tiempo Tack Time requerido es de 46.8 min/pieza para el conjunto comando, se ha logrado reducir el Tack Time del estado inicial de 62.85 min/pieza a 47.27 min/pieza en el estado final

**Por consiguiente el desperdicio por inactividad de máquinas se ha reducido**

### Maquinaria

El indicador OOE se ha incrementado del 56.4% a un 65.2%, pero la tasa de rendimiento de la maquinaria que indica la eficacia con que se está produciendo en "CP" requiere aun mejorar.

### Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2010). Benchmarking sobre manufactura esbelta (Lean Manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia
- Aguirre, Y. (2014). Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes. Colombia
- Cabrera R. (2011). Manual de Lean Manufacturing. Madrid. España
- Carvalho, E. (2014). Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación. Lima. Peru
- Greinacher, S. Simulation based assessment of lean and green strategies in manufacturing. ScienceDirect
- Gonzales, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Panorama Administrativo Año 1 No. 2 enero-junio 2007
- Hernández J – Vizán A. (2013). Lean Manufacturing. EQL. Madrid. España
- Liker, J. (2000). Las claves del éxito de Toyota. McGraw-Hill. Mexico.
- Moreno, J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones.
- Palomino, M. (2012). Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las Líneas de envasado de una Planta envasadora de lubricantes. Lima. Perú
- Quesada, H. (2009). Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera. Virginia Cooperative Extension. Publication ANR-17S.
- Reyes, P. (2006). Curso de mapeo de la cadena de valor. DF México
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process. Ed. McGrawHill
- Soto, P. (2017). Aplicación del lean manufacturing para incrementar la productividad en las pymes de confecciones textiles en la región Arequipa. Caso: empresa "CP". Arequipa. Peru
- Sundar, R. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. ScienceDirect
- Vidal, H., Bravo, B., Cajiao, G., Meza, H., Arango, S., Franco, L. (2012). Guía Metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad. Cali. Colombia
- Womack, J. (1990). La máquina que cambio el mundo. McGraw-Hill. México
- Womack, J. (1996). Lean Thinking. New York. USA