

Improved productivity indicators in a textile company through the synergy of Lean Manufacturing tools and socio-technical approach

José Vásquez Médico, Ing.¹, Jonatán Edward Rojas Polo, Mg.¹, y Alexia Cáceres Casanya¹

¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, jose.vasquezm@pucp.pe, jrojas@pucp.pe, alexia.caceres@pucp.pe

Abstract— *During the last decade, the sales of Peruvian textile companies for exportation have been decreasing, due to quality problems, high prices and late deliveries, which generates a low competitiveness of this sector. This research arises from the need to generate a higher competitive level in the optimization of its resources and increase the client service level in the company of study through the use of Lean Manufacturing tools in the social context of Peru. Initially, it describes the main products, the organizational profile, and the productive processes using Value Stream Mapping and the analysis of the current key performance indicators. Subsequently, the sociotechnical approach was used to lay the foundations of a powerful organizational culture and the empowerment of workers, then the 5S method was used to generate discipline in them and order in their processes. Once the bases for generating productive value within the organizational culture were established, the methodology of Total Productive Maintenance was implemented, then the inventory level in process was minimized and the flow batch was optimized using Kanban methodology. Finally, Poka Yoke was used to reduce the cycle time and reduce the level of error in flow. The mix of applied methodologies resulted in the elimination of unnecessary processes, increasing plant capacity by 30% and the amount of deliveries in time by 25%, impacting the finances of the company with a IRR of 51%.*

Keywords— *Lean textile manufacturing., Sociotechnical approach., Textile TPM.*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.126>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

Mejora de los Indicadores de productividad en una empresa textil mediante la sinergia de herramientas de Lean Manufacturing y el enfoque Sociotécnico

José Vásquez Médico, Ing.¹, Jonatán Edward Rojas Polo, Mg.¹, y Alexia Cáceres Casanya¹
¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, jose.vasquezm@pucp.pe, jrojas@pucp.pe, alexia.caceres@pucp.pe

Abstract— During the last decade, the sales of Peruvian textile companies for exportation have been decreasing, due to quality problems, high prices and late deliveries, which generates a low competitiveness of this sector. This research arises from the need to generate a higher competitive level in the optimization of its resources and increase the client service level in the company of study through the use of Lean Manufacturing tools in the social context of Peru. Initially, it describes the main products, the organizational profile, and the productive processes using Value Stream Mapping and the analysis of the current key performance indicators. Subsequently, the sociotechnical approach was used to lay the foundations of a powerful organizational culture and the empowerment of workers, then the 5S method was used to generate discipline in them and order in their processes. Once the bases for generating productive value within the organizational culture were established, the methodology of Total Productive Maintenance was implemented, then the inventory level in process was minimized and the flow batch was optimized using Kanban methodology. Finally, Poka Yoke was used to reduce the cycle time and reduce the level of error in flow. The set of applied methodologies resulted in the elimination of unnecessary processes, increasing plant capacity by 30% and the amount of deliveries in time by 25%, impacting the finances of the company with a IRR of 51%.

Keywords— Lean textile manufacturing, sociotechnical approach, textile TPM.

Resumen— Durante la última década, las ventas de las empresas textiles exportadoras peruanas han estado disminuyendo, debido a problemas de calidad, precios altos y entregas tardías, lo cual genera una baja competitividad de este sector. Esta investigación surge ante la necesidad de generar un mayor nivel competitivo en la optimización del uso de sus recursos e incrementar el nivel de servicio del cliente en la empresa de estudio, mediante el uso de herramientas de Lean Manufacturing en el contexto social del Perú. Inicialmente se describe los principales productos, el perfil organizacional, y los procesos productivos mediante el mapeo del Flujo de Valor y el análisis de los indicadores de desempeño actuales. Posteriormente se utilizó el enfoque sociotécnico para sentar las bases de una potente cultura organizacional y el empoderamiento de los trabajadores, luego se utilizó el método de las 5 S para generar disciplina en los trabajadores y orden en sus procesos. Sentadas las bases de generación de valor productivo dentro de la cultura organizacional, se implementó la metodología del mantenimiento productivo total (TPM), luego se minimizó el nivel de inventario en proceso y se optimizó el lote de flujo mediante el Kanban. Finalmente, para reducir el tiempo de ciclo y reducir el nivel de error en flujo se usó poka yoke. El conjunto de metodologías aplicadas generó como resultado la eliminación de procesos innecesarios, aumentando la

capacidad de planta en 30% y el nivel de entregas a tiempo en 25%, impactando en las finanzas de la empresa con un TIR del 51%.

Keywords—Lean manufacturing textil, enfoque sociotécnico, TPM textil.

I. INTRODUCCIÓN

Los pilares económicos básicos del Perú se centran en la minería, agroindustria y el sector textil [1], por lo cual se busca presencia internacional y de competitividad a nivel mundial. No obstante, estos sectores aún son débiles en cuanto a productividad, según la Asociación de Exportadores (ADEX) [1], las exportaciones peruanas de prendas de vestir han tenido un importante crecimiento de casi 15% en promedio anual hasta el año 2008; no obstante, estas se vieron fuertemente afectadas desde el año 2009 por la turbulencia económica que afectó a casi todas las exportaciones. En la Figura 1, se puede apreciar que las exportaciones de prendas de vestir, entre los meses de enero y noviembre, desde el año 2012 hasta el 2017, han disminuido en 30.09%.

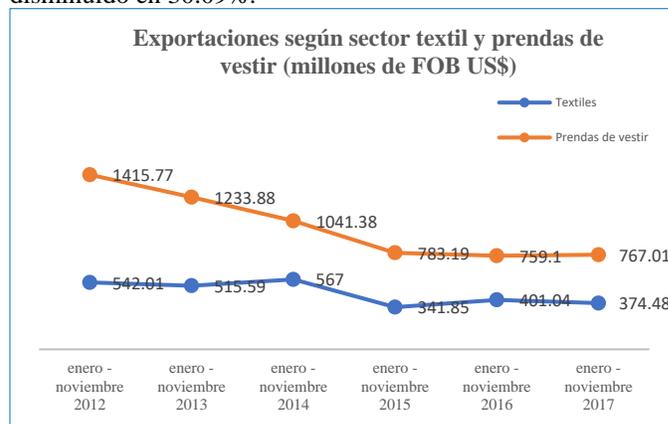


Fig. 1 Exportaciones durante los años 2012 al 2017.
Fuente: SUNAT(2017) – Sociedad Nacional de Industrias [2]

Una de las razones por las que sucede esto, según ADEX, es por los altos costos laborales no salariales, así como también la rigidez laboral, el cual depende principalmente de la mano de obra. Asimismo, países de Asia y Centroamérica, quienes son considerados como nuestros principales competidores, se han fortalecido debido a que tienen costos más bajos de mano de obra. Esto último debido a que existen subsidios, implantación de mecanismos promotores, regímenes laborales menos rígidos y creación de zonas francas. En la Tabla 1 se observa que las principales empresas exportadoras de prendas de vestir del país han disminuido sus exportaciones respecto al año 2014.

TABLA I
TOP 10 DE LAS EMPRESAS EXPORTADORAS DE PRENDAS DE VESTIR 2016/2017 (MILES US\$ FOB)

Nº	EMPRESA	2016	2017	VAR %
	TOTAL	759,103,245	767,010,070	FOB
1	DEVANLAY PERU S.A.C.	60,729,226	57,255,596	-5.72%
2	INDUSTRIAS NETTALCO S.A.	52,242,211	56,323,536	7.81%
3	CONFECCIONES TEXTIMAX S.A.	43,240,674	50,412,012	16.58%
4	SOUTHERN TEXTILE NETWORK S.A.C.	38,454,842	42,978,169	11.76%
5	TEXTILE SOURCING COMPANY S.A.C	27,546,058	38,494,887	39.75%
6	TOPY TOP S.A.	36,732,982	36,208,163	-1.43%
7	TEXTILES CAMONES S.A.	31,193,509	30,189,950	-3.22%
8	HILANDERÍA DE ALGODÓN PERUANO S.A.	21,677,973	29,985,403	38.32%
9	INDUSTRIA TEXTIL DEL PACIFICO S.A.	26,577,536	27,057,028	1.80%
10	GARMENT INDUSTRIES S.A.C.	26,347,595	22,777,539	-13.55%
	LAS PRIMERAS DIEZ	364,742,606	391,682,283	7.386%
	LAS DEMAS	394,360,639	375,327,787	-4.826%
	TEXTIL DEL VALLE S.A.	759,103,245	767,010,070	1.042%

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias [2]

De esta manera, se puede concluir que las empresas de confecciones peruanas deben tomar acciones para superar la disminución de sus exportaciones ya que ello afectaría a su situación económica.

Por otro lado, el principal destino de las prendas de vestir de las exportaciones paradójicamente es el país de China, el cual representa actualmente el 22% de participación del mercado. En la Figura 2 se puede apreciar el porcentaje de participación del mercado exportador del país.

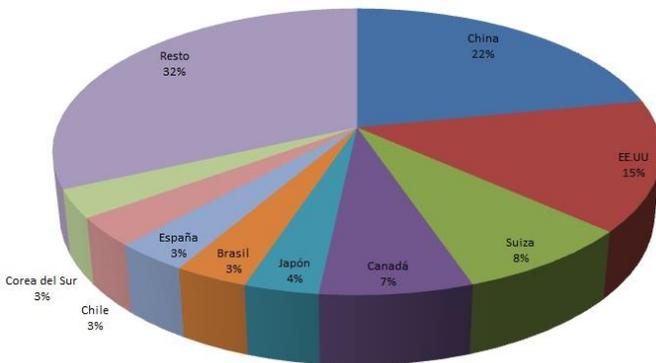


Fig. 2 Exportaciones Peruanas al Mundo - 2015.

Fuente: AdexDataTrade

Elaboración: ProInversión [3]

Actualmente, la empresa en la que se realizó el presente estudio exporta el 100% de sus prendas de vestir a los Estados Unidos y debe tener en cuenta sus costos laborales para poder

mantenerse como proveedor hacia este país, el cual se ha vuelto más estricto en cuanto a la calidad de sus productos.

Cabe resaltar que a nivel global hemos perdido presencia internación en la exportación, no obstante, existe indicios de una leve recuperación económica, entre enero y octubre del año 2017, las exportaciones del sector de confecciones peruanas sumaron alrededor de US\$ 719.7 millones, impactando con un crecimiento de 2.6%, y teniendo a Estados Unidos y Brasil como sus principales destinos de exportación [4].

II. ESTADO DEL ARTE

Se realizará un bosquejo de las principales revisiones bibliográficas que se desarrollaron para esta investigación.

Manufactura Esbelta:

La manufactura esbelta o lean manufacturing es un proceso de mejora continua cuya función principal es generar y agregar valor mediante la eliminación del desperdicio. Según Womack & Jones (2012), la manufactura esbelta es un proceso de cinco pasos: definir el valor del cliente, definir el flujo de valor, hacerlo “fluir”, jalarlo (pull) desde el final (cliente) y perseguir la excelencia [5]. Se entiende como valor a un producto (bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente a un precio determinado y a un tiempo determinado. De esta manera, los principios de la manufactura esbelta se basan en identificar lo que realmente le interesa al cliente, así como también definir el cómo llegar a lograrlo. En la Figura 3 se muestran dichos principios [6].

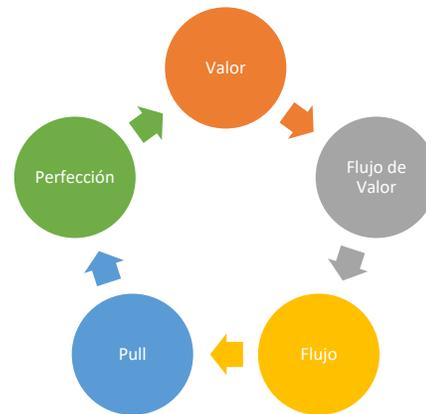


Fig. 3 Los principios de la manufactura esbelta.

El valor es definido por el cliente y debe ser expresado en base a sus necesidades, las cuales son expresadas como un producto específico, que tiene un precio y se ofrece en un momento determinado. El Flujo de valor es el conjunto de actividades o tareas necesarias que tiene que realizar la empresa para que el producto llegue al cliente. Estas se dividen en tres: la tarea de solución de problemas, la cual se encarga de definir el diseño e ingeniería del producto; la tarea de gestión de la información, la cual se encarga de establecer y gestionar la secuencia de

pasos a realizar desde la recepción del pedido del cliente hasta que se despacha, incluyendo la programación; y la tarea de transformación física, la cual se refiere al proceso productivo desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado.

Flujo, una vez identificadas las actividades que generan valor, el siguiente paso es hacer que fluyan estas, lo cual implica eliminar o minimizar las actividades que no agregan valor. Por lo tanto, este principio consiste en realizar el proceso de creación del producto mediante solo las actividades que agregan valor al resultado final, es decir al producto. Luego, Pull, consiste en permitir que el cliente sea quien decida los productos que producirá la compañía, así como también el momento en que lo hará; finalmente la Perfección, consiste en mejorar continuamente mediante la reducción de esfuerzo, tiempo, espacio, costos y defectos, con el objetivo de ofrecer un producto cada vez más alineado a los requerimientos del cliente.

Según Liker (2011) [7], existen 8 tipos de desperdicio. En la Figura 4 se puede apreciar un resumen de estos.

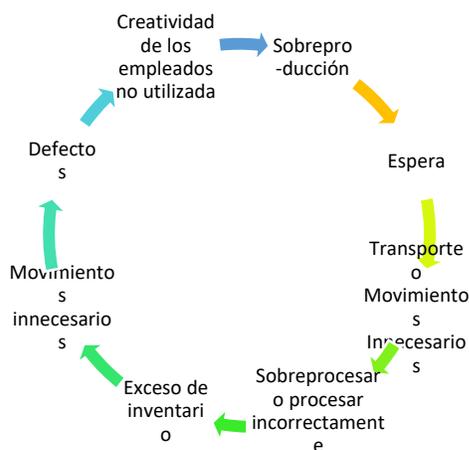


Fig. 4 Tipos de desperdicio.

La *Sobreproducción* se refiere a la fabricación de productos que el cliente no ha solicitado. Por lo tanto, esto genera que se sobre utilicen los recursos; se almacenen el exceso de materias primas, productos en proceso y productos terminados; se generen costos de manipulación y transporte debido al almacenamiento excesivo; y, a su vez, se generen gastos administrativos. Por otro lado, las *Esperas* se refieren al tiempo de inactividad de los recursos. El *desperdicio de Transportes o movimientos innecesarios* se refiere al desplazamiento del producto en proceso en largas distancias, lo cual genera ineficiencias en el transporte. Este desperdicio ocurre también cuando se realiza el traslado de materias primas y productos terminados. No obstante, el *Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto* se genera a partir de la ejecución de pasos innecesarios, es decir, que no agregan valor al producto. Asimismo, se genera cuando se fabrica el producto utilizando herramientas defectuosas o utilizando un diseño inadecuado, lo

cual genera movimientos innecesarios y defectos. Cabe mencionar que el *Exceso de inventario* es generado por el exceso de materia prima, productos en proceso, productos semielaborados y productos terminados. Cada tipo de inventario causa un determinado tiempo de proceso, así como también de costos de producción.

Los *Movimientos innecesarios* se refieren a cualquier movimiento que no agregue valor al producto. Por ejemplo, buscar, alcanzar o apilar piezas, realizar coordinaciones con el supervisor, reparar constantemente la maquinaria, etc. Como consecuencia de esto puede ocurrir *Defectos*, los cuales son generados por la producción de piezas defectuosas, mermas y reprocesamiento. El peor desperdicio que puede ocurrir, es el que aborda a la Creatividad de los empleados no utilizada, el no utilizar las ideas de los empleados también es considerado un desperdicio debido a que trabajamos las ideas de futuras mejoras.

Mapa del flujo de valor:

El mapa de flujo de valor es una herramienta que sirve para visualizar un proceso e identificar sus desperdicios. Esto, a su vez, ayuda a que todos los usuarios del proceso puedan entender el mismo, así como también establecer propuestas de mejora. Asimismo, según Venkataraman, Vijaya Ramnathb, Muthu Kumarc & Elanchezhian (2014), el mapa de flujo de valor es un método de manufactura esbelta que utiliza símbolos, métricas y permite mostrar y optimizar el flujo del inventario e información requerida para obtener un producto o servicio que es posteriormente entregado al cliente [8]. Los pasos para la elaboración de un mapa de flujo de valor se muestran en la Figura 5.



Fig. 5 Pasos para la elaboración de un mapa de flujo de valor.

La metodología de las 5 S's

Según Hirano (2009), para desarrollar una buena área de trabajo se necesita comenzar con la aplicación de las 5 "S" [9]. George (2002) menciona que esta metodología se enfoca en el establecimiento y posterior mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras [10]. En la Figura 6, se muestra el significado de las 5 S's así como también los objetivos a cumplir con esta metodología. Como se puede apreciar en ésta, el objetivo de esta metodología es obtener alta calidad, bajos costos, calendarios estrictos, mayor seguridad, alto ratio de utilización y diversificación de productos. Asimismo, se puede ver que las 5 "S" consta de 5 pasos: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina.

Mantenimiento productivo total:

El cual se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo,

estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa, es decir, “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo.

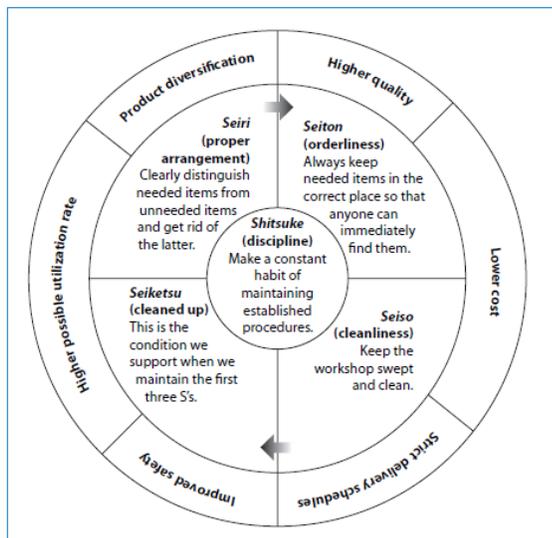


Fig. 6 El significado de las 5 “S”.
Fuente: Hirano (2009) [9].

Poka Yoke:

Esta herramienta fue desarrollada por Shigeo Shingo luego de la segunda guerra mundial y fue diseñado para enfocarse en la búsqueda de la calidad en la fuente y en la recolección de los defectos desde su frente (Shigeo, 1987) [11]. Asimismo, ésta permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad debido a que será el operador el principal responsable de que el proceso produzca con calidad. Por otro lado, el Poka Yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. De esta manera, entre los Poka Yokes más comúnmente utilizados se encuentran los siguientes: pines de guía, sistema de alarmas y detección de errores, switches de límites, contadores y listas de chequeo.

Clasificación ABC Multicriterio:

Castro, Vélez, & Castro (2011) mencionan que este tipo de clasificación utiliza pesos o ponderaciones a los diferentes criterios, con el fin de identificar mediante algún método o modelo, qué artículos son más importantes que otros, pero medidos con más de un criterio [12]. Asimismo, es necesario realizar, en primer lugar, la normalización de la información para cada uno de los valores presentados, ya que los diferentes criterios utilizan unidades de medida que no son comparables ni operables entre ellas. Hadi-Vencheh (2010) normaliza mediante la siguiente ecuación (1) [13]:

$$y_{n_{ij}} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}} \quad (1)$$

De esta manera, los valores mayores (es decir, 1 o cercanos a 1) son de gran importancia, mientras los valores menores (cero, o cercanos a cero) son de menor importancia). Luego, los valores obtenidos para cada uno de los ítems en los diversos criterios se multiplican por el peso de cada criterio y posteriormente se suman para obtener un puntaje total. Esto último se refleja en la siguiente ecuación.

$$Puntaje\ Total = \sum_{i=1}^I w_j y_{n_{ij}} \quad (2)$$

Los pesos se pueden obtener mediante un proceso de jerarquía analítica entre las variables de interés. Posteriormente obtenemos los pesos totales (2) y luego ordenamos de mayor a menor, tomando dos puntos de corte para obtener 3 clases.

Enfoque sociotécnico

Según Trist (1981), los objetivos de la organización se desarrollan mejor no cuando cumplen con la optimización del sistema técnico y la adaptación del sistema social al mismo, sino por la optimización conjunta de ambos sistemas. De esta manera, el sistema social consta de personas, relaciones de trabajo y sociales, y habilidades y capacidades; y el sistema técnico consta de materiales, herramientas, equipamientos, instalaciones y tecnología [14].

Por otro lado, Hyer, Brown, & Zimmerman (1999) mencionan que el enfoque sociotécnico se basa en un conjunto de principios, los cuales servirán para analizar el grado de interacción entre el sistema social y técnico. Estos son Compatibilidad, Especificación Crítica Mínima, Criterio sociotécnico, Multifunción, Especificación de Límites, Flujo de Información, Congruencia de Apoyo, Diseño y Valores Humanos y Diseño Incompleto [15]. En la Figura 7 se muestran los principios del enfoque sociotécnico.



Fig. 7 Principios del Enfoque Sociotécnico
Fuente: Hirano (2009) [9].

III. ESTUDIO DE CASO

A. Situación actual

La investigación se realizó en una empresa que cuenta con más 100 trabajadores y con un área de 400 m² en la ciudad de Lima. Toda su producción es destinada a Estados Unidos.

Se procederá a analizar la situación actual de la empresa en estudio mediante la herramienta Mapa de Flujo de Valor y las herramientas de calidad.

A.1. Mapa de flujo de valor

Se identificó a los clientes con mayor demanda. Para ello, el área de planeamiento proporcionó la proporción del volumen de producción ocupado para cada cliente dentro de la empresa en mención. De esta manera, se puede ver en la Tabla II que el cliente con mayor demanda es Bari.

Tabla II

% del volumen de producción ocupado por cada cliente.

Cliente	% del volumen de producción
Bari	85%
Leonard	6%
Sashan	4%
Rocky's	2%
Perlsh	2%
Otros	1%
Total	100%

Luego se agruparon los distintos tipos de prenda del cliente Bari por familias (ver Tabla III). El criterio utilizado para esta agrupación fue la similitud en la confección de la prenda.

Tabla III

Demanda trimestral del cliente Bari.

Familia	Producto	Demanda por producto	Demanda por familia
Anahatasana	Anahatasana LS Tee	9264	52567
	Anahatasana SS Tee	40516	
	Peaceful Practice LS Henley	2787	
Camisa	Mettle Button Down	10094	10094
Capucha	Mettle LS	5261	5261
Chaturanga	Chaturanga Tee	2096	2096
Circadian	Calm to energy ls tee	5832	97749
	Circadian LS V Neck Tee	38576	
	Circadian SS Tee	39641	
	Dream your Goals SS Tee	3082	
	Rise Shine Repeat SS Tee	10618	
Polo Básico	Polo Básico Cuello Redondo	63076	137875
	Polo Básico Cuello V	74799	
	otros	94632	
Total		400274	

Posteriormente, se realizó una clasificación ABC Multicriterio de las familias halladas, en el cual se identificaron aquellas cuya puntuación total es mayor (ver Tabla IV). Para ello se aplicó normalización de los datos.

Tabla IV
Clasificación ABC Multicriterio de las familias.

Familia	Demanda	Precio FOB	Lead Time	Puntaje Total	Clasificación
Polo Básico	1	0	0	0.5	A
Circadian	0.707	0.262	0.272	0.487	A
Tank	0.651	0.459	0.231	0.486	A
Camisa	0.066	0.605	1	0.454	A
Shrug	0.017	1	0.573	0.38	B
Capucha	0.03	0.779	0.647	0.365	B
Vestido	0	0.878	0.366	0.285	C
Anahatasana	0.376	0.145	0.154	0.263	C
Chaturanga	0.007	0.483	0.187	0.156	C

De esta manera, se procedió a realizar el mapa de flujo de valor actual de la familia de productos con mayor demanda, en la figura 8 se observa un bosquejo, y en la figura 9 se muestra el mapa con todos los procesos. En este caso, esta familia corresponde a la de los Polo Básico.

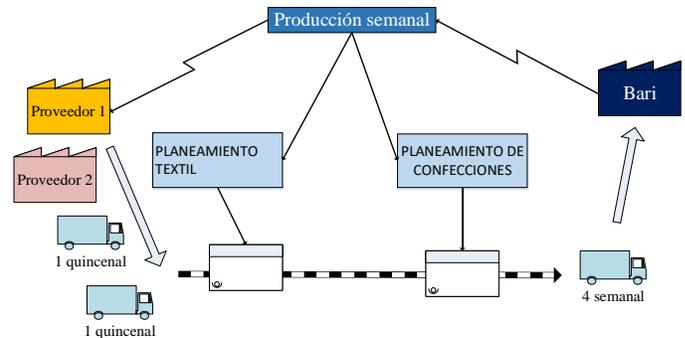


Fig.8 Interacción de datos en la cadena de suministro.

Se puede apreciar de las figuras 8 y 9 que la empresa cuenta con dos áreas de planeamiento: textil y confecciones. El primero realiza la planificación de la producción de los hilos, telas y teñidos; mientras que el segundo realiza la planificación de la confección de las prendas, desde el corte de la tela, así como también la costura de la prenda, hasta el despacho final.

El cliente, en este caso Bari, realiza sus pedidos mediante reservas trimestrales, es decir realiza una cierta cantidad de pedidos de diversos estilos de prenda con diferentes cantidades y fechas de entrega para cada una de ellas. Asimismo, la empresa se suministra quincenalmente de algodón (aproximadamente 70 toneladas). Finalmente, el resto de insumos, tales como etiquetas, hantas, stickers, etc., son suministrados mensualmente por un distribuidor local, el cual importa todos sus productos desde el extranjero. En la figura 9 se desarrolló el mapeo de los procesos, value stream mapping, en la cual se puede apreciar que el tiempo de no valor agregado (TNVA) es de 99 días, mientras que el de valor agregado es de tan solo 306 segundos. De esta manera, se puede concluir que hay demasiado tiempo que no agrega valor, el cual se buscará reducir posteriormente con herramientas de manufactura esbelta.

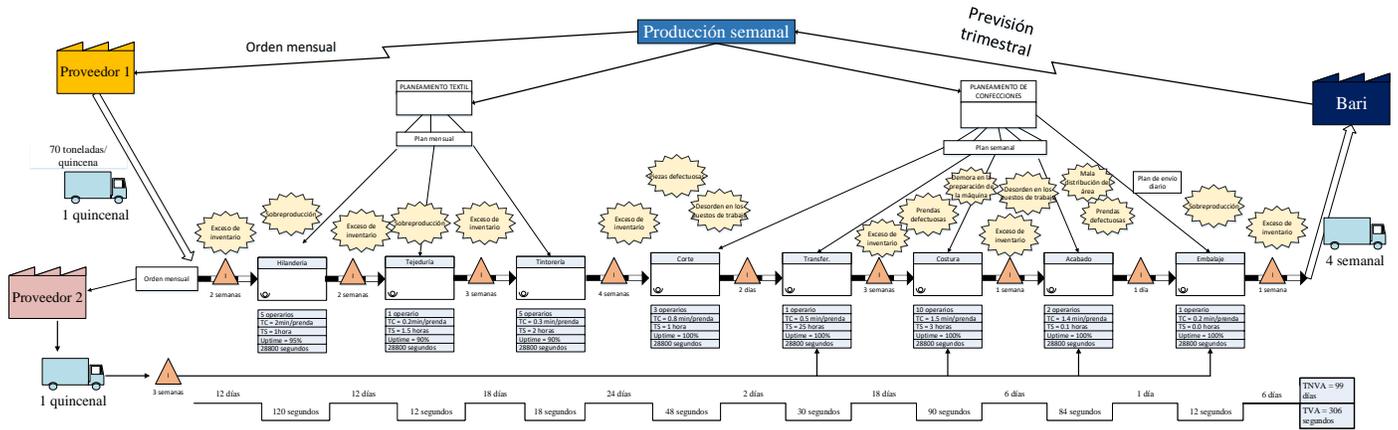


Fig.9 Mapa de flujo de valor actual

Una vez realizado el Mapa de Flujo de Valor actual se procede a realizar el cálculo del tiempo talk, el cual representa el ritmo de producción que marca el cliente, el cual en este caso será calculado en segundos por prenda. De esta manera, se tiene que la planta trabaja un turno de 9.5 horas diarias, con un descanso de 30 minutos por día, por 6 días semanales. Multiplicando estos datos y transformándolos a segundos se tiene que la planta tiene un tiempo disponible de 194,400 segundos por semana. Asimismo, como se desea calcular el tiempo talk de la familia de polos básicos se multiplica éste por el porcentaje del volumen de producción que éste representa, el cual es del 34.45% y que a su vez representa 137,875 prendas por trimestre. Asumiendo que en un trimestre hay 14 semanas, se tiene que la demanda semanal de esta familia es de 9,849 prendas. Por lo tanto, una vez calculados el tiempo de producción disponible y la cantidad total requerida, se tiene que el tiempo talk de esta familia es de 6.80 segundos por prenda. En la Tabla V se puede apreciar el cálculo del tiempo talk de la familia seleccionada.

Tabla V
Cálculo del tiempo talk de la familia de productos seleccionada.

Familia de productos	Polo Básico
Tiempo de producción por semana	6 días
Tiempo disponible por turno	9.5 horas
Tiempo de descanso por turno	0.5 horas
Tiempo disponible por semana	194,400 segundos
Demanda trimestral	137,875 prendas
Semanas por trimestre	14 semanas
Demanda semanal	9,849 prendas
Talk time	6.80 segundos por prenda

Por lo tanto, resulta necesario que la empresa tome medidas para reducir sus actividades de no valor agregado. En la Tabla VI, se muestran los indicadores que actualmente utiliza la empresa para medir la gestión de la producción.

Los valores meta fueron brindados por la Gerencia de Operaciones de la empresa

Tabla VI

Resumen de los indicadores planteados.

Indicadores	Actual	Meta
Eficacia	55%	80%
% de pedidos atrasados	82%	30%
Días promedio de atraso	30	5
% de aprobación de auditorías de BV	67%	90%
Número de personas que renuncian al mes	58	20

Asimismo, en la Figura 10, se puede apreciar la comparación entre el tiempo de ciclo y el talk time. Se puede apreciar nuevamente que los procesos de hilandería, tejeduría, transfer y embalaje producen a un ritmo mayor al talk time.

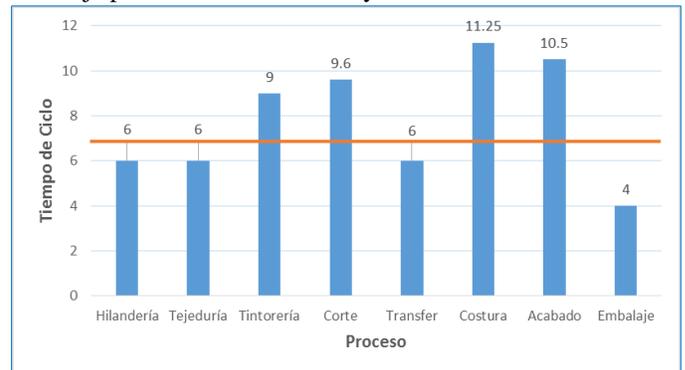


Fig.10 Comparación entre el Tiempo de Ciclo y el Talk Time.

Debido a que los procesos del área de confecciones son más lentos que los del área textil, la principal espera se genera en los procesos de hilandería, tejeduría y tintorería, los cuales muchas veces han tenido que detener su producción para no llenar de inventarios a los recursos del área de confecciones. En la figura 11, se puede apreciar el tiempo promedio de espera de los procesos, el tiempo promedio de espera de los procesos de

hilandería, tejeduría y tintorería son de 1.5, 2 y 1.8 horas. Esto último debido a la demora de los procesos en el área de confecciones (corte, costura y acabado).

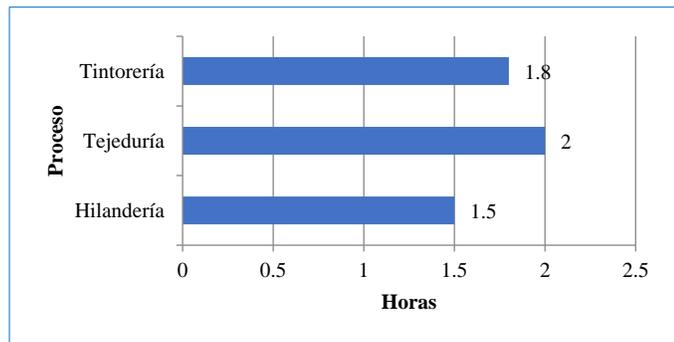


Fig.11 Tiempo promedio de espera de la hilandería, tejeduría y tintorería.

También se observó un problema de cultura organizacional, es decir, la empresa no brinda facilidades para que los trabajadores establezcan mejoras, a pesar de que estos tengan buenas ideas. Los jefes y supervisores de esta empresa mostraron tener una cultura vertical y centralizada, por lo cual una propuesta de mejora que no es brindada por el equipo de mando, es inmediatamente rechazada, lo que conlleva a que el trabajador de bajo rango no analice oportunidades de mejoras. Asimismo, la empresa no cuenta con buzones de sugerencias, ni mucho menos con formatos de recomendaciones, para que los trabajadores propongan mejoras en el proceso de producción. A pesar de que semanalmente los supervisores programan constantes reuniones, estas son solo para reprochar al personal a su cargo y para pedirle a estos que no vuelvan a cometer errores. Por otro lado, la empresa, mediante su sistema de incentivos, provoca que el personal trabaje más de 10 horas por día, restringiendo de esta manera a que solo se concentren en producir. Esto último sucede debido a que el incentivo depende principalmente de las metas diarias de producción, las cuales son calculadas por el Jefe de Ingeniería, quien considera que al determinarlas altas genera presión en el personal para que trabaje más rápido.

A.2. Herramientas de Calidad

Se formaron equipos de calidad para que trabajen en todo el proceso productivo y con colaboración de los operarios, mediante una *tormenta de ideas* se obtuvo la siguiente lista de posibles causas de la baja productividad:

- Exceso de mermas en el ambiente de trabajo.
- Presión por parte de los supervisores.
- Temperatura elevada del área de trabajo.
- Exceso de inventario.
- Material de baja calidad.
- Proveedores impuntuales.
- Mala distribución del área.
- Secuencia de operaciones mal definida.
- Procesos innecesarios.

- Métodos inadecuados.
- Desmotivación.
- Sistema de incentivos demasiado exigente.
- Horario de trabajo.
- Alta rotación.
- Falta de entrenamiento.
- Falta de conciencia de los problemas.
- Exceso de errores.
- Programación demasiado ajustada.
- Exceso de autoridad del personal de mantenimiento.
- Altos tiempos de preparación.
- Graduación incorrecta.
- Falta de mantenimiento.
- Falta de alertas de fallas.
- Máquinas de baja calidad.
- Exceso de fallas mecánicas.

Luego se usó el *Diagrama Causa-Efecto* para identificar los verdaderos problemas, en la figura 12 se observa el análisis.

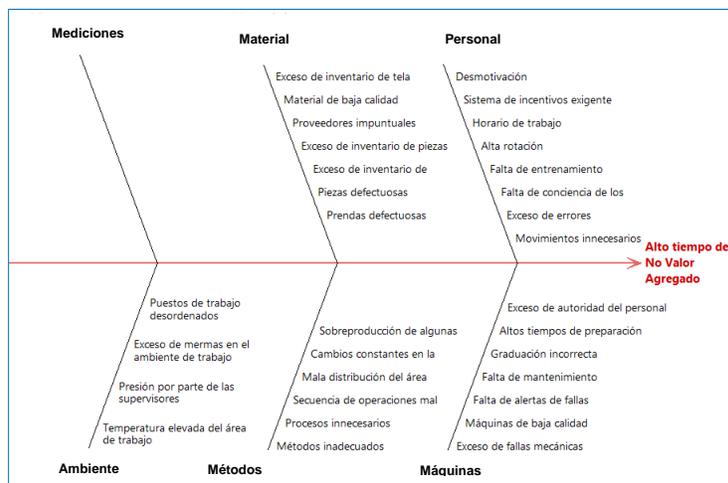


Fig.12 Diagrama Causa-Efecto del alto tiempo de no Valor agregado del polo.

Con la identificación de las variables causales que perjudican la competitividad de la empresa, se cuantifico el nivel de criticidad mediante un análisis de *Pareto* (ver figura 13).

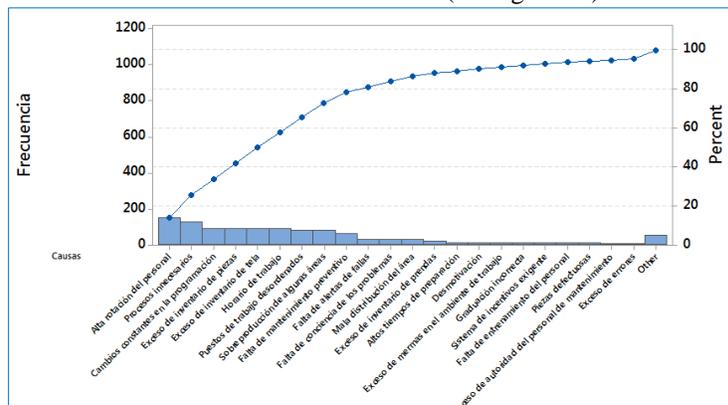


Fig.13 Diagrama de Pareto de las causas encontradas.

Del análisis de Pareto se determinó que las causas en las que se deben priorizar las mejoras son: alta rotación del personal, procesos innecesarios, cambios constantes en la programación, exceso de inventario de piezas, exceso de inventario de tela, horario de trabajo, puestos de trabajo desordenados, sobreproducción de algunas áreas y falta de mantenimiento preventivo.

B. Metodología propuesta

Se detallará las propuestas de mejora utilizadas para solucionar las principales causas halladas en el Diagrama de Pareto. Por lo cual, en primer lugar, se realizará la selección de las herramientas de manufactura esbelta a utilizar para solucionar estas. Posteriormente, se desarrollará cada herramienta, según la selección establecida, comenzando con el enfoque sociotécnico como base de la mejora. Posteriormente, se utilizarán las herramientas 5 S, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Sistemas Justo a Tiempo, Kanban y Poka Yoke para complementar la mejora del alto tiempo de valor no agregado.

Selección e implementación de las herramientas de manufactura esbelta

Según lo mostrado en el Mapa de Flujo de Valor, se puede apreciar que la empresa padece de diversos tipos de desperdicio a lo largo de su proceso productivo. De esta manera, se realizó en primer lugar una selección de las herramientas de manufactura esbelta para cada problema encontrado. En la figura 14 se puede apreciar la selección de estas.



Fig.14 Selección de las herramientas de manufactura esbelta.

Enfoque sociotécnico: según encuestas desarrolladas por área de recursos humanos, aproximadamente 58 personas renuncian al mes en la empresa, siendo el principal motivo que el personal no se siente cómodo en el trabajo. En la tabla VII, se puede apreciar el porcentaje del personal que renuncia a la empresa por cada área de producción. Del análisis se determina que aproximadamente el 78% del personal que renuncia pertenece a las áreas de costura y acabados, lo cual implica que el análisis a llevar a cabo se centrará en aquellas áreas. Según el enfoque sociotécnico, el diseño de la célula de trabajo debe ser consistente con las metas del personal que trabajará en aquella. Por lo tanto, para hacer más compatible el diseño se propone

establecer un equipo representativo, el cual tendrá la función de definir las metas de producción con el objetivo de que estas estén alineadas a las metas de los trabajadores y de la empresa.

Tabla VII
% del personal que renuncia a la empresa por área productiva.

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio
Hilandería	3.61%	2.22%	0%	3.39%	0%	0%	1.54%
Tejeduría	4.82%	2.22%	0%	3.39%	1.96%	1.89%	2.38%
Tintorería	3.61%	0%	3.70%	3.39%	1.96%	1.89%	2.43%
Lavandería	2.41%	0%	0%	1.69%	0%	0%	0.68%
Corte y Habilitado	7.23%	8.89%	5.56%	8.47%	5.88%	5.66%	6.95%
Costura	40.96%	46.67%	55.56%	45.76%	45.10%	56.60%	48.44%
Acabados	30.12%	31.11%	27.78%	25.42%	39.22%	24.53%	29.70%
Embalaje	7.23%	8.89%	7.41%	8.47%	5.88%	9.43%	7.89%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Una vez que el personal este empoderado con los procesos, y gracias al enfoque sociotécnico, el jefe de línea tendrá la libertad de distribuir las máquinas y a su personal como mejor lo considere. Así también los costureros tienen libertad de establecer su propio método para coser, es decir que ellos definen su propia ruta y velocidad de trabajo. Además, los operarios son responsables de velar por el mantenimiento y la calibración de su máquina de trabajo. Todo esto es posible, dado que los trabajadores tomaran conciencia del rumbo de la empresa, y como su trabajo influye de manera significativa sobre este objetivo. Finalmente se propone establecer un horario límite para todo el personal tanto de costura como de acabado, de tal manera que éste se esfuerce por cumplir su meta en un tiempo limitado, y por ende pueda descansar adecuadamente. De esta manera, se lograrán disminuir las renunciaciones en el personal del área y, por ende, la alta rotación de personal.

Metodología 5 S: Servirá para reducir el desorden en los puestos de trabajo a lo largo del proceso productivo. Como se puede apreciar en el Mapa de Flujo de Valor actual, los puestos de trabajo que principalmente presentan este problema son las áreas de corte y costura. En la Figura 15 se puede apreciar el desorden en el área de corte, existe inventario de tela y piezas debajo, encima y fuera de las mesas de trabajo, lo cual genera desorden en el área.



Fig.15 Desorden en el área de corte.

Asimismo, este desorden genera, a su vez, desmotivación del personal debido a que no le permite tener una adecuada movilidad en su puesto de trabajo, generándole de esta manera mayor fatiga.

En la figura 16, se puede apreciar el layout del área de corte, en el cual los puestos de trabajo se encuentran como la figura 15.

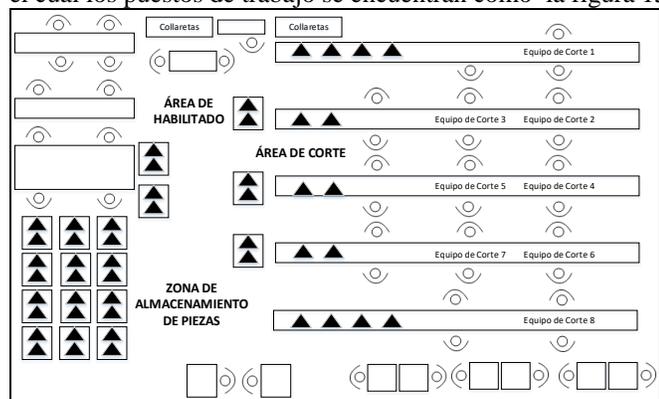


Fig.16 Layout del área de corte y habilitado.

En la figura 17 se puede apreciar el layout del área de corte redistribuida, donde cada puesto de trabajo estará remarcado con líneas amarillas, de tal manera que se evite colocar material o piezas sobre estos. Por otra parte, en el layout propuesto, se agregó algunas actividades a las auditoras de calidad y a los operarios de transfer. En el caso de las auditoras, estas tendrían que dirigirse al almacén de piezas, retirar una muestra del lote a trasladar y auditarla. El lote que será trasladado tendrá que ser aquel con fecha de entrega más cercana. Asimismo, en el caso de los operarios de transfer, estos también tendrían que buscar sus propias piezas y, además, transferirlas y revisarlas.

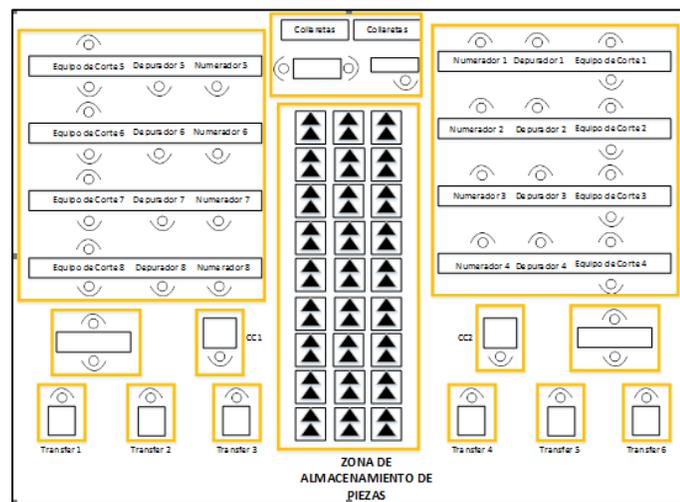


Fig.17 Layout mejorado del área de corte y habilitado.

Mantenimiento Productivo Total (TPM): se realizó en primer lugar una auditoría de gestión del mantenimiento al área de confecciones y posteriormente se comparará cada una de sus características con empresas de clase mundial. Posteriormente,

según los resultados obtenidos, se realizará un programa de mantenimiento preventivo y se definirán las bases para la implementación del mantenimiento autónomo. Se propone establecer un programa de mantenimiento preventivo, en el que se les dé principal prioridad a los recursos en mención. Por lo tanto, para los recursos que presenten baja disponibilidad se propone realizar mantenimientos semanales, mientras que a los que presenten disponibilidad alta o moderada, quincenales.

Sistemas Kanban: el objetivo es reducir el exceso de inventario en los procesos de hilandería, tejeduría, tintorería y transfer, se propone en primer lugar cambiar el tipo de sistema de suministro, el cual actualmente es el push, al sistema pull. En este caso, el proceso que marcará el ritmo de suministro de estos procesos será el de costura debido principalmente a que se encuentra delante de todos estos. De esta manera, se propone capacitar a todo el personal en esta herramienta mediante talleres especializados, los cuales serán dictados y expuestos por un consultor especializado. Posteriormente, se analizará el funcionamiento del sistema Kanban. Para ello, en primer lugar, se analizaron los inventarios finales promedio de las líneas de costura, así como también sus productividades diarias, con el objetivo de calcular los días promedio de producción promedio que cada una tiene.

Poka Yoke: para garantizar la correcta de implementación del sistema kanban, se propone implementar un sistema de alarmas, para cada línea de costura, para que la visualización de algún requerimiento de piezas sea más rápida. Asimismo, el aviso para la activación de la alarma se realizará mediante el peso de las piezas al inicio de la línea de costura, el cual se propone que sea realizado mediante una balanza industrial. Posteriormente, una vez que el stock inicial de una determinada línea llegue a un peso mínimo, automáticamente se activará la alarma de dicha línea para que el programador y jefe de corte sepan que deben abastecer ésta (observar figura 18).

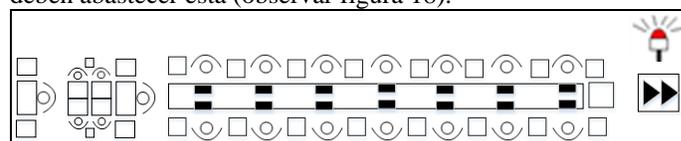


Fig.18 Ubicación de la alarma para el abastecimiento de las líneas de costura.

Eliminación de procesos innecesarios: los procesos de control de calidad de costura y acabado realizan casi las mismas actividades, la única diferencia entre ambas es la revisión de las estampados y lavados, casos no muy comunes en la empresa. Se propone eliminar el proceso de control de calidad de costura y, a su vez, fusionar los procesos de costura y acabado para que el proceso de control de calidad de acabado se encargue de auditar las prendas a la salida del proceso de costura y acabado.

IV. RESULTADOS

En cuanto al enfoque sociotécnico, se puede apreciar que más del 70% de los costos corresponde a capacitar al personal operario en cuanto al control de calidad textil, esto último

debido a que se desea empoderar al personal para que tenga absoluta autoridad sobre el proceso productivo. Por otro lado, se puede apreciar que se incurrirá en un costo por parte de los supervisores, jefes, el secretario del equipo y el Director Técnico, quienes participarán mensualmente en reuniones para proponer mejoras. Con este enfoque se logró reducir la rotación de trabajadores en 74% (de 58 a 15 personas al mes). Esta disminución generaría aproximadamente 2580 soles mensuales.

Los ahorros por la disminución del tiempo de operación se muestran es el resultado de la implementación de las propuestas de mejora del enfoque sociotécnico, 5 S y TPM, el tiempo de los procesos de costura y acabado disminuirá, generando ahorros de 630 y 472.5 soles mensuales. En total, mensualmente se tendrá un ahorro de 1102.5 soles. No obstante, aumenta la capacidad de planta en 30%, lo cual impacta positivamente en las entregas a tiempo, aumentando en 23%.

Los ahorros generados por la disminución del exceso de inventario mediante la implementación principalmente del sistema Kanban, los inventarios en los procesos de hilandería, tejeduría, tintorería, corte y costura se reducirán a entre 2 y 4 días. El ahorro mensual esperado por esta implementación será de aproximadamente 3,353.2 soles.

Los costos de implementación oscilan alrededor de los 33,184 soles. El flujo de caja de la implementación de las propuestas de mejora mencionadas anteriormente. La suma de los ahorros mensual asciende a 7,035.70 soles, mientras que los egresos mensuales a 3,439. Asimismo, en el mes 0 se iniciarán con capacitaciones, consultorías y jornadas, las cuales implicarían un mayor costo inicialmente. De esta manera, a partir de los datos mostrados en la tabla, se obtiene un TIR de 51.54%. Asimismo, se puede apreciar que la inversión se puede recuperar en poco menos de 10 meses.

V. CONCLUSIONES

Se puede apreciar que las exportaciones de prendas de vestir han disminuido aproximadamente en 27% en los últimos 5 años, principalmente debido a la presencia de nuevos competidores, cuyos costos laborales son menores que las empresas de confecciones peruanas. De esta manera, es necesario que estas tomen conciencia sobre la presente situación para que emprendan mejoras.

Por otro lado, mediante la combinación de herramientas de manufactura esbelta y de calidad se pudo determinar las principales causas al problema del alto tiempo de valor no agregado. Las herramientas Mapa de Flujo de Valor, Tormenta de Ideas, Diagrama Causa-Efecto, y Diagrama de Pareto fueron las que se utilizaron para lograr este propósito. De esta manera, se encontró que las principales causas son: alta rotación del personal, procesos innecesarios, cambios constantes en la programación, exceso de inventario de piezas, exceso de inventario de tela, horario de trabajo, puestos de trabajo

desordenados, sobreproducción de algunas áreas y falta de mantenimiento preventivo. Por otra parte, mediante la implementación de los principios del enfoque sociotécnico, se pudo determinar que el diseño del área de confecciones no cumplía con algunos de estos. Para los principios que la empresa no cumplía, se realizaron propuestas de mejora, cuyos beneficios se vieron reflejados principalmente en la reducción del personal que renuncia a la empresa. A continuación, con la implementación conjunta de las herramientas 5 S, el programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo, sistemas kanban y Poka Yoke, y la eliminación de procesos innecesarios (VSM), se pudo lograr una disminución del tiempo de operación de los procesos de costura y acabado de aproximadamente 20% en ambos casos.

Finalmente, el VAN del proyecto asciende a 5,642.78 soles y el TIR a 51%, lo cual significa que es mayor a la tasa interna de retorno, por lo que significa que éste es viable. Aproximadamente, la inversión inicial se estaría recuperando en 10 meses.

REFERENCIAS

- [1] Asociación de exportadores – ADEX(2018). ADEX Data Trade. <http://www.adexdatatrade.com>
- [2] Sociedad Nacional de Industrias- SNI (2017). Estadísticas de Exportación del Sector Textil y Confecciones. <http://comitetextilperu.com/BoletinTextil/docs/expor.pdf>
- [3] Proinversión – Agencia de la promoción privada – Perú (2018). Estadísticas Comerciales - SECTOR EXPORTADOR. <https://www.investinperu.pe/modulos/JER/PlantillaStandard.aspx?are=0&prf=0&jer=5861&sec=1>
- [4] Gestion (2017). ADEX: Industria de confecciones se verá impulsada por clasificación de Perú al Mundial de Rusia 2018. Redacción Gestión 09/12/2017. <http://gestion.pe/economia/adex-industria-confecciones-vera-impulsada-clasificacion-peru-mundial-derusia-2018-222368>
- [5] Womack, J. P., & Jones, D. T. (2012). Lean Thinking (Primera ed.). Barcelona, España: Grupo Planeta.
- [6] Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1992). La máquina que cambió el mundo (Primera ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- [7] Liker, J. K. (2011). Toyota: Cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Norma S.A.
- [8] Venkataraman, K., Vijaya Ramnathb, B., Muthu Kumarc, V., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. ScienceDirect, 1187-1196.
- [9] Hirano, H. (2009). JIT IMPLEMENTATION MANUAL: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing (Segunda ed., Vol. 2). Tokyo, Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- [10] George, M. (2002). Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. Nueva York: McGraw Hill.
- [11] Shingo, S. (1987). The Sayings of Shigeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement. Nikkan Kogyo Shimbun, Ltd., Tokyo.
- [12] Castro, C., Vélez, M., & Castro, J. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. ITECKNE, VIII(2), 163-170.
- [13] Hadi-Vencheh, A. (2010). An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. European Journal of Operational Research, 201(3), 962-965.
- [14] Trist, E. (1981). The evolution of socio-technical systems. Perspectives on Organizational Design and Behaviour, 1-67.
- [15] Hyer, N. L., Brown, K. A., & Zimmerman, S. (1999). A socio-technical systems approach to cell design: case study and analysis. Journal of Operations Management 17, 179-203.