

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PUCP**

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO  
DE UNA EMPRESA DE CONFECCIONES DE PRENDAS FEMENINAS  
MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA  
ESBELTA Y UN SISTEMA TECNOLÓGICO RFID.**

Tesis para optar el Título de **INGENIERA INDUSTRIAL** que presenta el bachiller:

**ANDREA BLANCA DEL ROSARIO GALLARDO HUAMANÍ**

**ASESOR: José Alan Rau Álvarez**

Lima, diciembre del 2019

## RESUMEN

El presente trabajo ha sido elaborado con la finalidad de optimizar el proceso productivo de prendas femeninas en una empresa dedicada al sector textil – confecciones. Debido a la creciente competitividad generada con la llegada de los Fast-fashion y el lento crecimiento que presenta una pyme con más de 30 años en el mercado ha generado pérdidas representadas en el cierre de 2 boutiques en los últimos dos años motivo por el cual es de suma relevancia realizar un análisis de su sistema de producción actual proponiendo alternativas en base a la filosofía de la Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID.

La optimización del proceso productivo inicia con el análisis del mapa de flujo de valor actual del área crítica de la empresa identificando problemas actuales y los principales desperdicios mortales logrando diagnosticar actividades críticas las cuales utilizando métodos de identificación de problemas: lluvia de ideas, matriz causa y efecto, diagrama de Ishikawa y Pareto permiten determinar las causas raíz relacionadas en mayor cantidad con la mano de obra y el medio ambiente de la planta de producción. Para conseguir reducir tiempo y mejorar la calidad de los productos en base a la filosofía Lean es fundamental aplicar las herramientas como 5S, TPM (mantenimiento autónomo), Gestión visual y un sistema tecnológico en la producción del producto estrella.

En términos cuantitativos, la implementación de herramientas de Manufactura Esbelta representa un ahorro monetario debido a la disminución de horas extras de S/. 5384.5 y la recuperación de un 96% de mermas. Asimismo, la automatización de procesos con la tecnología RFID permite disminuir tiempo de operación de inicialmente 24 a 4 minutos generando ahorros de S/. 348.75. Basando el análisis en el impacto financiero generado y los beneficios económicos esperados en la implementación de las 5S, así como en la tecnología RFID se concluye que el proyecto es factible en el área de producción para la línea de sacos sastres con un VAN de S/. 10 760 y una TIR de 32.28%.

Es fundamental capacitar al personal al inicio del programa sobre los beneficios y la importancia de las propuestas logrando direccionar su comportamiento hacia una filosofía de mejora continua involucrándolo en el proceso.

## TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO(A) : **ANDREA BLANCA DEL ROSARIO GALLARDO HUAMANÍ**

CÓDIGO : 20131324.1

PROPUESTO POR : Ing. José Alan Rau Álvarez

ASESOR : Ing. José Alan Rau Álvarez

TEMA : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DE CONFECCIONES DE PRENDAS FEMENINAS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA Y UN SISTEMA TECNOLÓGICO RFID.

N° TEMA :

FECHA : San Miguel, 02 de septiembre de 2019

### **JUSTIFICACIÓN:**

Actualmente, después de aproximadamente 6 años de resultados negativos en el sector textil-confecciones, la situación de esta industria aportante del 7.2% al PBI manufacturero (Gestión 2018)<sup>1</sup> pasaría por un punto de inflexión al estimarse un crecimiento de la demanda de prendas de vestir en un 4% respecto al 2017 el cual había cerrado con una disminución del 3%, según Pedro Olaechea actual ministro de la Producción, impactando positivamente en la recuperación del sector<sup>1</sup>.

La recuperación económica de sus compradores internacionales más importantes como es el caso del principal socio comercial EE. UU y el interés de nuevas marcas internacionales por la calidad de las prendas confeccionadas en el Perú generaron que las exportaciones peruanas registren una

---

<sup>1</sup> : GESTIÓN. 2018. "Produce: Sector prendas de vestir se recuperará en el 2018 y crecerá alrededor de 4%", visto el 01 de setiembre de 2018 en <<https://gestion.pe/economia/produce-sector-prendas-vestir-recuperara-2018-creceria-alrededor-4-224404>>

tasa de crecimiento de 3.6% al cierre del 2017, respecto al año 2016, proyectándose un crecimiento promedio anual del 4.3% desde el 2018 hasta el año 2021. (El Comercio 2018)<sup>2</sup>. Estas proyecciones se ven reflejadas en el primer trimestre del 2018 al alcanzar una suma de US\$ 323.788 millones en exportaciones de los cuales, según la Asociación de Exportadores (ADEX 2018), US\$ 224.102 millones corresponde específicamente a las prendas de vestir registrando un alza mayor a la proyectada del 7%<sup>3</sup>.

Si bien es cierto que en el Perú aumenta de manera significativa la cantidad de empresarios que apuestan por la formalidad, es de suma importancia implementar herramientas que logren optimizar el proceso productivo incrementando tanto la eficiencia del operario como la calidad de la prenda logrando reducir costos unitarios de producción. Esto último en mención es de suma relevancia debido a la competencia que se ha generado con la llegada de los Fast-fashion (Zara, Forever 21, H&M, entre otros) al país los cuales, según Edward Venero, coordinador de la Facultad de Arte y Diseño de la PUCP<sup>4</sup>, comercializan prendas de alto valor de diseño a un costo muy por debajo que se ofrece en el Perú. Un ejemplo cuantitativo es el costo de la producción de un polo de cuello redondo que incurre un gasto de US\$ 5 comparado con Bangladesh que le cuesta US\$ 1.80 enfatizando así un menor costo en la mano de obra requerida para elaborar el producto (Luis Antonio Aspillaga, presidente del Gremio de Indumentaria de la Cámara de Comercio de Lima, 2018)<sup>4</sup>.

Por ese motivo, es de suma relevancia realizar un análisis del sistema de producción de una empresa de confecciones que se encuentra presente en la industria textil desde hace más de 30 años, pero que presenta un crecimiento lento a comparación de otras empresas presentes en el rubro. Los límites que presenta en cuanto al flujo de su producción, la capacidad de la planta y la falta de implementación de herramientas de optimización y planificación han generado como consecuencia el cierre de 2 boutiques en los últimos dos años contando actualmente con 4 tiendas en Lima y 3 en provincia. Este análisis será basado en la filosofía de la Manufactura Esbelta utilizando herramientas que vayan acorde con los requerimientos de la empresa mencionada, así como la implementación de un sistema tecnológico en uno de sus procesos de producción basando el análisis en su producto representativo y de mayor demanda.

---

<sup>2</sup> EL COMERCIO. 2018. "CCL: Exportaciones de confecciones a EE.UU. crecieron 3,6%", visto el 01 de setiembre de 2018 en <<https://elcomercio.pe/economia/peru/ccl-exportaciones-confecciones-ee-uu-crecieron-3-6-noticia-511558>>

<sup>3</sup> GESTIÓN. 2018. "Exportaciones de cadena textil-confecciones crecen 10% en el primer trimestre", visto el 01 de setiembre de 2018 en <<https://gestion.pe/economia/exportaciones-cadena-textil-confecciones-crecen-10-primer-trimestre-233271>>

<sup>4</sup> GESTIÓN. 2018. "Diseño de modas, el eslabón perdido que necesita la industria textil para despegar en el Perú", visto el 01 de setiembre de 2018 en <<https://gestion.pe/economia/disenho-modas-eslabon-perdido-necesita-industria-textil-despegar-peru-224567>>

## **OBJETIVO GENERAL:**

Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confecciones de prendas femeninas mediante el uso de herramientas específicas de Manufactura Esbelta como VSM para el diagnóstico, 5S, TPM (mantenimiento autónomo), Gestión visual y un sistema tecnológico en la producción del producto estrella.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Definir conceptualmente las herramientas de Manufactura Esbelta que serán utilizadas para el análisis y las propuestas para la mejora del proceso productivo.
- Establecer los conceptos fundamentales para la implementación de un sistema tecnológico en la producción.
- Realizar una descripción de la empresa, así como el detalle de sus principales procesos productivos, prendas que elabora, materiales utilizados, maquinaria y cantidad de recursos humanos requeridos.
- Obtener un diagnóstico acerca de los principales problemas de la empresa mediante la utilización del mapa de flujo de valor definiendo así las herramientas de Manufactura Esbelta que se va a emplear en las propuestas.
- Determinar el producto estrella de la empresa y analizar la situación actual en la producción para identificar el proceso a automatizar.
- Proponer posibles mejoras aplicando las herramientas de Manufactura Esbelta, así como una propuesta de sistema tecnológico RFID.
- Realizar un análisis Costo - Beneficio que justifique la implementación de las propuestas.
- Conclusión de los resultados obtenidos en base a la viabilidad de las propuestas.

## **PUNTOS A TRATAR:**

### **a. Marco teórico.**

Se definirá conceptualmente las herramientas de Manufactura Esbelta que serán utilizadas para el análisis y las propuestas para la mejora del proceso productivo, así como los conceptos necesarios para la implementación de un sistema tecnológico de manera que ambos temas guarden relación en un sólido sustento teórico.

### **b. Descripción de la empresa.**

Se presentará una breve reseña histórica de la empresa detallando su organización, sector y actividad económica, proveedores, clientes, materia prima utilizada, procesos productivos, área de producción y prendas que elaboran.

**c. Diagnóstico de los procesos.**

Se realizará un análisis de los procesos productivos actuales evaluando en ellos las mermas producidas, tiempos muertos, entre otros; diagnosticando actividades críticas.

**d. Propuestas de mejora.**

Se presentarán propuestas de mejora que logren mitigar y contrarrestar los principales problemas diagnosticados anteriormente utilizando herramientas de Manufactura Esbelta, así como la implementación de un sistema tecnológico que logre disminuir tiempos automatizando procesos.

**e. Evaluación económica.**

Se realizará la evaluación económica mediante el análisis Costo / Beneficio que permita determinar la rentabilidad de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta, así como del sistema tecnológico propuesto comparando el impacto de la situación actual con las propuestas.

**f. Conclusiones y recomendaciones.**

---

ASESOR

## AGRADECIMIENTOS

Para comenzar, quisiera agradecer a Dios por acompañarme y guiarme en cada paso que he dado y daré en mis años de vida.

A mi madre, por creer en mí y darme la fortaleza que siempre necesité para no darme por vencida y seguir creciendo cada día más.

A mi padre, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria y a mi hermano menor por acompañarme por las noches mientras me encontraba estudiando o realizando mis trabajos.

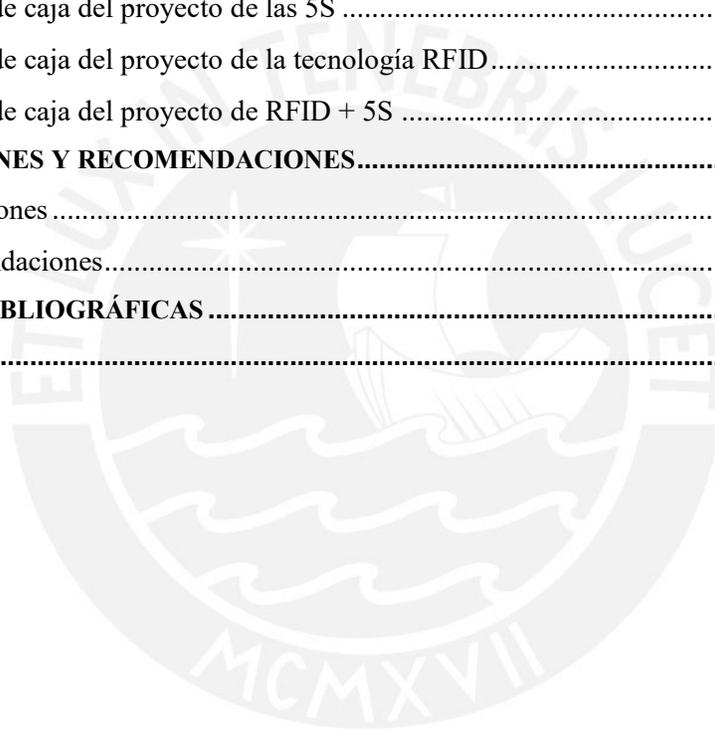
A mi asesor, el Ingeniero José Rau, por su preocupación y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

Finalmente, deseo agradecer a todas las personas que, si bien no he mencionado específicamente, aportaron su granito de arena para poder realizar mi tesis, gracias por su paciencia, sus opiniones, sus conocimientos y su buen humor. Me llevo de ustedes los mejores recuerdos de mi etapa universitaria.

# INDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
1.1. Investigaciones Previas .....	3
1.2. Manufactura Esbelta.....	4
1.3. Tecnología RFID en el sector Textil – Confecciones .....	21
1.4. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE PROCESOS .....	27
<b>2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>31</b>
<b>3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA Y SISTEMA TECNOLÓGICO RFID.....</b>	<b>44</b>
<b>4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>46</b>
4.1. Justificación del área a mejorar .....	46
4.2. Justificación de la familia de productos a mejorar.....	50
4.3. Justificación de los problemas más críticos en el área de producción .....	52
4.4. Desarrollo de mapa de flujo de valor actual .....	59
4.5. Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro .....	60
<b>5. PROPUESTA DE MEJORA DEL CASO BAJO ESTUDIO.....</b>	<b>63</b>
5.1. Priorización de herramientas de Manufactura Esbelta.....	63
5.2. Implementación de la herramienta 5S .....	64
5.2.1. Pasos previos para la implementación.....	64
5.2.2. Aplicación de las 5S.....	65
5.2.3. Elaboración del plan de implementación 5S.....	66
5.2.4. SEIRI (Clasificar).....	68
5.2.5. SEITON (Orden).....	74
5.2.5.1. Gestión Visual.....	76
5.2.6. SEISON (Limpieza) .....	79
5.2.6.1. Mantenimiento Autónomo.....	80
5.2.7. SEIKETSU (Estandarizar) .....	89
5.2.8. SHITSUKE (Disciplina).....	94
5.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID .....	97

5.3.1.	Pasos para la implementación de la tecnología RFID.....	97
5.3.2.	Flujo de prendas en el área de habilitado y el almacén de productos en proceso.....	100
5.3.3.	Beneficios de la tecnología RFID.....	100
<b>6.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO .....</b>	<b>102</b>
6.1.	Costos del personal .....	102
6.2.	Costos de implementación .....	103
6.3.	Ahorro generado por la implementación de las 5S's .....	104
6.4.	Ahorro generado por la implementación de la tecnología RFID .....	106
6.5.	Flujo de caja del proyecto. ....	107
6.5.1.	Flujo de caja del proyecto de las 5S .....	108
6.5.2.	Flujo de caja del proyecto de la tecnología RFID.....	109
6.5.3.	Flujo de caja del proyecto de RFID + 5S .....	110
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
7.1.	Conclusiones .....	112
7.2.	Recomendaciones.....	113
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>119</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de trabajadores por área.....	46
Tabla 2. Criterio de calificación.....	48
Tabla 3. Frecuencia de incidencias por área.....	49
Tabla 4. Porcentaje de producción.....	50
Tabla 5. Matriz Causa y Efecto.....	54
Tabla 6. Ponderaciones de los factores.....	57
Tabla 7. Clasificación de las causas.....	58
Tabla 8. Matriz de Herramientas Lean.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9. Reporte de inventario.....	72
Tabla 10. Costos del personal.....	102
Tabla 11. Costos de consultoría.....	104
Tabla 12. Ahorro generado por horas extras debido a la demanda por campañas.....	105
Tabla 13. Ahorro generado por costos en mermas.....	105
Tabla 14. Ahorro generado por la disminución del tiempo de conteo.....	106
Tabla 15. Ahorro generado por la disminución del tiempo de digitalización.....	106
Tabla 16. Ahorro generado por las horas extras de procesamiento de moldes faltantes.....	107
Tabla 17. Resumen Costos anuales generados en la situación actual.....	107
Tabla 18. Factores considerados para determinar el WACC.....	108
Tabla 19. Indicadores financieros.....	109
Tabla 20. Indicadores financieros.....	110
Tabla 21. Indicadores financieros.....	111

# INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Pensamiento Tradicional vs Lean .....	7
Ilustración 2. Tipo de herramientas Lean.....	9
Ilustración 3. Simbología VSM .....	12
Ilustración 4. Estructura del VSM.....	13
Ilustración 5. Casa del Sistema de Producción TOYOTA.....	19
Ilustración 6. Funcionamiento del sistema RFID .....	22
Ilustración 7. Tag RFID .....	24
Ilustración 8. Variedades tecnológicas RFID .....	24
Ilustración 9. Diagrama de Causa - Efecto.....	28
Ilustración 10. Matriz C&E .....	29
Ilustración 11. Diagrama de Pareto.....	30
Ilustración 12. Diagrama de bloques.....	37
Ilustración 13. Cantidad de Trabajadores por área .....	47
Ilustración 14. Frecuencia de incidencias por área .....	50
Ilustración 15. Porcentaje de producción por producto .....	51
Ilustración 16. Problemas críticos en el área de producción.....	54
Ilustración 17. Diagrama Ishikawa P3 .....	55
Ilustración 18. Diagrama Ishikawa P6 .....	56
Ilustración 19. Diagrama Ishikawa P4 .....	56
Ilustración 20. Organigrama del equipo 5S .....	68
Ilustración 22. Tarjeta Roja .....	69
Ilustración 21. Proceso de clasificación.....	69
Ilustración 23. Identificación de inventario.....	70
Ilustración 24. Identificación de inventario.....	70
Ilustración 28. Identificación de inventario.....	71
Ilustración 26. Identificación de inventario.....	71
Ilustración 25. Identificación de inventario.....	71
Ilustración 27. Identificación de inventario.....	71
Ilustración 29. Tarjeta roja ítem 2 .....	73
Ilustración 30. Tarjeta roja ítem 4 .....	73
Ilustración 31. Proceso 2S .....	74
Ilustración 32. Diagrama Spaghetti EMPRESA.....	75
Ilustración 33. Señalización EMPRESA .....	78
Ilustración 34. Beneficios de Gestión Visual .....	79
Ilustración 35. Tarjeta Amarilla .....	82
Ilustración 36. Etiqueta azul, rojo y amarillo.....	83
Ilustración 37. FS y LDA de máquina recta .....	84
Ilustración 38. FS y LDA de máquina remalladora.....	85
Ilustración 39. FS y LDA de máquina fusionadora .....	86
Ilustración 40. FS y LDA de máquina cortadora .....	86
Ilustración 41. Formato de registro TPM .....	88
Ilustración 42. Ficha técnica de procesos.....	90

Ilustración 43. Ficha técnica de corte.....	91
Ilustración 44. Procedimiento de llenado de Ficha técnica de procesos.....	92
Ilustración 45. Procedimiento de llenado Ficha técnica de corte.....	93
Ilustración 46. Formato de evaluación auditoría interna .....	95
Ilustración 47. Formato plan de control.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 48. Flujo de prendas con la tecnología RFID.....	101
Ilustración 49. Flujo de caja del proyecto de las 5S.....	108
Ilustración 50. Flujo de caja del proyecto de la tecnología RFID .....	109
Ilustración 51. Flujo de caja del proyecto de RFID + 5S.....	110



# INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico del Perú ocurrido entre los años 2017 al 2018 se ha visto reflejado en diversos sectores de la industria minera, pesquera, de construcción, entre otros. Asimismo, la industria textil-confecciones no ha pasado desapercibida demostrando un crecimiento relevante para los productores textiles y empresarios debido a la recuperación económica de sus compradores internacionales más importantes como es el caso de EE.UU. Sin embargo, las principales marcas peruanas no logran competir con las internacionales en territorio peruano evidenciándose una mejor aceptación del mercado internacional en los diseños de exportación reflejando así la necesidad de la creación de marcas que representen significativamente al Perú (GESTIÓN, 2018).

Según el Ministerio de Producción (2015), el sector textil-confecciones representa una de las principales fuentes de empleos generando un aproximado de 412 mil puestos de trabajo teniendo mayor participación las micro, pequeñas y medianas empresas las cuales han aumentado un 38.3% desde el 2009 reflejando así la alta competitividad presente en un mercado global donde los clientes priorizan la calidad de los productos a un menor precio y con plazos de entrega cada vez más cortos.

Debido a las situaciones previamente mencionadas, las empresas productoras deben adoptar nuevas formas para lograr gestionar sus procesos de manera más eficiente garantizando su posicionamiento no solo en el mercado nacional sino también internacional. Para lograrlo es de suma importancia la implementación de la filosofía Manufactura Esbelta y un Sistema tecnológico RFID permitiendo así incrementar los niveles de productividad, mejorar la calidad, reducir lead times y costos y administrar eficazmente recursos tanto materiales como humanos logrando la satisfacción de los clientes y una mejor negociación con los proveedores.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el aumento de la productividad de la micro empresa en estudio empleando herramientas aprendidas a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial.

En el primer capítulo, se desarrolla los antecedentes históricos de la Manufactura Esbelta, así como sus orígenes y beneficios que representa su aplicación en la industria textil-confecciones. Adicionalmente, se describe los 5 principios involucrados en el pensamiento esbelto, los desperdicios de manufactura (MUDA) y las herramientas involucradas de esta filosofía. De igual manera, los conceptos necesarios para la implementación de un sistema tecnológico RFID en un sólido sustento teórico

El segundo capítulo presenta la empresa en estudio con una breve reseña histórica detallando su misión y visión, su organización, sector y actividad económica, así como las prendas que elaboran durante la jornada laboral. Se realiza una descripción de la situación actual señalando los recursos, el proceso y las áreas pertenecientes a la producción de la empresa.

En el desarrollo del tercer capítulo se realiza el análisis de los procesos productivos de la empresa mediante el mapa de flujo de valor actual, se identifica problemas actuales y los principales desperdicios mortales logrando diagnosticar actividades críticas. De igual manera se identificará el proceso a automatizar tomando como base al producto representativo con mayor demanda y producción.

El cuarto capítulo comprende la propuesta de mejora del caso bajo estudio aplicando herramientas lean para mitigar y contrarrestar los principales problemas diagnosticados. Se desarrolla propuesta de mejora mediante la implementación teórica de 5s, mantenimiento autónomo, gestión visual, así como los recursos necesarios y el proceso de adaptación que debe tener una pyme para adoptar un sistema tecnológico en la producción.

En el quinto capítulo se evalúa el impacto económico en el sistema productivo calculando costos de inversión, fijos y ahorros generados mediante el análisis Costo / Beneficio que permita determinar la rentabilidad de la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta, así como del sistema tecnológico elaborado comparando el impacto de la situación actual con las propuestas.

Finalmente, el sexto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones de mayor importancia del caso de la empresa en estudio.

## 1. MARCO TEÓRICO

Se definirá conceptualmente las herramientas de Manufactura Esbelta que serán utilizadas para el análisis y las propuestas para la mejora del proceso productivo, así como los conceptos necesarios para la elaboración de un sistema de planificación y control de producción de manera que ambos temas guarden relación en un sólido sustento teórico.

### 1.1. Investigaciones Previas

- El autor Mejía (2013) en su tesis “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” identificó que la empresa en estudio no poseía área de Planeamiento definida, tenía exceso de transporte debido a que las áreas se encontraban en pisos distintos, movimientos innecesarios en la operación de elasticado y largos tiempos de espera debido al desbalance de las cargas de trabajo. Con la aplicación herramientas como las 5s, SMED y TPM logró reducir el tiempo de valor no agregado de 6.44 a 1.22 días, a su vez, el tiempo de valor agregado disminuyó de 192.85 segundos a 139.02 segundos.
- El autor Meneses (2012) en su tesis “Diseño de un sistema de control de activos para el almacén de electrónica de la Pontificia Universidad Católica del Perú utilizando RFID” señaló como ejemplo el caso del fabricante de alimentos “Daisy Brand” el cual al colocar tags en los pallets que salían de sus almacenes rumbo a Wal-Mart logró reducir al 50% del tiempo empleado en el conteo de la carga de sus camiones. Asimismo, en el artículo del autor Moreno (2018) “La RFID en el sector textil” resalta el caso de éxito de la empresa Yebane Española, dedicada a la decoración y tapicería, la cual ha obtenido un mayor control de las entradas y salidas de las piezas textiles en sus almacenes así como la disminución del tiempo en que se realizaba el inventario.

## **1.2. Manufactura Esbelta**

En la actualidad muchas organizaciones se encuentran adaptándose a los procesos de Manufactura Esbelta debido a que buscan una mayor eficiencia en su producción ya que los estilos antiguos de gestión no están dando buenos resultados por la falta de capacitación en muchos empleados. Por ello es de vital importancia la comprensión de los conceptos involucrados en esta filosofía los cuales serán detallados en este capítulo.

### **1.2.1. Definición de Manufactura Esbelta**

El Sistema de producción Toyota, comúnmente conocido como Manufactura Esbelta, tiene como definición principal “hacer más con menos” refiriéndose a la utilización de una menor cantidad de recursos como tiempo, espacio, maquinaria, materia prima y mano de obra, sin dejar de cumplir los requerimientos del cliente. (Villaseñor, et al., 2009).

Según Jorge Luis García-Alcaraz, et al., (2014), la Manufactura Esbelta está compuesta de gran cantidad de herramientas aplicadas en manera sistemática y habitual las cuales en conjunto ayudan a eliminar aquellas operaciones que no generan valor agregado a los procesos, productos y servicios de manera que se logre aumentar el valor de cada actividad al eliminar y reducir desperdicios logrando mejorar las operaciones.

Aquellos “desperdicios” previamente mencionados, también conocidos como “mudas”, hacen referencia a los procesos que utilizan más recursos de los que realmente se necesitan. Estos desperdicios habitualmente observados en los procesos productivos son: tiempo de espera, transporte, inventario, procesado excesivo, defectos y sobreproducción. (Escalda, et al., 2016).

Manufactura Esbelta no debe definirse como un concepto estático ni como una filosofía radical que irrumpe las barreras de lo desconocido ya que busca continuamente la combinación de técnicas, elementos y aplicaciones referentes al estudio del trabajo de procesos y máquinas dando como resultado una manera más ágil, económica y flexible de hacer las cosas.

### **1.2.2. Orígenes de la Manufactura Esbelta**

Manufactura Esbelta tiene sus orígenes en Japón cuando en el año 1937 la fábrica textil Toyoda decide incursionar en el negocio automovilístico cambiando así el nombre de su compañía a Toyota. Para ese entonces, los pioneros en el mercado del automóvil eran Ford y General Motors provenientes de Estados Unidos.

Los problemas comenzaron al término de la Segunda Guerra Mundial donde Toyota, convertida en la compañía automovilística más grande de Japón, enfrentaba complicaciones respecto al método de producción en masa debido a que el mercado era pequeño, pero con gran demanda; además de las mejores condiciones de trabajo exigidas por los operarios, las carencias económicas para la adquisición de nuevas tecnologías y la fuerte competencia extranjera. (Womack, et al., 1990).

Debido a ello, Eiji Toyoda, tras el análisis de sus investigaciones en una planta de Ford, decidió junto a Taiichi Ohno dedicarse al desarrollo de un enfoque novedoso en la producción ya que una producción artesanal no era conveniente para volúmenes altos de producción. De ese modo iniciaron el Sistema de Producción Toyota (SPT) realizando pruebas con lotes pequeños y enfocándose en mitigar desperdicios de materiales y tiempo es por ello que Ohno estableció que “Jidoka” y el Justo a Tiempo eran los dos pilares fundamentales del SPT.

Ohno descubrió que la producción de pequeñas cantidades generaba un ahorro de espacio y dinero respecto al mantenimiento de inventarios además de que gracias a ello era posible detectar fácilmente algún defecto generado aumentando así la calidad de los automóviles. Adicionalmente, el consultor Shigeo desarrolló el estudio de reducción de tiempos en cambio de herramientas, SMED.

Toyota desarrolló una nueva política de trabajo, “Kaizen”, mediante el cual los trabajadores eran agrupados en equipos liderados por un colaborador el cual asignaba responsabilidades en las diversas actividades del proceso brindando una completa libertad para recibir recomendaciones por parte de los operarios. (Tejeda, 2011)

Ohno y miembros del Departamento de Producción de Toyota fueron responsables de los primeros escritos del SPT. Sin embargo, en 1990 con las investigaciones de los estadounidenses James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos del Massachusetts Institute of Technology sobre el sector automovilístico, propusieron cambiarle el nombre a Manufactura Esbelta. Este término se popularizó con dos importantes libros “*The machine that changed the world*” perteneciente a los

autores previamente mencionados y “*Lean Thinking*” de James Womack y Daniel Jones publicada en 1996. (Villaseñor, et al., 2009).

Esta filosofía ha sido puesta en práctica en diversos sectores productivos tanto de servicio como de manufactura en todo el mundo.

### **1.2.3. El Pensamiento Esbelto**

La Filosofía Lean es un modelo de organización y gestión socio-tecnológico que integra personas, métodos, materiales y máquinas de manera que, mediante la mejora continua, busca aumentar la calidad, el servicio y la eficiencia de los procesos al identificar y eliminar los desperdicios de producción los cuales, como ya se mencionó anteriormente, se refieren a las actividades que no generan valor al producto y por las que su costo no es cubierto por el cliente. (Madariaga, 2013, Rajadell y Sánchez, 2010). Al eliminar los desperdicios, además de aumentar la calidad, se disminuyen los costos y tiempo de producción de manera considerable (Tejeda, 2011).

Basados en la reducción de costos, Villaseñor (2009) menciona que el pensamiento tradicional establecía el precio de venta como el costo más el margen de utilidad esperada lo cual obligaba a aumentar el precio para obtener mayores ganancias. Sin embargo, al ser el mercado el que establece el aumento o disminución del precio lo ideal sería eliminar los desperdicios reduciendo así el costo de producción maximizando las ganancias. En la *Ilustración 1* se observa una comparación del pensamiento tradicional versus el pensamiento Lean.

En general, según Tejeda (2011) el pensamiento esbelto se caracteriza por capacitar a su personal agrupándolos en equipos donde prima el respeto, se les establecen responsabilidades, poseen libertad para proponer mejoras y la autoridad de interrumpir la producción en caso de detectar errores enfocándose así en obtener productos de alta calidad, costos bajos de producción, una amplia variedad según los requerimientos del cliente, controlar la sobreproducción y el respeto por la dimensión humana. De esta manera pueden llegar a establecerse relaciones de largo plazo con los clientes y proveedores, reducir tiempos de fabricación y adoptar la mejora continua.

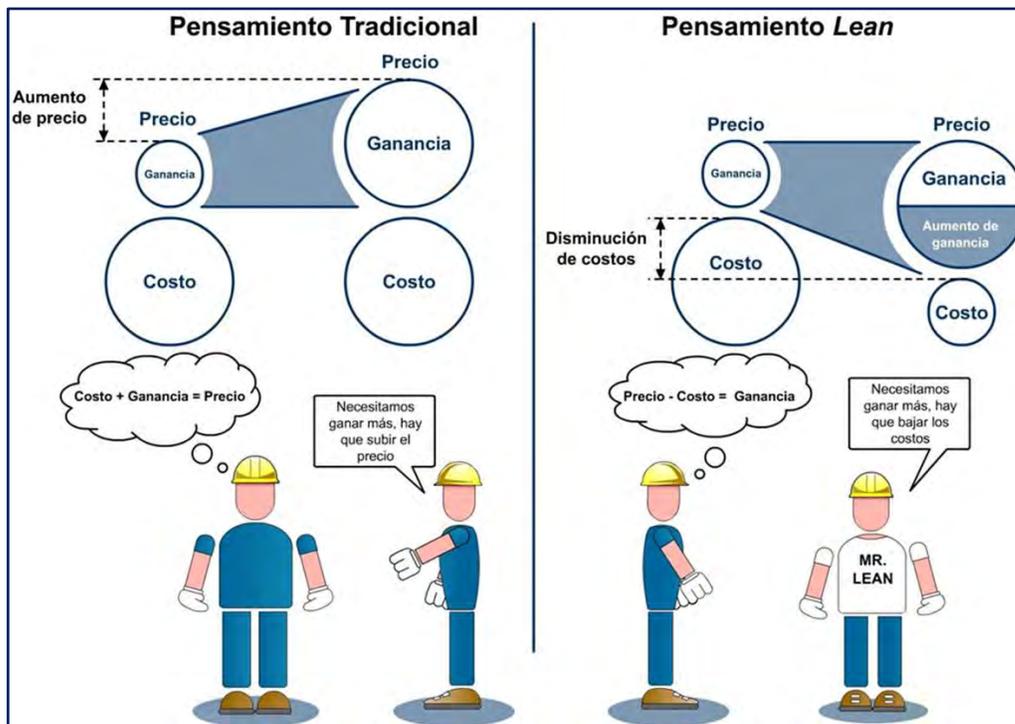


Ilustración 1. Pensamiento Tradicional vs Lean  
Fuente: ILTSM (2017)

Una empresa Lean debe fomentar una cultura empresarial mediante el cual sus empleados deban mejorar de manera continua sus habilidades en los procesos de producción (MacInnes, 2002). Es por ello que se requiere que el líder Lean sea flexible y abierto a la opinión de todos con una alta capacidad de resolución de problemas de manera que logre aumentar la eficiencia de su equipo (Franklin, 2016).

En la actualidad, Lean se ha convertido en una estrategia empresarial debido a que su implementación permite la competencia efectiva en la economía global, afronta los cambios en los precios en base a las decisiones de los clientes, logra la adaptación rápida a cambios tecnológicos, facilita la adopción de estándares de calidad como la norma ISO 9001 y estandariza los procesos cumpliendo con las expectativas del cliente (Alukal y Manos, 2006).

Acorde a León, et. al, (2017) el sistema Lean se compone de pilares, herramientas y técnicas las cuales se implementan en los diversos procesos permitiendo alcanzar metas y objetivos de mejora. En la **Ilustración 2** se muestra un resumen de estas herramientas clasificadas según su tipo.

Tipo de Herramienta	Nombre	Descripción	Fuente
Pilares del Lean	Six Sigma	Identificación y corrección de las causas de los errores y al hacerlo reducir la tasa a un nivel de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) o 6σ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo</li> </ul>	(Kwak & Anbari, 2006: 708-709); (Arnharter & Maleyeff, 2005: 6-16)
	Justo a Tiempo	Sincroniza los proveedores y los procesos para reducir buena parte del desperdicio, a partir del flujo, calidad e intervención de los empleados. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce plazos de entrega, niveles de inventario, mejora la calidad.</li> <li>• Proporciona operaciones fluidas y retroalimentación inmediata.</li> <li>• Entregar al cliente lo que desea, en la cantidad que desea y exactamente como lo desea.</li> </ul>	(Cuatrecasas, 2006); (Gaither & Frazier, 2000: 516-537)
	JIDOKA	Incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detención manual o automática, del proceso de producción, a partir de la detección de errores, para prevenir despilfarros</li> <li>• Automatización teniendo en cuenta al ser humano.</li> <li>• Relación entre las personas y maquinaria a cargo.</li> </ul>	(Hernández & Vizán, 2013:55-58); (Villaseñor & Galindo, 2009: 72)
	KAIZEN	Cultura de mejora continua sostenible. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucra a toda la estructura organizacional y tiene costos relativamente bajos.</li> <li>• Forma líderes para proponer mejoras en el largo plazo.</li> </ul>	(Alukal & Manos, 2006:14-22); (Imai, 2012: 1-14)
Herramientas de Seguimiento	Gestión Visual	Conjunto de medidas de comunicación que plasman, de forma evidente y sencilla, la situación del sistema productivo, especialmente en las anomalías y despilfarros. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empodera y genera sentido de pertenencia en los empleados.</li> <li>• Demarca áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción.</li> <li>• Emplea indicadores.</li> </ul>	(Alukal & Manos, 2006); (Hernández & Vizán, 2013: 52-54)

Herramientas Operativas	5S's	<p>Conformado por: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización); Shitsuke (Disciplina).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evita problemas derivados del desorden y la falta de instrucciones.</li> <li>• Proporciona bienestar, disciplina y un ambiente armónico.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:79); (Rajadell & Sánchez, 2010: 48-66)
	SMED Single-Minute Exchange of Dies	<p>Conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarización mediante la instalación de nuevos mecanismos, plantillas y anclajes funcionales, elimina ajustes tiempos muertos.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:61-62); (Hernández & Vizán, 2013: 42)
	TPM - Total Productive Maintenance	<p>Conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previene pérdidas en todas las operaciones de la empresa.</li> <li>• Maximiza la efectividad y alarga la vida del equipo.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:66); (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	<p>Celdas de trabajo que se diseñan para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes, permitiendo un flujo continuo transformando varios procesos, que trabajan de forma independiente, en una celda de trabajo conjunta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la comunicación y utilización de personas y equipos.</li> <li>• Considera la formación, disposición y secuencia de las máquinas.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009:55); (Chang, Wu, & Wu, 2013: 439-449)
	Poka-Yoke	<p>Instalación de dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A prueba de errores, respetando la inteligencia de los trabajadores.</li> <li>• Prevenir la producción de defectos a través de la detección temprana de errores.</li> </ul>	(Villaseñor & Galindo, 2009: 83-85); (Hernández & Vizán, 2013: 55-58)
Herramientas de Diagnóstico	VSM	<p>Mapa en el que se especifica la cadena de valor de la organización tanto en áreas productivas como gerenciales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica el flujo de procesos y los desperdicios.</li> <li>• Da respuesta a problemáticas de comunicación, personal, material, equipos y procesos</li> </ul>	(Sullivan, McDonald, & Van Aken, 2002); (Nash & Poling, 2008: 9-201)

Ilustración 2. Tipo de herramientas Lean  
Fuente: Revista TENDENCIAS (2017)

#### 1.2.4. Los Principios del Pensamiento Esbelto

La implementación de la Manufactura Esbelta requiere un cambio de pensamiento en su totalidad que comprende desde la materia prima hasta el producto terminado, así como desde la orden de pedido hasta la entrega. Según Womack, et al., (1996) existen 5 principios que sirven como guía para la transformación del sistema tradicional al Lean.

- **Identificar valor desde la perspectiva del cliente**

Se define como valor a aquello que logra satisfacer las necesidades del cliente y, por lo tanto, está dispuesto a pagar por ello. Es primordial que el fabricante cree ese valor teniendo en claro los requerimientos del cliente de manera se le ofrezca el producto a un precio que esté dispuesto a aceptar.

- **Mapear la cadena de valor**

Analizar todas las operaciones del proceso productivo de manera que se logre identificar tres tipos de actividades: las que agregan valor, las actividades que no agregan valor, pero son necesarias bajo ciertas condiciones, las cuales deben ser reducidas, y por último aquellas que no agregan valor y deben ser eliminadas.

- **Crear flujo**

El material debe fluir sin interrupciones durante el proceso productivo, desde la materia prima hasta el consumidor, al ritmo del takt time en pequeñas cantidades hasta poder elaborar y mover una pieza a la vez sin ninguna interrupción.

- **Ser jalados por el cliente**

También conocido como sistema “pull” en el cual la producción depende de las órdenes de pedido del cliente o según los requerimientos de la etapa siguiente en el proceso evitando así que el fabricante empuje los productos hacia los clientes.

- **Buscar la perfección**

El cumplimiento de los 4 principios previamente mencionados genera una actitud de mejora continua al seguir perfeccionando los procesos e incrementando su eficiencia.

### 1.2.5. Herramientas de la Manufactura Esbelta.

Es fundamental tener por conocimiento que el sistema de Manufactura Esbelta se encuentra formado por varios tipos de subsistemas (herramientas) las cuales son usadas para eliminar y reducir los desperdicios de las empresas. A continuación, se describe información general acerca de las herramientas previamente mencionadas.

#### 1.2.5.1. Mapa de Flujo de Valor

También conocido como Diagrama de Flujo de Valor (Value Stream Mapping, VSM; es definido por Escaida, et al., (2016) como una herramienta visual que además de observar y entender el proceso busca identificar los desperdicios de manera que se desarrolle una ventaja competitiva evitando defectos en el proceso. Asimismo, permite la estandarización de un lenguaje que logre una mayor efectividad en el proceso y el personal (Hernández y Vizán, 2013).

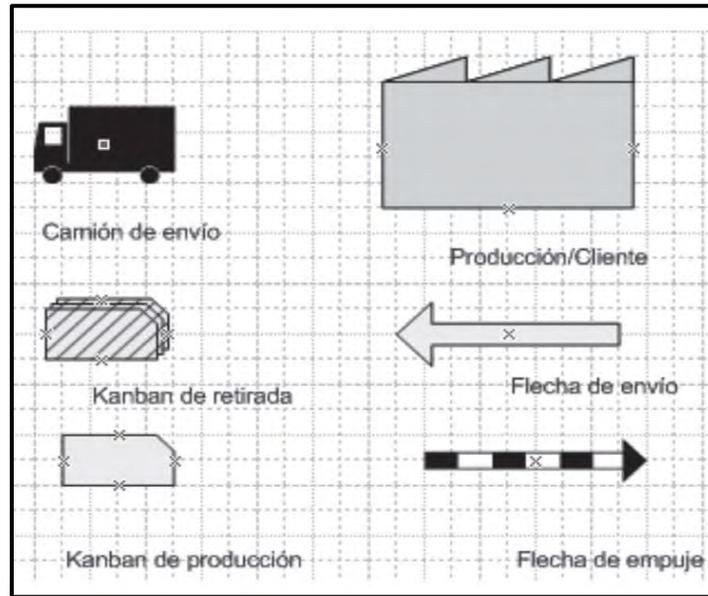
En la elaboración de un flujo de valor se logra establecer una secuencia de aquellos procesos que van a generar mayor valor para el cliente. Es por ello que la técnica para realizar un VSM consiste en dibujar un mapa o diagrama de flujo que muestre el impacto de los recursos y la información que se dispone en el proceso desde que se recepciona la materia prima hasta que se entrega el producto terminado al cliente (Escaida, et al., 2016).

Algunos conceptos presentes en el VSM son los siguientes:

- **Lead time:** Tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido hasta que se encuentra listo para su envío al cliente.
- **Processing Time:** Tiempo que un trabajador necesita para culminar su tarea.
- **Cycle time:** Tiempo promedio para realizar un producto en su totalidad en cada proceso determinando así un tiempo medio por unidad.
- **Takt time:** Frecuencia con la que deben procesarse las unidades guardando gran relación con la tasa de demanda del cliente.
- **Reprocesados:** Unidades que deben ser reprocesadas por lo que demandan mayor tiempo.
- **Tamaño de lotes (Batch Size):** Unidades que deben realizarse en un tiempo determinado.
- **Tiempo Disponible:** Tiempo dedicado a realizar cada actividad mediante un plazo (h/día, h/sem, h/mes) despreciando aquello que perturba el trabajo.

- **Demanda:** Cantidad de productos requeridos para satisfacer las necesidades del cliente.

Se requiere la utilización de simbología de manera que el VSM se pueda comprender de manera más eficiente. **En la Ilustración 3** se observan algunos de los símbolos previamente mencionados.



*Ilustración 3. Simbología VSM*

*Fuente: TRILOGÍA. FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA (2016)*

Al detectar el proceso que se desea analizar se debe identificar las actividades que generan valor logrando satisfacer los requerimientos del cliente. En ellas se puede encontrar algunas que no generan un valor agregado al cliente, sin embargo, aportan a la empresa desde un punto de vista económico (Escada, et al., 2016).

En la **Ilustración 4** se muestra una estructura del VSM.

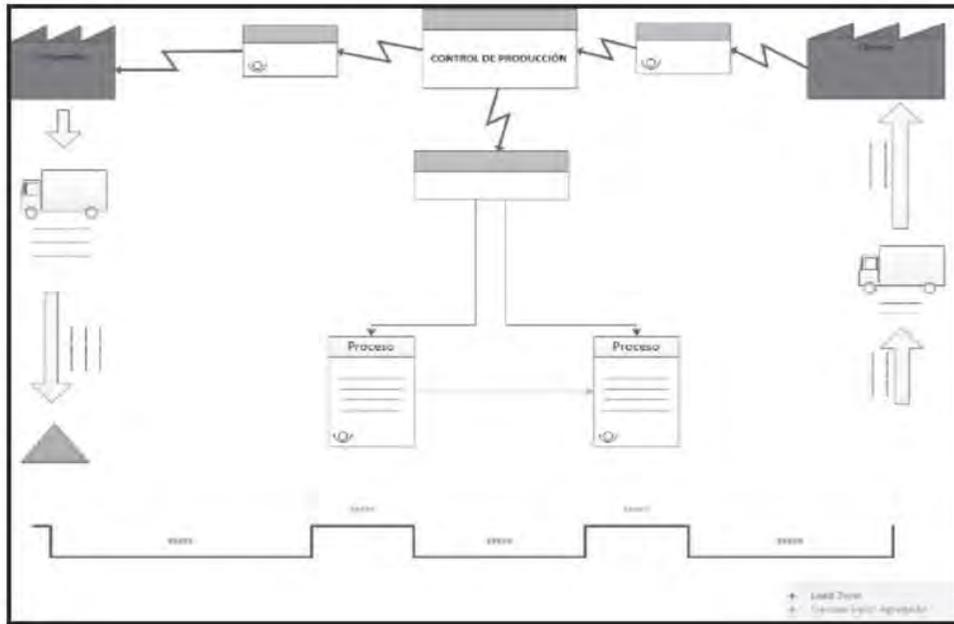


Ilustración 4. Estructura del VSM.

Fuente: TRILOGÍA. FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA (2016)

### 1.2.5.2. Las 5S

La metodología de las 5s contribuye a un cambio en la cultura laboral debido a que involucra el compromiso del trabajador hacia un sistema de limpieza, organización y estandarización. Fue desarrollada por el japonés Hiroyuki Hirano para lograr mejorar la industria preparándola para otras filosofías de manera que sea de clase mundial (Tapia, 2017).

La técnica de las 5s está compuesta por cinco principios fundamentales descritos a continuación (Zambrano, 2017):

- **Seiri (organización-separación):** Identificar aquellos elementos necesarios e innecesarios del área de trabajo de manera que se eliminen los que no se utilizan. Se debe tener en cuenta que su separación involucra un uso rápido y fácil.
- **Seiton (orden):** Implicar ordenar aquellos elementos resultantes del paso anterior (piezas, materiales, equipos, entre otros). Se debe ubicar por tamaño, colores y funciones etiquetando el espacio que ocupará cada uno de manera que se logre reducir su tiempo de búsqueda y posibles accidentes.

- **Seiso (limpieza):** Mantener limpio el equipo, maquinaria y áreas de trabajo permite el funcionamiento correcto garantizando así un estado óptimo. Adicionalmente, se mantiene un mayor control de la caducidad y condiciones de las herramientas de trabajo.
- **Seiketsu (sistematizar):** Estandarizar el orden y la limpieza de manera que se practique continuamente los pasos previamente mencionados.
- **Shitsuke (disciplina):** Autodisciplinarse y comprometerse con las 5s creando un hábito mediante el establecimiento de normas.

### 1.2.5.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Filosofía que busca mantener y mejorar la integridad de los sistemas de producción y la calidad involucrando procesos, maquinaria y equipos que generen valor agregado al producto. Su enfoque principal consiste en conservar en condiciones perfectas todo el equipo utilizado asegurando continuamente su disponibilidad y retrasando su degradación. De esta manera se logra una máxima eficiencia en el proceso evitando retrasos, pequeñas paradas y averías en los procesos productivo.

TPM involucra una visión integral a corto y largo plazo. A corto plazo implica el desarrollo de programas de mantenimiento autónomo para las áreas de producción y mantenimiento. Por otro lado, en el largo plazo, busca la adquisición de nuevos equipos logrando eliminar tiempos muertos mediante la participación de todas las áreas (Tapia, 2017).

Según García (2014), el mantenimiento productivo total conlleva al logro de los siguientes objetivos:

- Prevenir la dilapidación al encontrarnos en entorno donde la economía se encuentra en constante cambio.
- Producción de bienes priorizando la alta calidad del producto.
- Disminuir costos.
- Producir previamente una baja cantidad de un lote.
- Evitar la entrega de productos defectuosos a los clientes.

Villaseñor (2009) afirma que el TPM está compuesto de seis actividades:

1. Eliminar las seis grandes pérdidas mediante proyectos organizando equipos en las diversas áreas de producción, mantenimiento e ingeniería de plantas. Las pérdidas previamente mencionadas son las siguientes:
  - Fallas en los equipos, debido a defectos que necesitan ser reparados.
  - Paros menores, ocasionados por interrupciones, trabas en las máquinas, entre otros.
  - Pérdida de velocidad, provocado por la disminución de velocidad en las actividades.
  - Set-up y ajustes, originados por cambios cotidianos durante las operaciones los cuales pueden ser los inicios de corrida, cambio de turno, de producto o las condiciones de operación.
  - Reducción de la eficiencia, ocasionado por la materia prima desperdiciada o sin utilizar.
  - Defectos y retrabajos de los procesos, causados por productos defectuosos o con especificaciones no comunes al proceso elaborados en operaciones manuales.
2. Planeación del mantenimiento, responsabilidad del departamento de mantenimiento involucrando un conjunto de actividades que pueden generalizarse en cuatro fases:
  - Disminuir variabilidad en las partes
  - Alargar el periodo de vida de las partes
  - Arreglar las partes que sufren deterioros de manera periódica
  - Pronosticar la duración de las partes
3. Mantenimiento autónomo, responsabilidad del departamento de producción donde se requiere que los operadores sigan el entrenamiento del programa de los 7 pasos (educación y práctica paso a paso).
4. Ingeniería preventiva, responsabilidad del departamento de ingeniería de planta el cual busca las condiciones que ocasionan desperfectos en el momento que se lanza una nueva línea de producción de manera que puedan eliminarse.
5. Diseño de productos, responsabilidad del departamento de diseño el cual debe lograr que el producto a elaborar sea de fácil producción.

6. Educación y práctica, brinda soporte a las actividades previamente mencionadas. Su realización es fundamental debido a que un buen entrenamiento involucra un adecuado soporte al TPM por lo que es recomendable la incorporación de programas para este fin.

#### **1.2.5.4. SMED, Cambios rápidos de modelo**

Single-Minute Exchange of Die consiste en una técnica que permite modificar la preparación de una máquina en un periodo menor de 10 minutos considerando desde la primera pieza buena que sale hasta la última. Esta técnica es de gran relevancia debido a que reduce el exceso de capacidad y la sobreproducción; una máquina con un elevado tiempo de preparación debe poseer exceso de capacidad acumulando gran cantidad de inventario que debe proveer a los procesos siguientes. SMED elimina la producción en grandes lotes (Tapia, 2017).

Villaseñor (2009) lista unos pasos básicos en el procedimiento de preparación:

- Preparación, ajustes postproceso y verificación de materiales, herramientas y equipo en general de manera que se logre asegurar la correcta posición y funcionamiento de cada uno. Adicionalmente se incluye el periodo de retiro, limpieza y almacenado según sea el caso.
- Montar y desmontar herramientas. Una vez terminado el lote se retiran piezas y herramientas para la colocación de aquellas que se requieran en el proceso siguiente.
- Medidas, montajes y calibraciones. Necesario para operaciones de producción como dimensionado, centrado, mediciones de temperatura, entre otros.
- Pruebas y ajustes. La facilidad de los ajustes depende de la precisión de las medidas y calibraciones previamente realizadas. Cabe resaltar que estos se realizan después de elaborar una pieza de prueba.
- La habilidad del ingeniero de preparación es fundamental para la frecuencia y duración de los ajustes y pruebas. La dificultad de una operación radica en el ajuste del equipo, así como el tiempo en las pruebas se debe a problemas de ajuste, es por ello que es de vital importancia aumentar las precisiones en mediciones y calibraciones de manera que se logren reducir las pruebas y ajustes.

### 1.2.5.5. Kaizen

Término japonés que se define como mejora continua el cual implica una búsqueda constante de los miembros de la organización para corregir aspectos fundamentales de ella. Cabe resaltar que la mejora continua solo acontece cuando se tiene un proceso estandarizado y estable. Kaizen promueve una actitud de introspectiva y autocrítica con el fin de mejorar aquellos aspectos que nos impiden avanzar. En Toyota, era de gran importancia el expresar abiertamente los errores cometidos, asumir con responsabilidad las consecuencias y brindar soluciones que impidan que se vuelva a repetir (Tapia, 2017).

### 1.2.5.6. Kanban

Herramienta que controla la información y permite regular los transportes de materiales entre los procesos de producción. Se encuentra estrechamente relacionada al sistema “pull” el cual genera dependencias del producto de las operaciones anteriores de manera que los jala a medida que los necesite.

Se compone de tarjetas que se encuentran adheridas dentro de contenedores donde se detalla información referente a la cantidad piezas que se requieren sirviendo como base del sistema pull en los procesos productivos (Villaseñor, 2009).

Ohno estableció el Kanban como la dinámica de un supermercado de manera que se reponga el artículo faltante que ha sido previamente adquirido; de esta manera buscaba la sistematización de los movimientos en la planta de producción. Asimismo, Kanban permite obtener una producción Justo a Tiempo (Tapia, 2017).

Villaseñor (2009) afirma que el Kanban posee 4 propósitos:

- Previene la sobreproducción y sobretransportación de los materiales entre los procesos productivos.
- Basándose en los principios de just in time, brinda específicas instrucciones entre los procesos controlando tiempos de movimiento de materiales, así como la cantidad transportada.
- Permite determinar el momento en que la producción se encuentra por debajo o encima de lo programado de manera que puede utilizarse como una herramienta de control visual para los supervisores.

- Logra establecer una herramienta para la mejora continua debido a que mediante la reducción planeada de los Kanban se reduce directamente los inventarios y de manera proporcional los tiempos de entrega a los clientes.
- Establecer una herramienta para el mejoramiento continuo. Cada Kanban representa un contenedor de inventario en el mapa de procesos. Conforme pase el tiempo, la reducción planeada de los Kanban en el sistema será directamente igual a la reducción de inventarios y proporcional a la disminución del tiempo de entrega para los consumidores.

Asimismo, Villaseñor (2009) afirma que existe dos tipos de Kanban: de producción, conocido también como Kanban para hacer y de retiro, Kanban para mover. La principal diferencia es que el primero brinda la señal para realizar una acción, sin embargo, el segundo emite una señal que indica que necesita ser surtido por lo que se requiere retirar algo del inventario y transportarlo hasta donde se necesite.

- **Kanban en proceso:** usado para tener la instrucción de transportar una pequeña cantidad (producción de una en una o lo correspondiente a un pitch) para los procesos siguientes.
  - **Señal Kanban:** utilizada para las instrucciones de transporte de materiales a los siguientes procesos que manejan lotes. Junto con los supermercados un tamaño del lote para alimentar los procesos.
- **Kanban de retiro o entre procesos para propósitos internos:** utilizado como señal para retirar partes del almacén cuando se requieran y transportarlas en los procesos siguientes de la planta.
  - **Kanban de proveedor:** señal que indica la necesidad de retirar partes provenientes de un proveedor externo y transportarlas hacia un supermercado de partes para los consumidores de los siguientes procesos. La diferencia con el Kanban entre procesos es que el de proveedor retira del exterior.

#### 1.2.5.7. JIT, Justo a tiempo.

Principios, herramientas y técnicas que permiten la producción de un artículo en la cantidad y tiempo que se ha requerido eliminando todo tipo de desperdicios (muda) satisfaciendo las

necesidades del cliente. (Villaseñor, 2009). JIT posee tres elementos básicos que permiten cambiar el sistema de producción de una compañía:

- Flujo continuo, mejora la comunicación entre las operaciones debido a que los materiales fluyan libremente entre ellos.
- Takt time, marca el paso a seguir dentro del proceso, es decir, la frecuencia de producción.
- Sistema pull, referido al Kanban, ocasiona que el material o producto fluya en un rango mínimo de inventarios en proceso (supermercado) o con ninguno reduciendo tiempos de entrega y costos de inventario, así como también prioriza la importancia de la calidad.

Para un mayor detalle de todas las herramientas y pilares que conforman la Manufactura Esbelta se muestra en la **Ilustración 5** “La casa del Sistema de producción Toyota”.

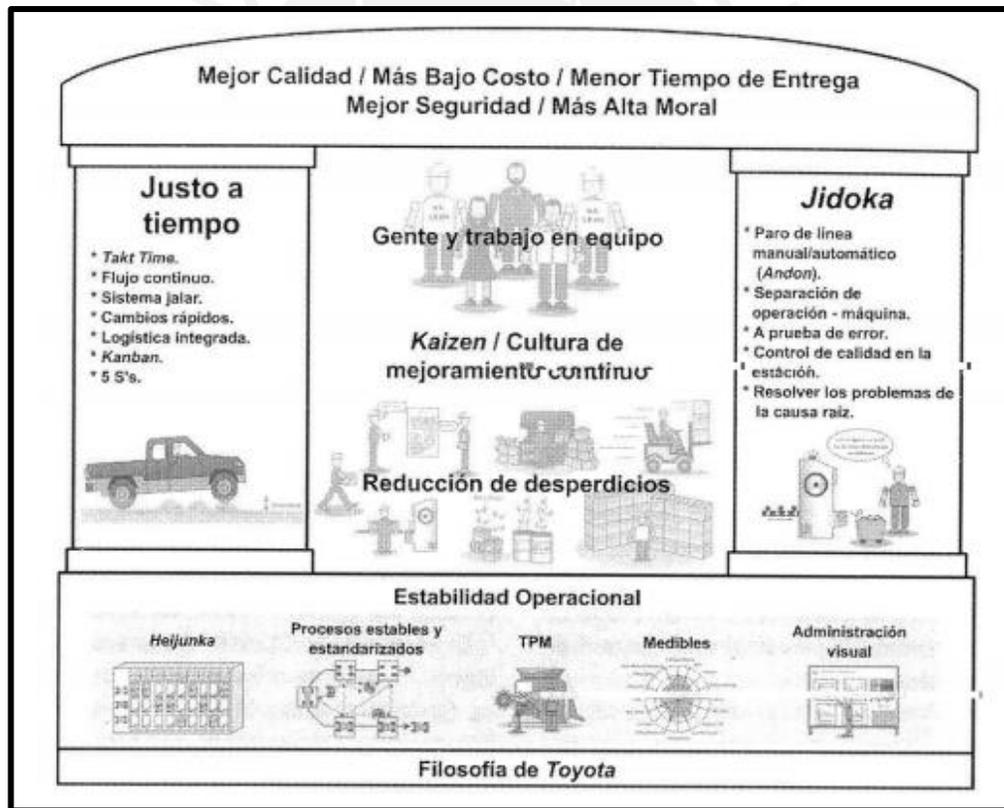


Ilustración 5. Casa del Sistema de Producción TOYOTA  
Fuerte: Guía básica de Manufactura esbelta (2009)

### **1.2.6. Desperdicios de Manufactura (Muda)**

Las actividades que no agregan valor son consideradas como mudas, por lo tanto, Lean busca eliminar todo tipo de desperdicio. Según Ohno (1988), se tienen 7 desperdicios de producción, pero Womack y Jones agregaron uno más de manera que se va a presentar los 8 desperdicios básicos (Tapia Jessica, et al. 2017).

#### **a. Sobreproducción**

Se entiende como el procesamiento de los productos antes de una orden de pedido o la producción en mayores cantidades a la solicitada considerándose así el desperdicio principal que es causante, en su mayoría, de los otros desperdicios.

#### **b. Inventarios**

Almacenamiento excesivo de materia prima, producto en proceso y producto terminado requiriendo de instalaciones adicionales al ocupar gran cantidad de espacio.

#### **c. Transporte**

Movimiento del material o producto en proceso de un lado a otro así sean distancias muy cortas. Incluye también los movimientos hacia el almacén; sin embargo, no agrega valor al producto.

#### **d. Movimientos innecesarios**

Desplazamientos que realiza el personal de manera que no agregue valor al producto, estos pueden ser subir y bajar documentos, trasladarse para buscar materiales, entre otros.

#### **e. Tiempos de espera**

Operarios deben esperar instrucciones, información, materiales, herramientas o piezas para poder comenzar sus labores; del mismo modo involucra la espera de los clientes por la atención, piezas esperando ser procesadas, entre otros.

#### **f. Procesos innecesarios**

Conocido también como sobre procesamiento el cual no genera valor desde el punto de vista del cliente debido a que se realicen procedimientos innecesarios.

#### **g. Defectos**

Involucra la repetición de un proceso o la reparación de un material debido a la corrección de alguna falla o por devoluciones del cliente.

#### **h. Recursos Humanos mal utilizados**

Subutilización del personal debido a que no se hace buen uso de las habilidades y destrezas del personal para eliminar desperdicios, mejorar la productividad y aumentar la calidad.

### **1.3. Tecnología RFID en el sector Textil – Confecciones**

La identificación por radiofrecuencia (RFID) consiste en un sistema tecnológico que permite el reconocimiento de diversos objetos mediante ondas de radio. Su utilización se basa en adherir un chip por medio de “tags” o “etiquetas” a una prenda o ítem que se requiere identificar permitiendo almacenar información del mismo y transmitirla por radiofrecuencia para ser captada por un lector. Inicialmente, esta tecnología de recolección automática de datos nació como una solución para el rastrear y controlar accesos en los años 80. (TECNOLOGÍA INFORMÁTICA, 2019).

Los sistemas RFID se encuentran formados por tres componentes básicos (CETEMMSA, S/A):

**Lector.** Conocido también como interrogador o transceptor, es un dispositivo electrónico utilizado por un software que se encarga de la recepción y comunicación de señales con los objetos que contienen RFID.

**Antenas.** Utilizado por el lector para comunicar señales mediante ondas de radio.

**Etiqueta inteligente.** Elemento (tag o transponder) que se adhiere a un ítem permitiendo almacenar información y posteriormente transmitirla. Asimismo, los tags están compuestos por un chip y una pequeña antena las cuales son programadas electrónicamente con su información correspondiente. Los tags RFID se encuentran disponibles en diversas dimensiones, formatos (tarjetas, pastillas, argollas, entre otros), materiales (plástico o vidrio) y capacidad de información en función a la aplicación y uso requerido.

Adicionalmente, se requiere la implementación de un **subsistema de procesamiento de datos o middleware RFID** el cual permite almacenar y gestionar la información obtenida por los lectores interconectándose con los sistemas de la empresa.

### 1.3.1. Funcionamiento del sistema RFID

Para comenzar, el lector se encarga de emitir una señal de radio mediante las antenas RFID las cuales dan energía a los tags logrando activarlas de manera que puedan comunicarse emitiendo un código de identificación único. La radiofrecuencia emitida se dispersa en diversos sentidos en el espacio con distancias que van desde una pulgada hasta unos metros según la frecuencia de radio y la potencia de salida utilizada.

Cuando la información del Tag RFID pasa por la zona electromagnética que ha sido generada por la antena logra ser detectada por el lector el cual decodifica los datos obtenidos para posteriormente integrarlos al computador donde se realiza su procesamiento. (TECNOLOGÍA INFORMÁTICA, 2019). Ver *Ilustración 6*.

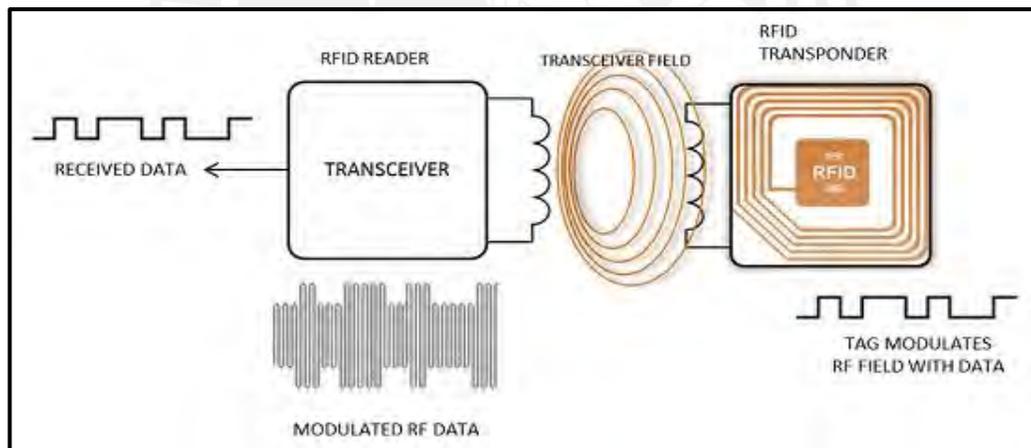


Ilustración 6. Funcionamiento del sistema RFID  
Fuente: TECNOLOGÍA INFORMÁTICA (2019)

### 1.3.2. Etiquetas o Tags RFID

Como se ha mencionado anteriormente, los tags RFID son unos dispositivos de pequeñas dimensiones que contienen una antena microscópica de radiofrecuencia en su interior y son adheridos fácilmente al producto que debe acompañar. Las antenas son las que permiten la

trasferencia de información desde el objeto hacia el lector RFID. (TECNOLOGÍA INFORMÁTICA, 2019).

La característica fundamental del tag RFID es que permite el traspaso de datos sin necesidad de establecer una visión directa entre el receptor y el emisor debido a la comunicación por intermedio de señales de radiofrecuencia. Asimismo, cuentan con un chip de memoria que permite el almacenamiento de diversos datos según la capacidad que posee, así como, tipos de memoria mencionadas a continuación:

- **Solo lectura.** Código único de identificación personalizado en la fabricación del tag.
- **Lectura y escritura.** Información modificada por el lector.
- **Anticolisión.** Gran cantidad de etiquetas especiales identificadas al mismo tiempo por el lector.

Cabe mencionar existen dos tipos de Tag RFID las cuales se diferencian principalmente por el funcionamiento de su fuente de energía.

- **RFID pasivos.** Se activan cuando reciben la señal de radiofrecuencia del lector RFID captando energía necesaria para su activación. Poseen mayor utilización en el mercado actual debido a un menor costo de venta, pero permiten alcanzar distancias desde los 10cm hasta pocos metros.
- **RFID activos.** Conocidos también como semipasivas o semiactivas, requieren de una batería interna para funcionar y ofrecen mayor rango de lectura, así como resistencia al agua y metal.

Adicionalmente, los tags RFID se diferencian también según la relación que van a poseer con los objetos a los cuales estarán acompañando clasificándolas en cuatro tipos: adhesivas, colgantes, de composición y textiles. (ETI-TEXTIL, 2018). Ver *Ilustración 7*.

### 1.3.3. Variedades tecnológicas RFID

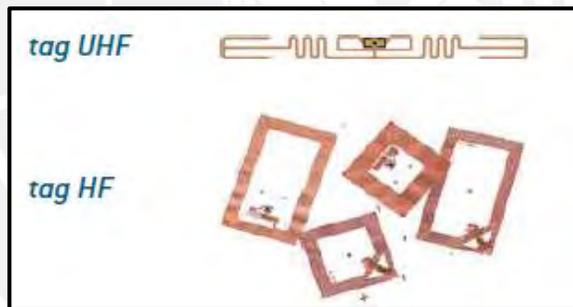
La tecnología RFID presenta dos variedades con propiedades incompatibles en cuanto al uso de tags y lectores distintos las cuales son la tecnología de Alta Frecuencia (HF a 13.56MHz) y la Ultra Alta Frecuencia (UHF a 869-900MHz). Ver *Ilustración 8*.

Ambas pueden ser usadas de manera indistinta según los requerimientos de las empresas.

En el *Anexo A* se presenta un resumen de las principales diferencias de ambas tecnologías.  
(CETEMMSA, S/A)



*Ilustración 7. Tag RFID*  
*Fuente: TECNOLOGÍA INFORMÁTICA (2019)*



*Ilustración 8. Variedades tecnológicas RFID*  
*Fuente: CETEMMSA (S/A)*

#### **1.3.4. Electronic Product Code**

El sistema EPC (Electronic Product Code) permite el seguimiento e identificación de artículos en tiempo real el cual se encuentra estandarizado internacionalmente basándose en la identificación por radiofrecuencia. Su principal característica consiste en la asociación de una serie numérica única e irrepetible a cada artículo.

El EPC forma parte del EPCGlobal Network el cual, mediante tags, lectores RFID y herramientas informáticas de acceso a datos facilita la automatización de procesos y la rápida obtención de la información correspondiente al ítem identificado con EPC.

Según la filosofía RFID, cada artículo se encuentra identificado con un número registrado en un chip RFID presentando información deslocalizada, lo cual significa que no se encuentra disponible en el mismo tag, sino que permanece almacenado en los diferentes sistemas de información que poseen los actores de la empresa.

### 1.3.5. Características principales de la tecnología RFID.

CETEMMSA (S/A) señala como principales características de la tecnología RFID las mencionadas a continuación.

- **Identificación a distancia:** Gracias a la tecnología RFID diversas prendas y utensilios pueden ser identificados sin la necesidad de un contacto directo evitando así la necesidad de abrir cajas o paquetes que contengan prendas que requieran ser registradas. El RFID permite la automatización del proceso de identificación disminuyendo así los errores ocasionados por las operaciones manuales.
- **Múltiple identificación:** Gran cantidad de prendas y utensilios logran ser identificados al mismo tiempo de manera instantánea evitando identificar prenda por prenda como en el caso del código de barras. RFID disminuye tiempos de conteo permitiendo el control automático de entradas y salidas agilizando así la gestión de prendas y utensilios en los procesos logísticos.
- **Capacidad de almacenamiento datos:** La tecnología RFID ofrece gran variedad de tags con múltiples capacidades de almacenamiento de hasta 2 kbits, es decir, 250 caracteres de información a diferencia de la limitada capacidad presente en los códigos de barra. Por esta razón, el beneficio del RFID no solo implica la lectura de prendas con un número seriado sino también ofrece información correspondiente del ítem a identificar.
- **Posibilidad para leer y reescribir la cantidad de veces que se requiera:** Facilita la reutilización de los tags al permitir editar la información previamente almacenada cada vez que sea necesaria, así como la actualización de datos en diferentes puntos de la cadena de distribución o producción.

En conclusión, si realizamos un análisis de la ventaja de la tecnología RFID frente al código de barras se destaca la capacidad de lectura automática y simultánea de grandes cantidades de objetos, así como la edición de la información almacenada en tiempo real sin la necesidad de establecer un contacto directo.

### 1.3.6. Aplicación de la tecnología RFID en empresas textiles.

En los últimos años, uno de los sectores que ha implementado con mayor énfasis la tecnología RFID en sus procesos es el sector textil y confecciones identificando de manera automática diversos artículos y prendas logrando optimizar sus procesos productivos. Las empresas textiles que han implementado de manera exitosa esta tecnología se detallan a continuación (Moreno, 2009):

- **Galerias Kaufhof (Grupo Metro)**, aplican la tecnología RFID mediante portales automáticos en el recorrido que realizan las prendas durante el proceso productivo, así como en los puntos de venta al público utilizando probadores interactivos, lectores móviles, espejos inteligentes, entre otros.
- **Throttleman**, implementó la tecnología en sus puntos de venta instalando espejos inteligentes que permiten a los clientes interactuar con las prendas mediante las etiquetas RFID.
- **Marks&Spencer**, mediante el etiquetado unitario de sus productos textiles con la tecnología RFID obtiene información automática de stock en cada una de sus tiendas.
- **Griva**, dedicada a la tejeduría, ha logrado automatizar sus procesos y obtener mayor trazabilidad de sus productos gracias a una solución RFID implementada en su planta.

La incorporación de la tecnología RFID presenta un lento crecimiento en varios sectores, sin embargo, se mantiene sostenible en el tiempo ofreciendo así una percepción de una tecnología rentable con grandes beneficios en su implementación. Un sector clave en ello es el textil el cual gracias a la tecnología RFID lograría obtener un óptimo desarrollo en la gestión logística, mayor trazabilidad y un mejor control del stock disponible de sus productos.

## 1.4. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE PROCESOS

Actualmente se logra encontrar gran cantidad de herramientas e instrumentos que brindan apoyo para gestionar procesos de mejora en el análisis de problemas, organización de ideas, representaciones de procesos, entre otros. Cada una de estas herramientas tiene especializaciones y utilidades distintas proporcionando así múltiples enfoques al momento de hacer uso de ellas. (Teruel, 2017)

A continuación, se detallará aquellas que se considera de mayor relevancia para el caso en estudio.

### 1.4.1. Diagrama de Causa Efecto (Método de Ishikawa)

Instrumento fundamental para analizar las diversas causas que se encuentran detrás de un problema. Su principal ventaja es que permite la visualización de diferentes cadenas de causa y efecto logrando determinar el grado de influencia de cada una en el problema. Asimismo, promueve la participación de los miembros de la organización además que les permite involucrarse con el proceso que se estudia al expresar su punto de vista del problema (Escaida, et al., 2016).

El diagrama de causa y efecto debe contener la siguiente información:

- **Problema a diagnosticar**
  - Posibles causas que producen la situación problemática
  - Eje horizontal que representa la espina principal o línea central
  - El tema central en estudio debe ubicarse en un extremo del eje horizontal encerrado en un rectángulo que con frecuencia se ubica en el extremo derecho.
  - Líneas o flechas inclinadas que se conectan al eje principal las cuales representan las causas primarias del problema.
  - A las flechas previamente mencionadas llegan unas de menor tamaño que afectan cada causa primaria, estas son las causas secundarias.
  - Debe llevar información complementaria para una mejor identificación: título, fecha, área, integrantes, entre otros.

Para una mejor visualización se muestra en la **Ilustración 9** el Diagrama de Causa – Efecto.

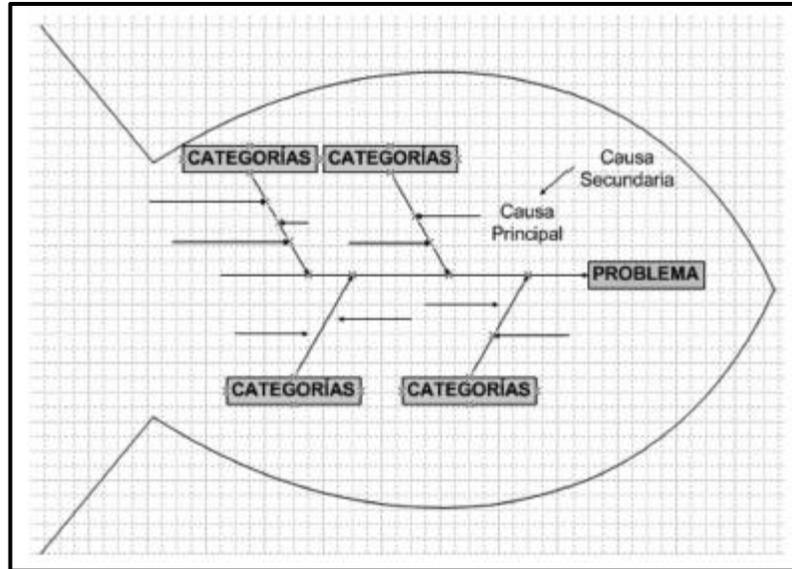


Ilustración 9. Diagrama de Causa - Efecto  
Fuente: Escalda (2016)

#### 1.4.2. Matriz de causas y efectos (C&E)

Una matriz C&E permite relacionar la secuencia de pasos y entradas de un proceso, así como correlacionar los pasos a los productos o salidas desarrollando así una mayor comprensión de las fuentes de variación del proceso identificando aquellos KPIV críticos que deben ser gestionados para lograr optimizar los KPOV. Los requerimientos fundamentales de los clientes (outputs) son clasificados según su grado de importancia, a su vez, las entradas y salidas son calificadas en base al impacto con que interactúan entre sí.

Uno de los objetivos principales de la matriz C&E es determinar aquellas variables de entrada (causas) que son claves para optimizar el proceso y logran influenciar con mayor énfasis las variables de salida principales. El mapa de procesos es utilizado como fuente principal para lograr la relación entre entradas y salidas claves. (Flores, 2018)

- **Pasos para elaborar una matriz C&E (Ver Ilustración 10)**
  - Determinar los requerimientos claves del cliente en el proceso.
  - Las salidas deben ser ordenadas en base al nivel de prioridad del cliente siendo evaluadas en un rango del 1 al 10, considerando a 10 como el más importante.
  - Identificar los pasos del proceso identificando las entradas analizar.

- La valorización de las entradas depende del nivel de influencia que posean en las variables de salida asignándoles un número en base a la correlación existente:
  - 0 = correlación nula
  - 1 = correlación leve
  - 3 = correlación moderada
  - 9 = correlación fuerte
- Multiplicar los valores obtenidos en la correlación con las prioridades asignadas en cada entrada.
- Elaborar un diagrama de Pareto para enfatizar los resultados más altos.

Process Steps	Process Inputs	Correlation of Input to Output			Process Outputs	
		Temp of Coffee	Taste	Strength	Importance	Total
		8	10	6		
Clean Caraffe		0	3	1		36
Fill Caraffe with water			9	9		144
Pour Water into Maker				1		16
Place Filter in Maker				1		36
Put Coffee in Filter				9		144
Turn Maker on				0		34
Select Temperature Setting				3		120
Receive Coffee Order		0	0	1		6
Pour Coffee Into Cup		3	1	3		52
Offer Cream and Sugar		3	9	3		132
Complete Transaction			1	1		24
Say Thank You			0	0		0

**Importance Rating**  
A higher score indicates the output is more important to the customer.

**Process Steps**  
Correlation of scores  
A higher number indicates a stronger correlation

**Process Steps**  
Total score: 18

Ilustración 10. Matriz C&E  
Fuente: Flores (2018)

### 1.4.3. Diagrama de Pareto

Herramienta de la estadística con mayor popularidad en temas de calidad el cual mediante un Ilustración de barras permite identificar en orden descendente las causas de un problema en base a su grado de importancia el cual es medido en porcentaje. El principio en que se basa describe que el 20% de las causas son las que provocan el 80% de los problemas (Gutiérrez, 2010), es decir, mediante pocas acciones correctivas se logra solucionar una cantidad considerable de defectos (Novillo, 2017). Para una mejor visualización se muestre en la **Ilustración 11** un ejemplo del diagrama de Pareto referente a los defectos de productos en una fábrica textil.

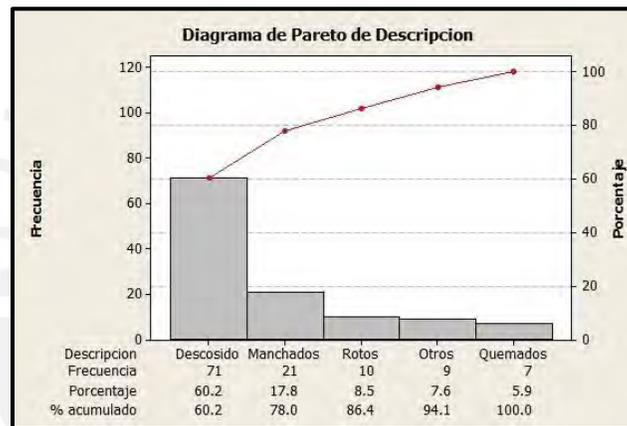


Ilustración 11. Diagrama de Pareto  
Fuente: UTCV Calidad en el Mantenimiento (2011)

El diagrama de Pareto es usado principalmente para los siguientes propósitos (Teruel, 2017):

- Identificar los factores más relevantes de un problema
- Conocer la causa principal del problema
- Determinar los objetivos del plan de mejora y aquellos elementos que serán parte de ello.
- Análisis de la eficiencia de los resultados mediante la comparación con los diagramas de Pareto inicialmente elaborados.

## **2. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

En este capítulo se presenta la empresa en estudio con una breve reseña histórica detallando su misión y visión, su organización, sector y actividad económica, así como la lista de las prendas de vestir que elabora. Se realiza una descripción de la situación actual señalando los procesos involucrados, infraestructura, maquinaria y equipos, materia prima e insumos, así como las entidades involucradas en la empresa.

A continuación, se describirá de manera detallada el perfil y los principios organizacionales de la empresa, su sector y actividad económica y por último las áreas involucradas en la organización.

### **2.1. Perfil empresarial y principios organizacionales**

La empresa en estudio fue fundada en 1980 como una costurera de familia cajamarquina que brindaba servicios en Lima a diversas boutiques populares en esas épocas. Sin embargo, 5 años después desarrolla su propia marca con la fabricación de sacos elaborados con piel de alpaca. Actualmente, la empresa confecciona prendas de vestir exclusivamente para damas en un rango de edad entre 35 y 60 años enfocándose principalmente en sectores socioeconómicos A y B ofreciendo diseños de estilo europeo y americano que forman parte de la vanguardia del sector. Su trayectoria le ha generado múltiples reconocimientos a lo largo de los años obteniendo así el premio a la “Empresa Peruana del año” en el 2002.

La planta de producción se ubicada en un edificio de 8 pisos de los cuales la empresa en estudio tiene 3 a su disposición (primero, quinto y sexto) para el cumplimiento de sus operaciones. En el sexto piso se encuentra la producción principal, es decir, las actividades relacionadas con la elaboración del producto (diseño, corte, habilitado, etc.); la zona de acabado, inspección general, almacenes de materia prima y del producto terminado se ubican en el quinto piso.

La empresa posee 7 puntos de venta en el Perú, 4 en Lima y 3 en provincia. En el primer piso del edificio previamente mencionado, se encuentra su boutique principal, los 3 restantes se ubican en los distritos de Jesús María, Surco y en Cercado de Lima. En provincia dispone de 2 boutiques en Cuzco y uno en Huancayo. Entre sus principales productos destacan prendas en sastre (como saco y pantalones), blusas y vestidos coctel.

- **Principios organizacionales**

El estilo de la empresa en estudio proporciona a la mujer peruana una colección de trajes sofisticados de alta calidad en sus telas y acabados reflejando exclusividad y elegancia. Sus diseños están influenciados por las tendencias de las grandes capitales de la moda como Estados Unidos y Europa adaptándolas para satisfacer las demandas de la mujer peruana actual.

- **Visión**

Expandirse de manera que se logre liderar el mercado nacional y latinoamericano ofreciendo una gran variedad de prendas elaboradas para cada tipo de ocasión de la mujer joven y madura en su buen vestir.

- **Misión**

Enfatizar el valor incalculable que posee la mujer en la sociedad actual, así como la capacidad incomparable que posee para alcanzar sus sueños.

Apostando por la innovación en sus diseños y la imagen de la mujer empoderada que demuestra como tema principal en sus diversos eventos; la empresa va expandiendo sus horizontes vendiendo la imagen del ideal de la mujer actual logrando así escalar a su visión cumpliendo la misión planteada como empresa.

## **2.2. Sector y actividad económica**

La empresa en estudio pertenece al sector textil-confecciones el cual aporta el 7.2% al PBI manufacturero y estaría en un proceso de transición al estimarse un crecimiento de la demanda de prendas de vestir en un 4% en el 2018 respecto al 2017 debido a la recuperación económica de sus compradores internacionales más importantes (Gestión 2018).

Según la tercera revisión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, el CIIU (SCRIBD, S/A) de la empresa es de 18100 debido a su principal actividad comercial que es la fabricación de prendas de vestir. Cabe resaltar que su tipo de empresa es “EIRL” Empresa Individual de Responsabilidad Limitada. (UNIVERSIDAD PERÚ S/A)

Adicionalmente, la empresa se dedica en menor medida al comercio de las prendas de vestir debido a la venta y distribución que realiza a sus diversas boutiques ubicadas en todo el territorio peruano.

### 2.3. La Organización

La empresa cuenta con 5 áreas para la adecuada elaboración de sus productos, las cuales son:

- Departamento de Administración y Finanzas
- Departamento de Logística
- Departamento de Ventas
- Departamento de Producción
- Departamento de Oficina Técnica

#### ○ **Departamento de Administración y Finanzas**

Esta área está conformada con un contador, un asistente contable, un auxiliar contable y un apoyo administrativo; se encarga de cuidar los recursos financieros de la empresa para realizar operaciones como la compra de materia prima, adquisiciones de máquinas y equipos y el pago de salarios. Tiene como función principal verificar la producción de prendas de calidad a bajo costo y de manera eficiente utilizando los fondos disponibles para maximizar el valor de la empresa.

#### ○ **Departamento de Logística**

Recepción del material que llega a la empresa, los encargados de almacenes llevan el control por medio de inventarios y planifican sistemas de clasificación. Una de las tareas es el de control de calidad, en la cual revisan el material recibido como el producto terminado asegurando así su buen estado. También controlan el registro del material necesario para la producción.

#### ○ **Departamento de Ventas**

Se encarga de la distribución y venta de los productos y de dar el respectivo seguimiento a los vendedores para garantizar la cobertura total y abastecimiento a las tiendas. En esta área es donde se preparan los pedidos de ventas, se trabaja en conjunto con el encargado de publicidad para el lanzamiento de nuevos productos, promociones y ofertas.

#### ○ **Departamento de Producción**

Área donde se determina la secuencia de las operaciones, inspecciones y métodos, se asignan los tiempos necesarios, se programa, se distribuye y se lleva a cabo el control del trabajo para lograr la satisfacción del cliente. Cada operario tiene una función específica a realizar como:

corte, tendido, fusionado, etc. El objetivo principal es elaborar un producto de calidad a un costo menor y con una inversión de recursos mínimo.

- **Departamento de Oficina Técnica**

Su función va desde proporcionar las funciones de respaldo para la dirección de los proyectos bajo procedimientos hasta la dirección y responsabilidad de las mismas, gestiona la ejecución de los proyectos. El equipo técnico conformado por diseñadores, moldistas, escaladores y muestristas brindan metodologías y plantillas para elaborar el prototipo de la prenda que se va a confeccionar.

A continuación, en el *Anexo B* se presenta el organigrama de la empresa en estudio.

## **2.4. Recursos utilizados por la empresa**

Entre los recursos prioritarios que posee la empresa se detallará lo correspondiente a la materia prima e insumos, maquinaria y el personal de las distintas áreas previamente mencionadas.

### **2.4.1. Materias primas e insumos empleados**

De manera detallada se describe los más utilizados por la empresa.

- **Insumos:** Botones, broches, cierres, bastas, cuellos y algodón.
- **Materia prima**
  - **Rollos de telas**

Es la materia prima más importante, ya que la tela es el principal componente de los productos de la empresa. Estos rollos son comprados por stock a un proveedor el cual los proporciona constantemente dentro de un periodo de tiempo (2 o 3 meses) o también por pedidos especiales. Las medidas de los rollos 1.20 x 0.15 m y son de 3 m. Los rollos vienen en diferentes colores y tipos de acuerdo al producto a realizar.

- **Conos de hilos**

Usados para pequeños arreglos, costuras de accesorios como botones, cierres, encajes, etc. Son conos aproximadamente de 400 g y también hay de diferentes colores.

- **Tricotex**

Tipo de tela que sirve para darle consistencia a las otras telas. Se fusionan mediante la máquina fusionadora. Los conos son de 25 m.

## **2.4.2. Tipo de maquinaria empleada**

A continuación, se detalla la maquinaria requerida para el proceso productivo.

- **Ploteadora**

Esta máquina se utiliza junto con una computadora e imprime en forma lineal. Se utilizan en diversos campos como ciencias, ingeniería, arquitectura, diseño, etc. En este caso la ploteadora se encarga de realizar el tizado o impresión a escala de los moldes, según las diferentes tallas que se requieran.

- **Remalladora**

Realiza puntadas del grupo 500 o puntadas de borde, también se les conoce, comúnmente como máquinas de sobrehilar. El tipo de puntada que efectúan estas máquinas es el utilizado para sobrehilado y para unión de piezas de prenda, dando como resultado unas costuras muy elásticas que impiden el deshilachado de los bordes del tejido.

- **Bastilladora**

Máquina de coser industrial utilizada para realizar las vastas.

- **Recubridora**

Se usa todo tipo de prenda en tela de punto. Aplica su uso en polos, buzos, ropa de dama, ropa de bebe, etc. Para hacer las bastas de las prendas y también para la operación de engarzado.

- **Cortadora**

Una de las máquinas principales con la cual se puede realizar el corte de las telas.

- **Fusionadora**

Realiza la unión del tricotex con la tela, con lo cual se le brinda una mayor resistencia al producto.

### 2.4.3. Recursos humanos de la empresa

La empresa en estudio cuenta con personal altamente capacitado desde operarios de bastilladoras a personal administrativo. Se detalla las funciones y cantidad según las áreas.

- **Personal directo y personal indirecto**

Aproximadamente cuenta con 36 trabajadores en su planta de Cercado de Lima incluido el personal administrativo. Entre ellos se encuentran:

- Diseñadoras
- Costureras de modelos
- Modistas
- Escaladoras Manuales y por computadora
- Cortadores con moldes
- Costureras en servicio al cliente
- Habilitadores
- Etiquetadoras
- Planchadoras
- Almaceneros
- Personal Administrativo

- **Cantidad de trabajadores por área de trabajo**

De los 36 trabajadores de la planta se encuentran distribuidos de esta manera.

**Personal Directo**

- 2 en el área de corte
- 2 en el área de tendido
- 6 en el área UDP
- 2 habilitadoras
- 3 planchadoras
- 6 en almacenes

### Personal Indirecto

- Aproximadamente 15 de personal Administrativo

## 2.5. Descripción del área de producción y los procesos productivos

En la **Ilustración 12** se observa las distintas áreas que corresponden al proceso productivo

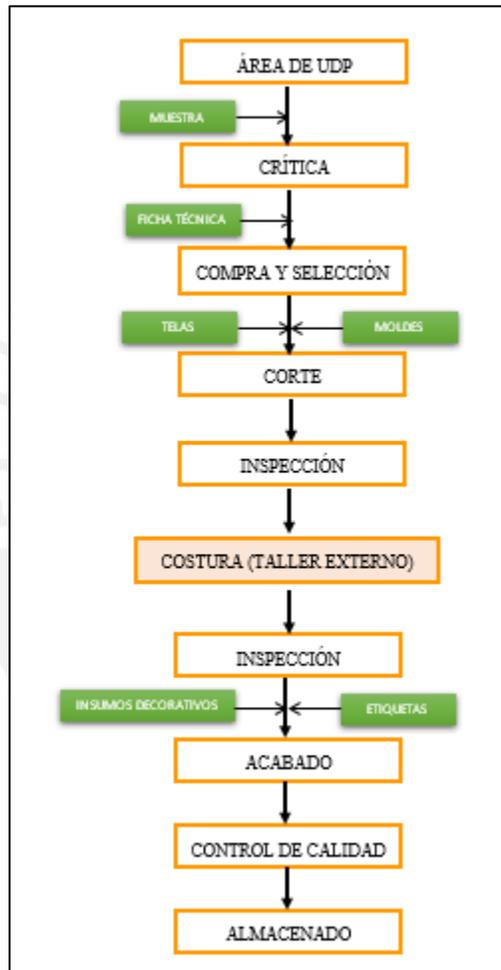


Ilustración 12. Diagrama de bloques

Fuente: EMPRESA.

Elaboración propia.

- **Área de UDP (Unidad de desarrollo del producto)**

Es en esta área donde nace la idea creativa del producto innovador; la secuencia más importante del proceso la cual es basada en un previo estudio de mercado. Junto con el diseño innovador se elige también la tonalidad y textura de la tela a utilizarse en el producto final.

Se encuentra dividida en sub – áreas en las cuales se realiza una muestra del producto en pequeñas dimensiones, paso seguido es enviada al área de crítica.

- **Área de crítica**

Conformada por el gerente, el dueño de la empresa y especialistas de diseño los cuáles aprueban o rechazan la muestra según las últimas tendencias de la moda. Si es aceptada, regresa al área de UDP para la elaboración de una ficha técnica.

- **Área de compra y selección**

En esta área es donde, según las necesidades del producto, la empresa adquiere una cantidad aproximada de tela a utilizarse, es decir compra materia prima, y a su vez una parte de esta es obtenida de sus propios almacenes; esto es debido a que, según la empresa, es fundamental tener de inventario parte de la tela utilizada para futuras necesidades.

- **Área de corte**

Comprende también el tizado, a partir de la ficha técnica y los moldes realizados en base a ella. La tela es cortada según la cantidad de piezas de la prenda a ensamblar (piezas generales como cuello, mangas, cuerpo delantero y cuerpo trasero en el caso del saco de sastre) y el diseño de ésta; acto seguido se empaqueta para su traslado. Cabe resaltar que los moldes son hechos a mano con unas reglas especializadas para su elaboración.

- **Área de inspección**

La tela ya cortada es inspeccionada por los especialistas para corregir y evitar posibles errores. Una imprecisión o mal corte puede alterar el diseño y la talla de este al momento de su costura, generando así, retrasos en el proceso.

Con el objetivo de monitorear el desempeño del área, la empresa cuenta con los indicadores de productividad mencionados a continuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad de moldes que pasan la inspección}}{\text{Cantidad de tela utilizada}} \times 100\%$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de moldes que pasan la inspección}}{\text{Horas hombre trabajadas (H - H)}} \times 100\%$$

Luego de esta operación se realiza el habilitado de los moldes, es decir, se apilan cierta cantidad de moldes según el tipo de pieza de la prenda de manera que se lleve un mejor orden de lo enviado a los talleres satélites.

- **Área de costura (talleres externos)**

Una estrategia de ahorro de dinero, según la empresa, es el uso de talleres externos o satelitales (conocido con ese nombre en la empresa), a los cuales se les entrega la tela cortada y empaquetada con sus respectivos insumos para asegurar la calidad del producto. El tiempo de espera, según el contrato es de 15 días aproximadamente; en ese tiempo la empresa elabora una única prenda terminada para saber con exactitud cómo debería de llegar el producto.

- **Área de inspección**

Una vez llegado el producto se da lugar al área de inspección, en el cual se verifica que se encuentre de acuerdo a las exigencias de la empresa y cumpla los requisitos para dar paso al área de acabado. Caso contrario se devuelve el producto para su mejora.

- **Área de acabado**

Se añade el decorado a la prenda, tales como pedrería, bordados con diseño, botones y etiquetas que identifiquen al producto como propio de la empresa.

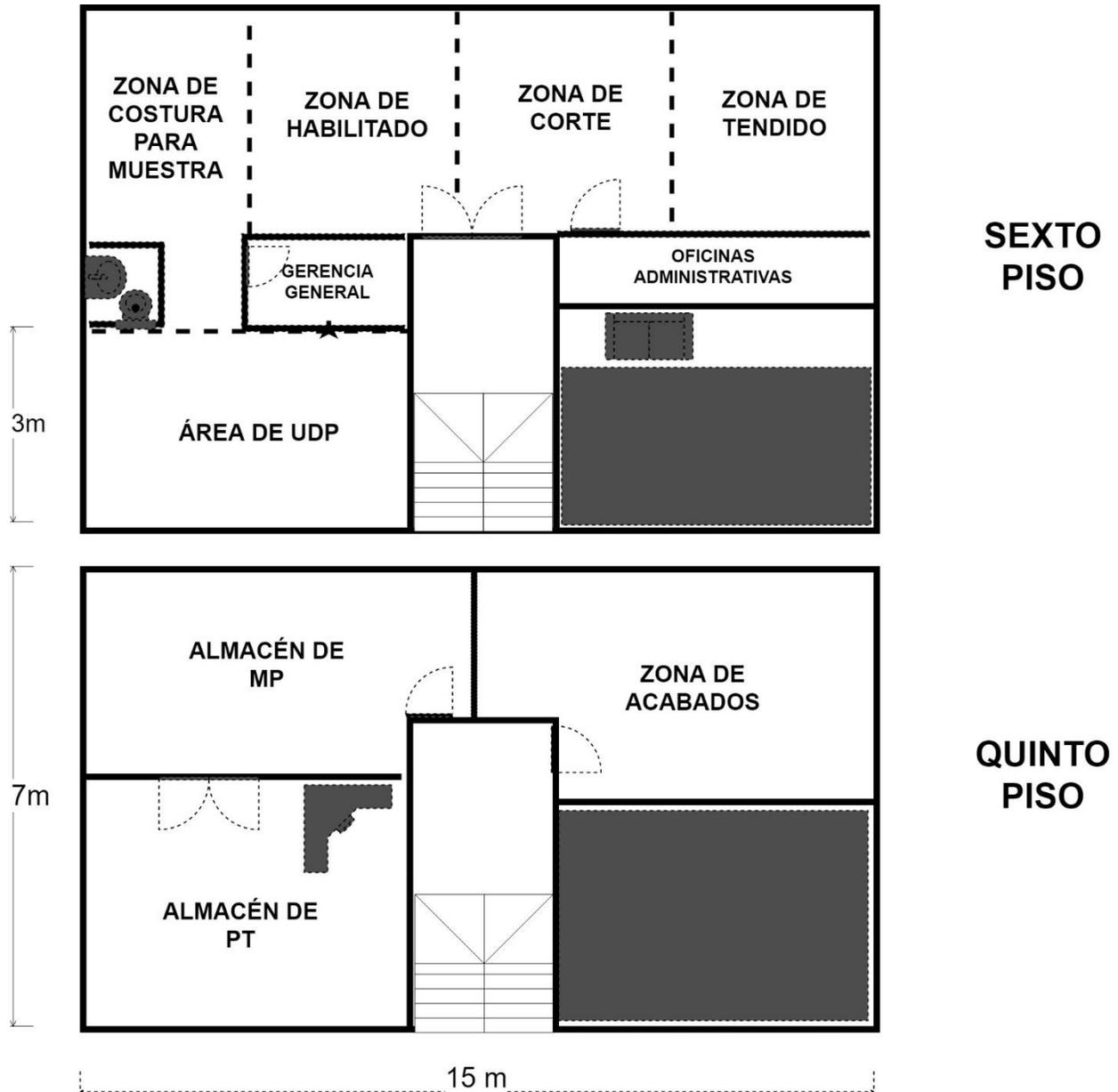
- **Área de inspección**

Especialistas en el área, se encargan de verificar que la producción obtenida cumpla con las características requeridas, de acuerdo a las especificaciones del producto.

- **Almacenado**

Una vez que los productos han sido aprobados, son empaquetados y trasladados al almacén de productos terminados, esperando a ser distribuidos en las diversas tiendas de la empresa.

Para una mejor visualización de la ubicación de las áreas de producción, en la *Ilustración 13* se presenta el layout de la empresa.



*Ilustración 13. Layout de la empresa*  
 Fuente: EMPRESA.  
 Elaboración propia.

La empresa posee 4 líneas principales de producción las cuales comprenden la elaboración de sastres, prendas coctel, sacos de alpaca y prendas casuales.

- **Sastres**

Comprende conjuntos de pantalones, sacos, faldas, vestidos de oficina. Son los principales productos de la empresa. Tienen un volumen bastante alto de producción, pero a pesar de ello, la producción es por lote.

- **Línea de coctel**

Comprende productos para compromisos, con un mejor acabado y mayor costo. Tales como ternos, blusas, pantalones, sacos, vestidos, etc. Su volumen de producción es alto, pero no tanto como los sastres.

- **Línea de alpaca**

Principalmente abrigos y capas para ventas en el interior del país. Volumen de producción bajo, pero existen diversos modelos.

- **Línea casual**

Son los productos que se venden de forma individual como leggings, pantalones, polos, blusas, etc. Su volumen de producción es alto ya que cada uno de los productos de esta estandarizado.

Para un mayor detalle de las líneas de producción, ver *Anexo C* donde se observa el DOP correspondiente a la prenda saco sastre.

## **2.6. Situación actual**

A continuación, se describirá de manera detallada el tipo de distribución que posee la empresa en estudio, así como el análisis de los principios básicos que se asemejan a su situación actual.

### 2.6.1. Tipo de distribución

Desarrolla dos tipos de producción simultáneamente:

- **Producción por lote:** sus pedidos generalmente no exceden las 400 unidades y se dan bajo un contrato previo. Su producción se basa totalmente en la demanda presente y no poseen gran cantidad de inventarios. Se hace uso de moldes estándar, los cuales se acomodan a las medidas de los clientes.
- **Producción por proyecto:** en casos específicos se realiza la confección de prendas para una sola persona en particular. Para ello se da paso a la toma de medidas exactas y se suele realizar una nueva creación de moldes.

Esta operación es realizada de manera separada de los pedidos en gran cantidad dado su singularidad y alta disposición a poseer detalles particulares. Estos dos tipos de producción son los correctos ya que se acomoda más al tipo de productos que realiza la empresa en estudio. Además, por el tipo de procesos y maquinaria que poseen, una distribución por proceso es más eficiente porque como se trata de ropa, no hay una producción en cadena totalmente estandarizada.

### 2.6.2. Principios básicos de la distribución de planta

Para el análisis de los principios básicos (Integración de conjunto, mínima distancia recorrida, flujo de materiales, espacio cúbico, satisfacción y seguridad y flexibilidad) se describirá los más resaltantes en base a la situación actual de la empresa.

- **Integración de Conjunto**

La disposición de la planta debe hacer posible que tanto el personal, la maquinaria, los materiales, las actividades auxiliares y cualquier otro factor estén integrados, es decir que entre todos logren la mayor coordinación posible. En el caso de la empresa en estudio se observó que se dispone de 2 máquinas cortadoras de las cuales solamente se utiliza una, ya que solo hay un operario; además la materia prima e insumos deben ser traídas del piso inferior cada vez que son requeridas, lo cual impide un aprovechamiento correcto del tiempo y por ende poder lograr la mayor coordinación posible.

- **Mínima Distancia Recorrida**

Este principio nos dice que se debe distribuir la planta con la finalidad de evitar que el material recorra mucha distancia entre operación y operación, para ello sería conveniente ubicar las operaciones que son consecutivas en lugares adyacentes, de tal forma que se eliminen los transportes innecesarios. En el caso de la empresa en estudio se observó que hay excesivas distancias recorridas.

- **Circulación o Flujo de Materiales**

La disposición de planta debe ordenar todas las áreas de trabajo con la finalidad que cada operación tenga la misma secuencia en la que se realiza la transformación de la materia prima hasta conseguir el producto final y la unión de los moldes en el caso de productos que necesitan ensamblarse. Es decir, el material se desplazará por cada operación hacia la que le sigue y así sucesivamente hasta su terminación, sin embargo, esto no implica que se de en línea recta o en una sola dirección. Esto permitirá que el flujo de materiales se realice con la mínima cantidad de interrupciones y molestias tales como congestiones e interferencias. En el caso de la empresa en mención, se observa que se generan cuellos de botella, debidos a en parte a que algunas operaciones no se realizan en la secuencia que corresponden.

- **Satisfacción y Seguridad**

La empresa se preocupa por este principio ya que le ha proporcionado un espacio para que ellos puedan guardar sus cosas (lockers), mesas donde puedan comer y baños los cuales permiten un trabajo más satisfactorio para ellos. También, dispositivos como extintores y tienen una adecuada señalización de las rutas de emergencia. Sin embargo, la vía por la cual suben a los pisos superiores, en este caso la escalera, no es tan segura, ya que no es estable y se siente que se puede caer con el peso.

### **3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA Y SISTEMA TECNOLÓGICO RFID**

Para el presente trabajo, la metodología utilizada para implementar las herramientas de Manufactura Esbelta contará con dos fases para su ejecución.

#### **Fase 1: Análisis y diagnóstico**

##### **PRIMER PASO: Justificación del área a mejorar**

La elección de área a mejorar se dará mediante 2 criterios: la cantidad de trabajadores presentes y el número de incidencias ocurridas por área con el apoyo del diagrama de Pareto determinando el área que posee mayor impacto por ambos criterios

##### **SEGUNDO PASO: Justificación de la familia de productos a mejorar**

A partir de la elección del área de mejora se elegirá aquella familia de productos que genere mayor impacto escogiendo así la familia más significativa en base al mayor volumen de producción debido a la demanda generada por el mercado.

##### **TERCER PASO: Justificación de los problemas más críticos en el área de producción**

Identificado el área crítica de la empresa y la familia de productos de mayor porcentaje de fabricación se procederá a identificar aquellos problemas que poseen mayor impacto en el proceso productivo aplicando métodos de identificación de problemas: lluvia de ideas, matriz causa y efecto, el diagrama de Ishikawa y de Pareto.

##### **CUARTO PASO: Desarrollo de mapa de flujo de valor actual**

Al diseñarse el Mapa de Flujo de Valor Actual (VSM) basado en el proceso representativo del proceso a mejorar y teniendo en cuenta los problemas más críticos del área seleccionada junto a sus respectivas causa raíz se brinda la representación visual del flujo de materiales, así como información correspondiente a los tiempos de ciclo.

## **QUINTO PASO: Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual**

Una vez elaborado el VSM actual se logra identificar aquellos desperdicios presentes para posteriormente reducirlos y eliminarlos.

## **SEXTO PASO: Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro**

Luego de desarrollar el VSM de la situación actual se va a elaborar el mapa de flujo de valor futuro identificando oportunidades de mejora donde se pueda implementar las herramientas de la filosofía Lean ayudando con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega del cliente. Visualmente se tendrá una idea de las herramientas que serán utilizadas.

## **SÉPTIMO PASO: Priorización de herramientas de Manufactura Esbelta**

Al identificar las herramientas lean en el mapa de flujo de valor futuro se procede a seleccionar y priorizar aquellas que podrían ser más útiles y factibles de implementar conforme a la situación de la empresa en estudio con ayuda del diagrama de Pareto.

### **Fase 2: Propuesta de Mejora**

## **OCTAVO PASO: Aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID**

Para conseguir reducir tiempo y mejorar la calidad de los productos en base a la filosofía Lean es fundamental aplicar las herramientas desarrolladas en los primeros capítulos eliminando los problemas identificados en la primera fase. Asimismo, el paso a la innovación tecnológica cumple un papel fundamental en la automatización de los procesos productivos en una pyme.

## **NOVENO PASO: Evaluación del impacto económico**

Finalmente es importante la evaluación económica de la aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta y del sistema tecnológico RFID las cuales serán determinadas en función de parámetros como ahorro de costos de H-H y materiales determinando así la factibilidad de su implementación mediante un análisis costo beneficio en la empresa.

## 4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL CASO DE ESTUDIO

En base a la metodología mencionada en el capítulo 3 se procederá a desarrollar la primera fase de manera detallada.

### 4.1. Justificación del área a mejorar

Para determinar el área a mejorar dentro de la empresa en estudio se va a elegir como criterios la cantidad de trabajadores presentes, así como el número de incidencias ocurridas en las distintas actividades dentro de cada área debido a que estos criterios influyen de manera directa en los egresos de la empresa.

En el capítulo 2 se mencionó las 5 áreas que posee la empresa para una adecuada elaboración de sus productos:

- Departamento de Administración y Finanzas
- Departamento de Logística
- Departamento de Ventas
- Departamento de Producción
- Departamento de Oficina Técnica

Mediante un análisis de Pareto por criterio se va a determinar la elección del área que representa el punto débil de la empresa.

#### Criterio 1. Cantidad de trabajadores por área

En la siguiente *Tabla 1* se detalla la distribución del personal en las áreas previamente mencionadas.

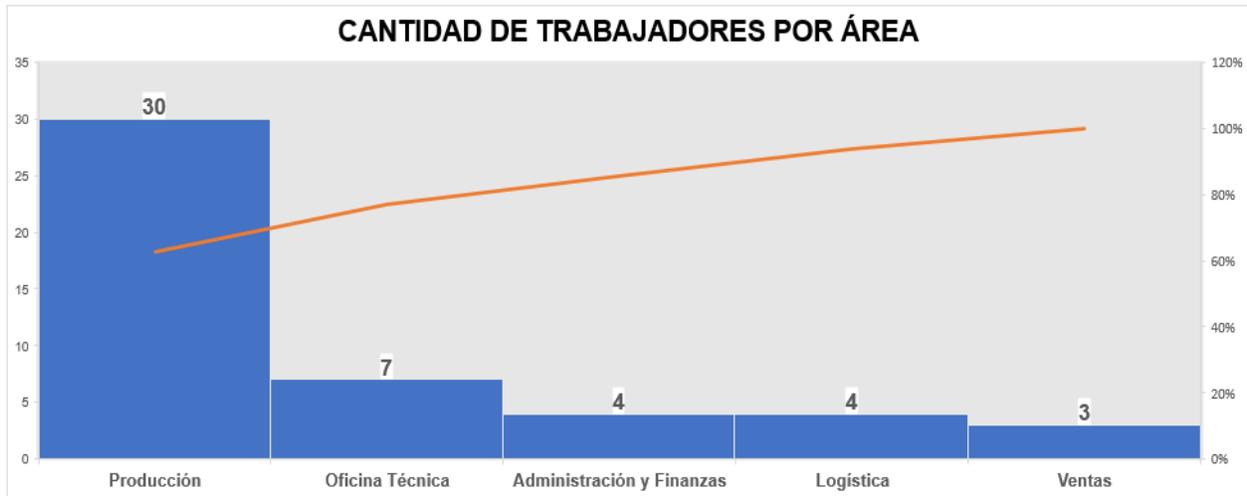
*Tabla 1. Cantidad de trabajadores por área*

Área	Cantidad de trabajadores
Administración y Finanzas	4
Logística	4
Ventas	3
Producción	30
Oficina Técnica	7

*Fuente: Empresa  
Elaboración propia*

Con los datos proporcionados se calcula la cantidad acumulada de trabajadores, el porcentaje respecto al total y el porcentaje acumulado. Ver detalle en *Anexo D*.

El diagrama de Pareto *Ilustración 14* muestra que el área de Producción y Oficina técnica representan el 80% de los trabajadores de la empresa en estudio teniendo mayor incidencia el área de producción.



*Ilustración 14. Cantidad de Trabajadores por área*  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

## **Criterio 2. Frecuencia del número de incidencias por área**

Este criterio fue evaluado, en primer lugar, de manera cualitativa en base a encuestas realizadas a los trabajadores de cada área respecto a los 3 problemas más relevantes y según grado de frecuencia que observan durante su jornada laboral. El resultado fue el siguiente tomando como base un periodo mensual.

### **Departamento de Administración y Finanzas**

- P1.** Errores en la compra del tipo de tela a utilizar
- P2.** Falta de presupuesto para la adquisición de nuevas maquinarias
- P3.** Retrasos en los pagos a proveedores

### Departamento de Logística

P4. Falta de material para la elaboración de las prendas

P5. Errores al momento de evaluar la calidad de las prendas recibidas por parte de los talleres externos

P6. Falta de espacio por acumulación de productos

### Departamento de Ventas

P7. Falta de vehículos para el transporte de las prendas

P8. Abastecimiento insuficiente en los puntos de venta

P9. Campañas publicitarias no logran el nivel de ventas esperadas.

### Departamento de Producción

P10. Mermas y desperdicios en los distintos procesos

P11. Reprocesos

P12. Problemas ergonómicos en los puestos de trabajo

### Departamento de Oficina Técnica

P13. Errores en las plantillas realizadas por tallas

P14. Diseños no aprobados por UDP

P15. El material elegido no se encuentra acorde con el diseño de la prenda

Para el análisis cuantitativo se evaluó en base a la frecuencia de ocurrencia considerando los siguientes criterios de calificación indicados en la **Tabla 2**:

Tabla 2. Criterio de calificación

Grado de frecuencia	Peso
Poco frecuente	1
Frecuente	3
Muy frecuente	5

Elaboración propia

Como resultado se obtuvo en la **Tabla 3** la frecuencia por área de los principales problemas previamente mencionados.

*Tabla 3. Frecuencia de incidencias por área*

Área	Problema	Frecuencia mensual	Frecuencia por área
Administración y Finanzas	P1	1	5
	P2	3	
	P3	1	
Logística	P4	3	7
	P5	1	
	P6	3	
Ventas	P7	3	7
	P8	3	
	P9	1	
Producción	P10	5	13
	P11	3	
	P12	5	
Oficina Técnica	P13	3	9
	P14	1	
	P15	5	
<b>Total</b>			<b>41</b>

*Fuente: Empresa  
Elaboración propia*

Con los datos proporcionados se calcula la cantidad acumulada de incidencias, el porcentaje respecto al total y el porcentaje acumulado. Ver detalle en **Anexo E**.

El diagrama de Pareto **Ilustración 15** muestra que el área de Producción, Oficina técnica y Logística representan el 80% de las incidencias de la empresa en estudio teniendo mayor porcentaje el área de producción

Basados en la evaluación de los criterios previamente mencionamos se concluye que el área de Producción se encuentra posicionado como el que posee mayor cantidad de trabajadores, así como el área con la mayor frecuencia en incidencias razón por la cual al encontrarse en un estado crítico se procederá a su elección para la evaluación correspondiente en el desarrollo de este capítulo.

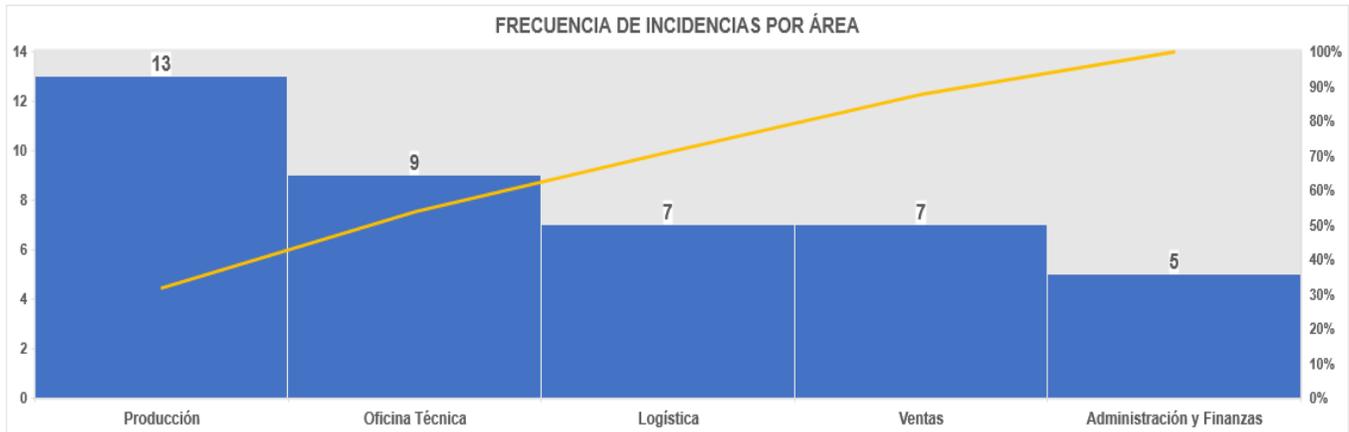


Ilustración 15. Frecuencia de incidencias por área  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

#### 4.2. Justificación de la familia de productos a mejorar

La marca trabaja con alrededor de 15 a 18 modelos de prendas entre blusas, faldas, sacos, pantalones y vestidos. Aparte se realizan pedidos especiales que dependen del cliente. También, se hacen los uniformes para colegios. La cantidad depende de la cantidad de lotes que el cliente pida. Generalmente los lotes son de 150 por cada prenda; pero se suele pedir de 2 a 3 lotes por modelo dando como resultado una producción mensual de 400 prendas aproximadamente. Los volúmenes de producción han sido obtenidos mediante datos proporcionados por la empresa. Ver detalle en **Tabla 4** y su visualización gráfica en **Ilustración 16**.

Tabla 4. Porcentaje de producción

Producto	Porcentaje del volumen de producción
Sastres	35%
Línea coctel	20%
Línea de alpaca	10%
Línea casual	35%

Fuente: Empresa  
Elaboración propia

Se pueden identificar 3 zonas:

#### Zona M

Los productos A (Sastres) y D (Línea casual) se producen en un alto volumen, ya que son de constante venta y en el caso de D estandarizados. Al utilizarse las mismas maquinarias, lo que se propone es armar una pequeña línea de producción para que la producción se realice de manera más rápida y así reducir tiempos y costos.

### Zona I

El producto B (Línea coctel) también tiene un alto volumen de producción, pero no tan elevado como A y D. Se seguiría con la producción en lote (por proceso).

### Zona J

Bajo volumen de producción del producto C (Línea de alpaca), podría seguirse con la producción por proceso, pero este está sujeto a los pedidos que se requieren.

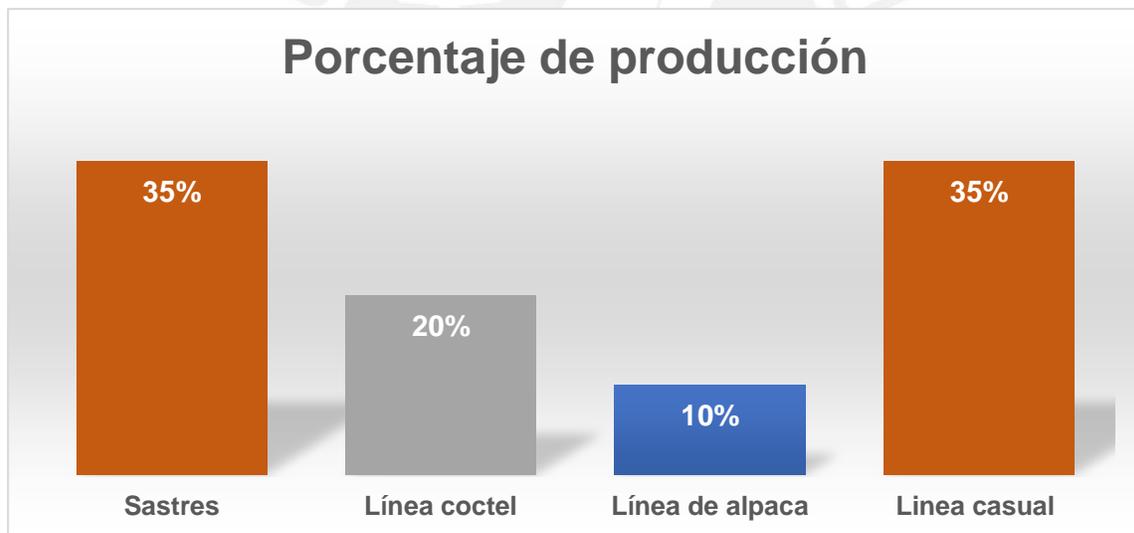


Ilustración 16. Porcentaje de producción por producto

Fuente: Empresa  
Elaboración propia

Actualmente, la empresa cuenta con una demanda que no es continua para todos sus productos. Los productos con mayor demanda son los sacos de sastre ya que son los más aceptados en el mercado, para su fabricación se requiere la mayor cantidad de maquinaria y además genera más ingresos. Sus otros productos como casacas, faldas, pantalón, etc. no tienen una gran demanda, pero se mantienen, pues sus clientes fijos los requieren cada cierto tiempo.

### 4.3. Justificación de los problemas más críticos en el área de producción

Al seleccionar el área crítica de la empresa en estudio junto con el producto de mayor porcentaje de fabricación se procederá a identificar aquellos problemas que poseen mayor impacto en el proceso productivo aplicando métodos de identificación de problemas.

Para comenzar, con el apoyo de los operarios presentes se realizó una lluvia de ideas acerca de los principales inconvenientes que se les presenta al momento de realizar sus operaciones, del mismo modo, se entrevistó a los colaboradores del área de administración de manera que se logre identificar aquellos desperfectos tanto de un punto de vista interno como externo.

Los principales problemas identificados se mencionan a continuación:

- **P1.** Errores en la cantidad, textura y color de la tela seleccionada para la producción.
- **P2.** Gran cantidad de desechos en la operación tizado en el cual se calcula un 30% de desperdicios de tela.
- **P3.** Mermas en la operación corte en base a los moldes utilizados.
- **P4.** Retrasos en la producción por parte de los talleres satélites responsables de la operación costura.
- **P5.** Desperdicio de recursos como hilos, pedrería y otros decorados destinados para los retoques finales del producto en la operación acabado.
- **P6.** Fatigas y dolores musculares en el cuello, espalda, piernas y brazos.
- **P7.** Control ineficiente en la materia prima e insumos.
- **P8.** Falta de orden en los almacenes de materia prima y producto terminado.
- **P9.** Ineficiencia en la motivación al personal.

Para identificar los problemas más críticos se hará uso de la matriz de causas y efectos en la cual los inputs serán los inconvenientes previamente mencionados y como outputs se va a considerar aquellas variables que sirven como criterio de evaluación de los clientes hacia las pymes: Calidad, costo y entrega (Francis, 2018).

Los outputs serán asignados por prioridades dependiendo del grado de importancia que este tenga para los clientes. Según la metodología el rango varía del 1 al 10, siendo 10 el más importante.

Según Kotler, P. y Armstrong, G. (2001), el criterio de mayor valoración en el comportamiento de los clientes es el precio del producto el cual muchas veces se encuentra en constante cambio debido a la demanda presente y depende del costo de producción; por ese motivo “Costo” tendrá una asignación de 10 puntos. En segundo lugar, se considera la variable “Calidad” ya que se debe cumplir con las expectativas del ACV (Análisis del ciclo de vida) de la prenda de manera que se asegure la durabilidad y facilidad de cuidado; es por ello que “Calidad” tendrá una asignación de 8 puntos. Por último, los clientes esperan que sus proveedores cumplan con los plazos de entrega establecidos evitando retrasos en los envíos, de esta manera “Entrega” posee una asignación de 6 puntos.

Una vez establecido los pesos se va a ponderar cada input en relación con cada criterio (output) para así poder determinar aquellos problemas más significativos. El efecto de los inputs se pondera en base a la relación que tienen con los outputs:

- 0 = no hay relación
- 1 = baja relación
- 3 = moderada relación
- 9 = alta relación

El desarrollo de la matriz de causas y efectos se observa en la **Tabla 5** cuyo resultado permite evaluar el grado de importancia de cada problema en el área de producción.

Como resultado de la aplicación de la herramienta previamente mencionada se obtuvo en el **Anexo F** el porcentaje acumulado que permitirá una mejor visualización de los problemas críticos más resaltantes mediante un diagrama de Pareto.

Tabla 5. Matriz Causa y Efecto

	Calidad	Costo	Entrega	Outputs
	8	10	6	Importancia
Inputs	Correlación de input a output			Total
P1	3	9	3	132
P2	0	9	0	90
P3	9	9	9	216
P4	3	9	9	168
P5	0	9	0	90
P6	9	9	3	180
P7	1	9	1	104
P8	1	3	9	92
P9	3	1	1	40

Elaboración propia

Con el diagrama de Pareto *Ilustración 17* se concluye que los problemas críticos más resaltantes en el área de producción son los que se menciona a continuación de manera decreciente: Mermas en la operación corte en base a los moldes utilizados, fatigas y dolores musculares en el cuello, espalda, piernas y brazos, inadecuada distribución en las áreas de trabajo y retrasos en la producción por parte de los talleres satélites responsables de la operación costura. Representando así el 80% de los problemas en la planta.



Ilustración 17. Problemas críticos en el área de producción

Fuente: Empresa

Elaboración propia

Al determinar los tres problemas de mayor relevancia en el área seleccionada se procederá a identificar sus causas de manera detallada utilizando como herramienta principal el diagrama de Ishikawa.

- **P3. Mermas en la operación corte en base a los moldes utilizados**

En el *Ilustración 18* se observa el desarrollo del diagrama Ishikawa del problema previamente mencionado clasificando las causas en cada ítem correspondiente.

- **P6. Fatigas y dolores musculares en el cuello, espalda, piernas y brazos.**

En el *Ilustración 19* se observa el desarrollo del diagrama Ishikawa del problema previamente mencionado clasificando las causas en cada ítem correspondiente.

- **P4. Retrasos en la producción por parte de los talleres satélites responsables de la operación costura.**

En el *Ilustración 20* se observa el desarrollo del diagrama Ishikawa del problema previamente mencionado clasificando las causas en cada ítem correspondiente.

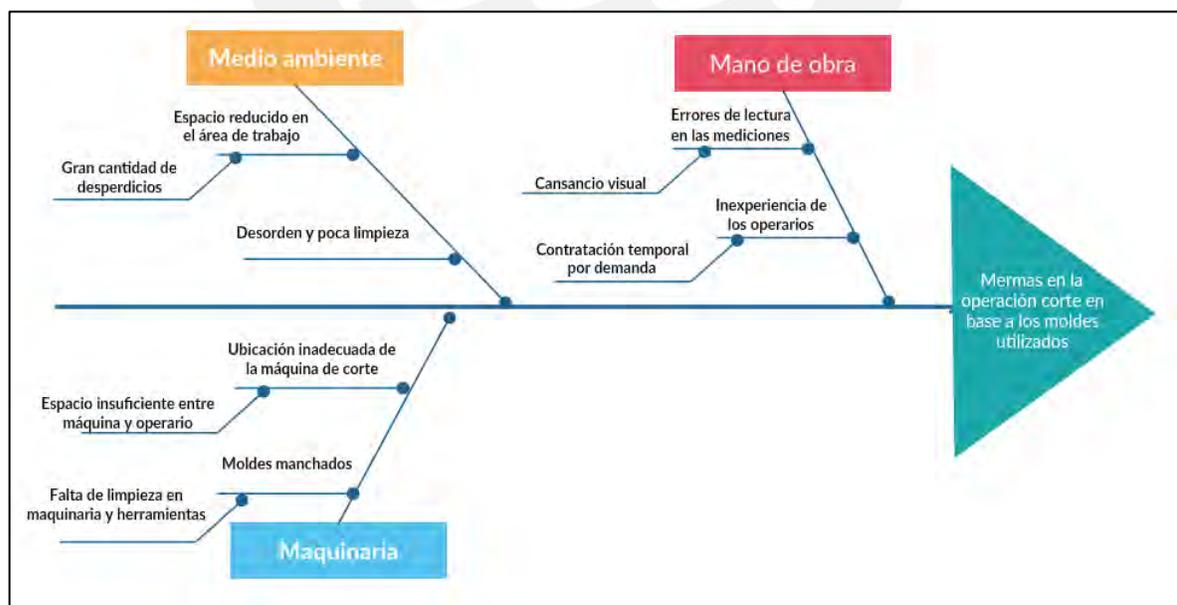


Ilustración 18. Diagrama Ishikawa P3

Fuente: Empresa  
Elaboración propia

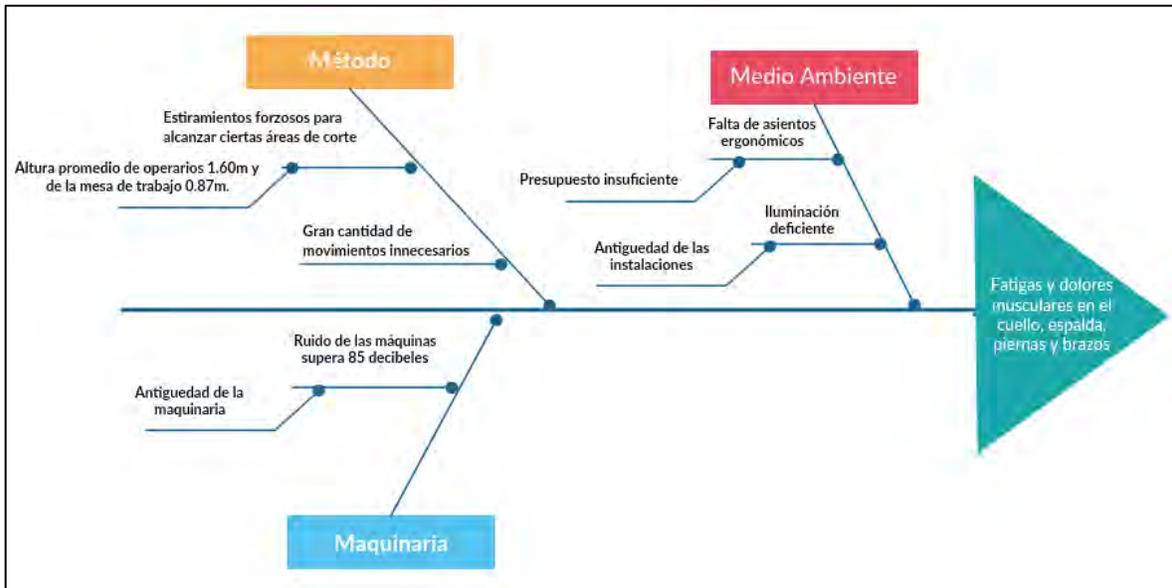


Ilustración 19. Diagrama Ishikawa P6  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

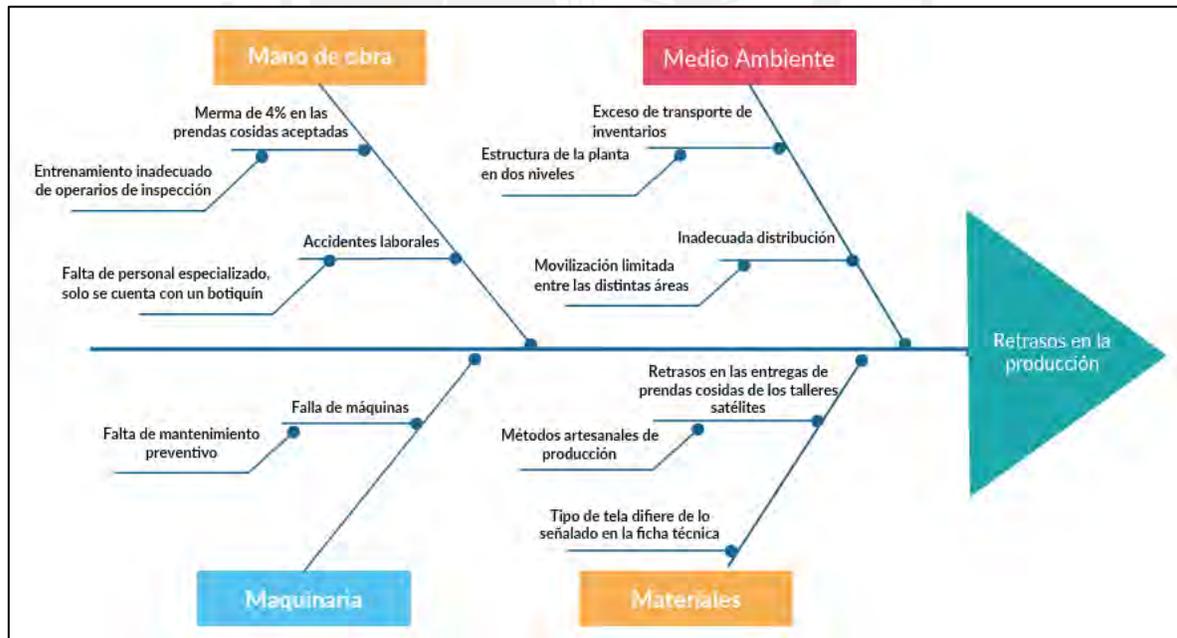


Ilustración 20. Diagrama Ishikawa P4  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

Una vez identificadas las causas de los problemas más relevantes del área de producción se procederá a su clasificación dependiendo del nivel de impacto que logren generar de manera que se categoricen como causa raíz, muy graves y graves.

Para ello se hará uso de una herramienta de análisis de datos e información en la cual se va a considerar 4 criterios: Calidad, costo, entrega y productividad del operario. Previamente se ha justificado la importancia de los 3 primeros, considerando en primer lugar al costo, seguido de la calidad y la entrega; sin embargo, el criterio productividad recibe igual grado de importancia que el costo al ser el operario un recurso indispensable para la realización de las distintas operaciones en planta. El porcentaje final de los criterios se observa en la **Tabla 6**.

*Tabla 6. Ponderaciones de los factores*

Calidad	Costo	Entrega	Productividad	Total
8	10	6	10	34
24%	29%	18%	29%	100%

*Elaboración propia*

En la **Tabla 7** se visualiza la clasificación de las causas en base al ponderado del porcentaje de representación de los criterios con la puntuación asignada a cada causa en una escala del 1 al 5, en la cual 1 representa un menor grado de relevancia y 5 el grado más alto. Las causas con mayores resultados se clasificaron como causa raíz, seguido de las causas muy graves y graves.

Finalmente se concluye que las causas raíz se encuentran relacionadas en mayor cantidad con la mano de obra de la planta debido a que son los principales responsables del proceso de producción ya que causas como la inexperiencia de los operarios, accidentes laborales y errores de lectura de medición disminuyen o aumentan de manera perjudicial los criterios mencionados. En segundo lugar, se debe tener en cuenta el medio ambiente considerando como causa raíz el desorden y la falta de limpieza en la planta, así como las fallas en las máquinas que retrasan tiempo de producción.

Cabe resaltar que también es de vital importancia el análisis de las causas muy graves debido a que son responsables en gran medida de los fallos de producción, estos se encuentran distribuidos entre los Materiales: Retrasos de entregas de los talleres satélites, Mano de obra: Merma de 4% en prendas cosidas, Máquina: ubicaciones inadecuadas y manchas en moldes, Método: Gran cantidad

de movimientos innecesarios y por último en Medio Ambiente por una inadecuada distribución en el área de producción.

Para una mejor visualización y detalle de las causas raíz mencionadas ver *Anexo G*.

Tabla 7. Clasificación de las causas

	Causas	Criterios de evaluación				PESO	RESULTADOS
		Calidad 24%	Costo 29%	Entrega 18%	Productividad 29%		
Medio ambiente	Falta de asientos ergonómicos	5	2	2	5	3.59	Graves
	Iluminación deficiente	4	3	1	5	3.47	Graves
	Espacio reducido en el área de trabajo	3	2	2	4	2.82	Graves
	Desorden y poca limpieza	5	5	3	4	4.35	Causa raíz
	Exceso de transporte de inventarios					3.06	Graves
	Inadecuada distribución	4	4	2	4	3.65	Muy graves
Método	Estiramientos forzosos para alcanzar ciertas áreas de corte	3	2	2	4	2.82	Graves
	Gran cantidad de movimientos innecesarios	4	3	3	5	3.82	Muy graves
Maquinaria	Ruido de las máquinas supera 85 decibeles	1	1	1	3	1.59	Graves
	Ubicación inadecuada de la máquina de corte					3.82	Muy graves
	Moldes manchados	4	4	3	4	3.94	Muy graves
	Falla de máquinas	4	5	3	4	4.12	Causa raíz
Mano de obra	Errores de lectura en las mediciones	4	5	4	5	4.59	Causa raíz
	Inexperiencia de los operarios	5	5	4	5	4.82	Causa raíz
	Merma de 4% en las prendas cosidas aceptadas	4	5	4	3	4.00	Muy graves
	Accidentes laborales	4	5	4	5	4.59	Causa raíz
Materiales	Retrasos en las entregas de prendas cosidas de los talleres satélites	1	5	5	4	3.76	Muy graves
	Tipo de tela difiere de lo señalado en la ficha técnica	4	4	3	1	2.94	Graves

Elaboración propia

Para minimizar las causas de los problemas previamente mencionados, así como sus impactos en el proceso productivo se hará uso de las herramientas de la filosofía Lean las cuales serán desarrolladas a mayor detalle en el capítulo siguiente. Sin embargo, se va a elaborar un VSM de

la situación actual y uno futuro identificando las posibles herramientas que ayudarían a contrarrestar los problemas de mayor impacto.

#### **4.4. Desarrollo de mapa de flujo de valor actual**

Una vez identificado el área de la empresa a mejorar, el producto representativo del proceso productivo, los problemas críticos del área y sus respectivas causa raíz se procederá a desarrollar el VSM de la prenda saco sastre de manera que se represente visualmente el flujo de materiales así como información correspondiente a los tiempos de ciclo de cada estación de trabajo logrando identificar aquellos desperdicios presentes para posteriormente reducirlos y eliminarlos mediante el uso de herramientas de mejora minimizando así el lead time del producto y cumpliendo a su vez con las órdenes requeridas por los clientes.

La empresa no cuenta con un área de planeamiento razón por la cual los datos proporcionados en cuanto al lote de producción semanal y tiempos de entrega tanto de proveedores como a los clientes son proporcionados por el área de ventas sin una planificación previa del requerimiento de materiales es por ello que se realizan ajustes diarios en el área de producción debido a la falta de materiales, errores en la selección de telas de un lote determinado, entre otros, impidiendo así una planificación estable de producción.

Para determinar el tiempo de valor agregado (TVA) y el tiempo de valor no agregado (TNVA) se debe identificar aquellas actividades que generan valor para el cliente, es decir, las características que son percibidas al momento de realizar la compra del producto final. Cabe resaltar que en su totalidad el área de producción cuenta con la mayor cantidad de actividades que generan valor agregado añadiendo a ello el servicio proporcionado por los talleres satélites que realizan una de las operaciones más importantes y percibidas por el cliente: la costura de los moldes. Los tiempos de ciclo, set - up y disponibilidad de la máquina fueron proporcionados directamente por el área de producción determinando así un valor de TVA de 922.5 segundos y un TNVA de 290220 segundos. Respecto al tiempo de ciclo se considera lotes de transferencia de 10 unidades cada uno. Es de suma importancia determinar el *takt time* del proceso debido a que es el ritmo de producción definido por el cliente mediante el cual demanda los productos y por ende la empresa debe producir en base a ese tiempo si espera cumplir con los requerimientos del cliente.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$$

La empresa en estudio posee un tiempo de producción disponible de 144000 segundos a la semana (1 turno de 8 horas y laboran 5 días a la semana). A esa cantidad se debe de multiplicar por el 70% que representa la proporción de la familia del producto seleccionado obteniendo así un tiempo disponible de 100800 segundos y una cantidad requerida de 150 prendas. Con los datos previamente mencionados se determina un tiempo takt de 672 segundos.

En la **Ilustración 21** se puede visualizar finalmente el VSM de la situación actual en el cual se ha señalado los problemas previamente mencionados en las justificaciones presentes al inicio de este capítulo (**Ver punto 4.3**).

#### **4.5. Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro**

Luego de desarrollar el VSM de la situación actual se va a elaborar el mapa de flujo de valor futuro (**Ilustración 22**) de manera que se pueda identificar oportunidades de mejora donde se pueda implementar las herramientas de la filosofía Manufactura Esbelta logrando minimizar los impactos generados por los diversos problemas previamente identificados.

Cabe señalar que las herramientas que se aprecian en el Ilustración del VSM futuro son aquellas que idealmente podrían minimizar el impacto de los problemas identificados, sin embargo, conforme se desarrollen los capítulos posteriores se modificará la selección predefinida en base a las limitaciones que pueda presentar la empresa en estudio.

Para comenzar, la propuesta de aplicar 5s a diversas áreas de trabajo asegura el flujo continuo entre las estaciones asegurando así que mantengan el orden y la limpieza logrando tener al alcance lo que necesitan en el momento preciso. Adicionalmente, gestión visual ayudará a mantener un mayor control e identificación de los elementos presentes en la planta, el mantenimiento autónomo facilitará la eliminación del deterioro forzado estableciendo condiciones básicas que ayuden a mantener los equipos en condiciones adecuadas junto con la estandarización logrando mantener a personas y máquinas en buenas condiciones.

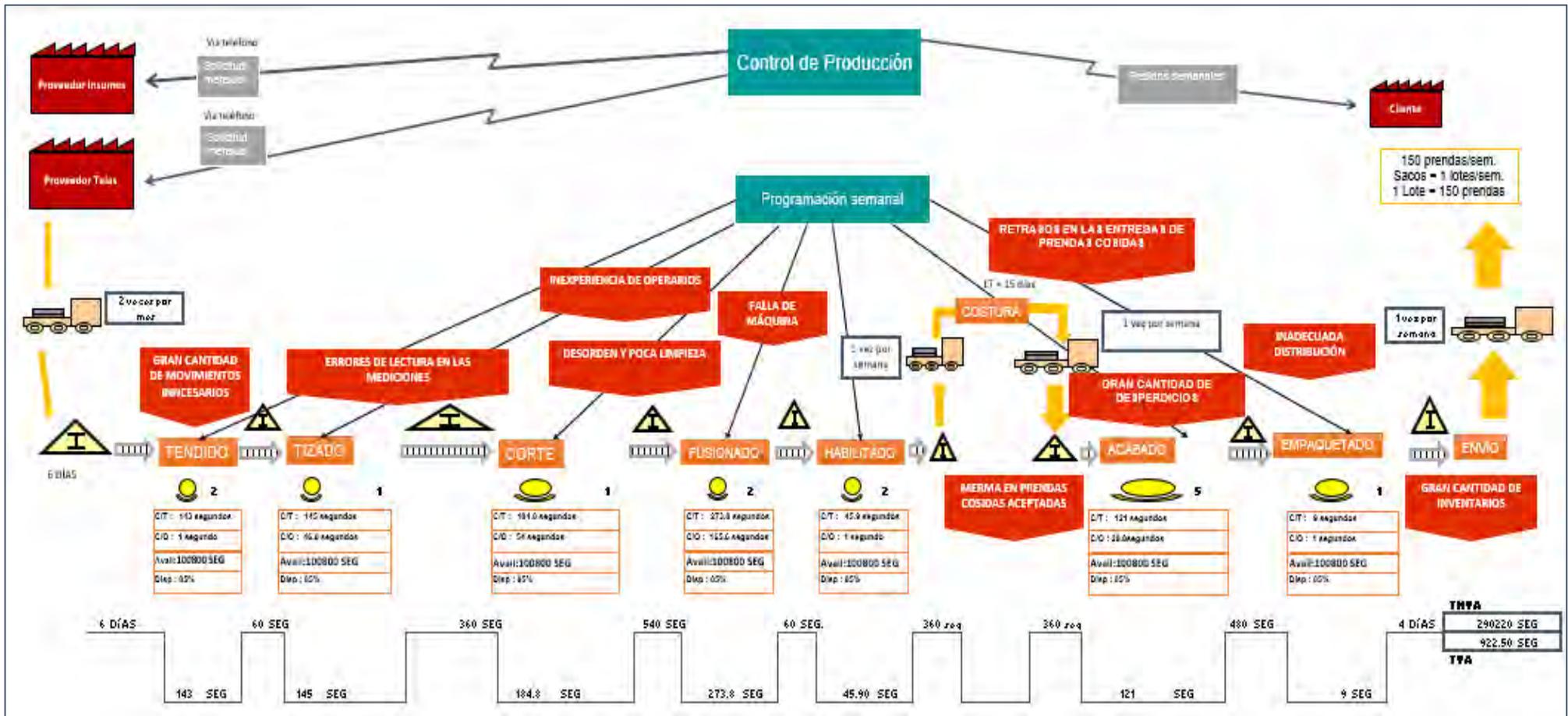


Ilustración 21. VSM actual  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

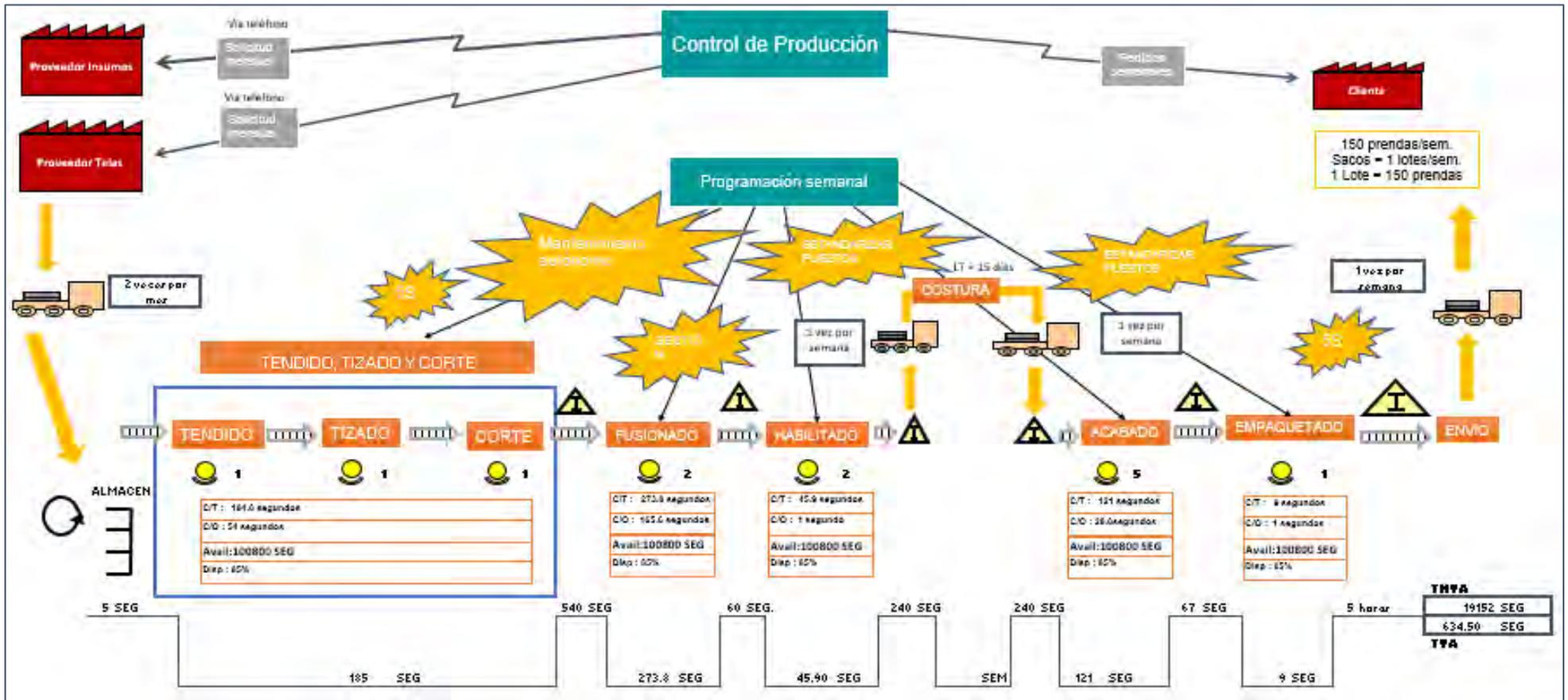


Ilustración 22. VSM futuro  
Fuente: Empresa  
Elaboración propia

## 5. PROPUESTA DE MEJORA DEL CASO BAJO ESTUDIO

El presente capítulo desarrollará las propuestas de mejora seleccionadas en base a un análisis de priorización conforme a las necesidades actuales de la empresa en estudio.

### 5.1. Priorización de herramientas de Manufactura Esbelta

Una vez identificado gráficamente en el VSM actual (*Ilustración 21*) las causas raíz y muy graves (*Ver Tabla 7*) de la situación actual de la empresa en estudio y representar las posibles herramientas Lean a utilizar en el VSM futuro (*Ilustración 22*); se procedió a elaborar una matriz de las herramientas de Manufactura Esbelta previamente mencionadas para determinar aquellas que podrían brindar soluciones, en conjunto, a los problemas críticos desarrollados en el **punto 4.3** priorizando así aquellas que se ajusten mejor tanto a la situación actual como a las necesidades de la empresa.

Tabla 8. Matriz de Herramientas Lean

Causas / Herramientas Lean	Estandarización	Poka Yoke	5S	SMED	TPM	Kanban	JIT	Flujo continuo	Gestion visual
Desorden y poca limpieza			x	x	x				
Inadecuada distribución			x		x			x	
Gran cantidad de movimientos innecesarios	x	x	x	x		x		x	
Ubicación inadecuada de la máquina de corte			x					x	x
Moldes manchados		x	x		x				x
Falla de máquinas	x		x	x	x				
Errores de lectura en las mediciones	x	x	x						x
Inexperiencia de los operarios	x	x	x						
Merma de 4% en las prendas cosidas aceptadas		x	x	x	x				x
Accidentes laborales			x		x				
Retrasos en las entregas de prendas cosidas de los talleres satélites	x		x			x	x		
Gran cantidad de inventario			x			x			
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Elaboración propia

En la **Tabla 8** se detalla el contraste de las herramientas Lean con una posible aplicación de cada una con las causas identificadas en el capítulo anterior con la finalidad de determinar las herramientas adecuadas para su aplicación. En términos generales, se observa que las herramientas con una posible mayor participación son las 5S, TPM, Poka Yoke, SMED, Gestión visual y Estandarización las cuales en base al análisis desarrollado gracias a la información proporcionada por la empresa se procederá a detallar en los capítulos siguientes.

Sin embargo, cabe resaltar que al ser las 5S la herramienta involucrada en todas las causas críticas se tendrá un mayor énfasis y detalle en su desarrollo.

## **5.2. Implementación de la herramienta 5S**

Para conseguir reducir tiempo y mejorar la calidad de los productos en base a la filosofía Lean es fundamental aplicar las herramientas previamente seleccionadas considerando las limitaciones presentes en la empresa.

### **5.2.1. Pasos previos para la implementación**

Para comenzar, es de suma importancia conocer aquellos requisitos previos e indispensables a tener en cuenta para lograr aplicar con éxito las herramientas Lean requeridas. Por ello, es fundamental la colaboración de los operarios y del personal administrativo de la empresa en estudio en los siguientes aspectos:

- Capacitar al personal involucrado, desde el directivo hasta los operarios, en base a la filosofía Lean y las herramientas de Manufactura Esbelta, además de mencionarse los beneficios que lograrían en su implementación de manera personal como empresarial.
- Constituir grupos de trabajo conformado por el personal previamente capacitado en los cuales se debe elegir al líder de cada equipo considerando conocimientos técnicos (aptitudinales) y buenas prácticas de trabajo en equipo (actitudinales).
- Comunicar la relación de los objetivos de Manufactura Esbelta con los de la empresa de manera que los colaboradores sientan que con su participación están siendo parte de un cambio importante en la empresa.

Debido a que la empresa en estudio es considerada una pyme y por ende la planta de producción se encuentra en un espacio de pequeñas dimensiones, la implementación de las

herramientas seleccionadas se realizará en todas áreas del proceso productivo de la línea de saco sastres. Cabe resaltar que en lo posible se interrelacionará las herramientas previamente mencionadas como el caso de las 5S y TPM, donde en las últimas 3S se incluirá el mantenimiento autónomo.

### 5.2.2. Aplicación de las 5S

Según el Ing. Paredes en su material de estudio “Manufactura Esbelta – 5S y Gestión Visual” define unos pasos previos generales que garantizan el éxito de una buena implementación de la herramienta en mención:

- a. **Identificar las zonas 5S:** Al ubicarse en 2 pisos de una edificación de estructura antigua y disponer de un espacio reducido por piso, la empresa en estudio posee una distribución desorganizada por área y añadiendo a ello los problemas analizados en el **punto 4.1** las zonas 5S serían el área de logística, ventas, oficina técnica y especialmente producción.
- b. **Formar los equipos 5S:** Previo a este paso es fundamental lo detallado en el punto **5.2.1** de manera que se tenga personal debidamente capacitado en las mejoras que podría realizar en función al área que pertenece.
- c. **Seleccionar zona piloto para aplicación:** En base al análisis elaborado en los puntos **4.1 y 4.2** la zona piloto para su aplicación sería el área de producción la cual presenta mayor incidencia en los problemas de la empresa.
- d. **Registrar la situación actual:** Al seleccionar el área de producción como zona piloto se registra en los anexos gráficamente la situación actual de la empresa. (**Ilustración 23, Ilustración 24, Ilustración 25, Ilustración 26 e Ilustración 27**).
- e. **Aplicar 5S: Limpieza profunda inicial + 5 fases:** Antes de aplicar herramientas como la estrategia de tarjetas rojas y la señalización de zonas de tránsito, es fundamental una limpieza inicial que permita tener una mejor visualización de las zonas 5S.

Para la limpieza profunda inicial es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Dividir la zona 5S en áreas pequeñas asignando pequeños grupos responsables de cada una.
- Organizar una limpieza profunda una vez comunicada la implementación de las 5S.
- Brindar herramientas y materiales requeridos y en cantidades necesarias.
- En general, los días de limpieza profunda deben incluir jardines, comedor, pasadizos, calles, baños, estacionamientos, entre otros.
- Todo el personal de la empresa debe participar.

### 5.2.3. Elaboración del plan de implementación 5S

El plan de implementación que ha de seguir la empresa en estudio toma en consideración los siguientes puntos:

- **Inauguración del programa:** Como se mencionó anteriormente, se realizará una capacitación teórica – práctica a través de un taller de aplicación de casos de 5S además del desarrollo del plan detallado a continuación:
  - **Definición de recursos:** Elaboración de los materiales necesarios para el programa de 5S.
  - **Desarrollo de la 1era S (Clasificación):** Con la ayuda de la estrategia de las tarjetas rojas se determinará aquellos elementos innecesarios que deben ser reubicados y/o eliminados.
  - **Desarrollo de la 2da S (Orden):** Se utilizará como estrategia la herramienta gestión visual mediante la señalización con pintura en la planta.
  - **Desarrollo de la 3era S (Limpieza):** En conjunto con el mantenimiento autónomo se realizará las fases de limpieza junto a la implementación de la estrategia de tarjetas amarillas.
  - **Desarrollo de la 4ta y 5ta S (Estandarización y Disciplina):** Se establecerán seguimientos de auditoría mediante una clasificación semáforo del cumplimiento de las medidas establecidas.

- **Difusión del programa:** El promotor asignado para el lanzamiento del programa será el Jefe de Producción quien tendrá como función principal explicar la importancia de la capacitación y los beneficios que esta traería a su área. La capacitación en mención se realizará durante 5 horas en la primera semana y contará con un día de supervisión a cargo de un consultor de herramientas Lean.
- **Planificación del programa:** Se espera que, llegado a este paso, los colaboradores tengan el conocimiento y compromiso necesarios para ser parte de la planificación del plan previamente elaborado. Esto se realizará de manera más detallada en una capacitación de 2 horas a cargo del consultor Lean estando presentes todos los colaboradores del área de producción: jefe de producción, ayudantes y operarios. Un punto importante a tener en cuenta es la disponibilidad de materiales previo a la ejecución de cada S.
- **Determinación de responsabilidades:** Es de suma importancia establecer una organización interna encargada de la supervisión y soporte del programa establecido de manera en un futuro pueda brindar apoyo en toda la empresa. El líder del proyecto será el jefe de producción debido a que mantiene una comunicación eficaz con su personal a cargo, posee capacidad para el trabajo en equipo y alto poder de decisión en el área. Asimismo, se hará la elección de los facilitadores y del equipo de trabajo el cual se detalla visualmente en la **Ilustración 23**.

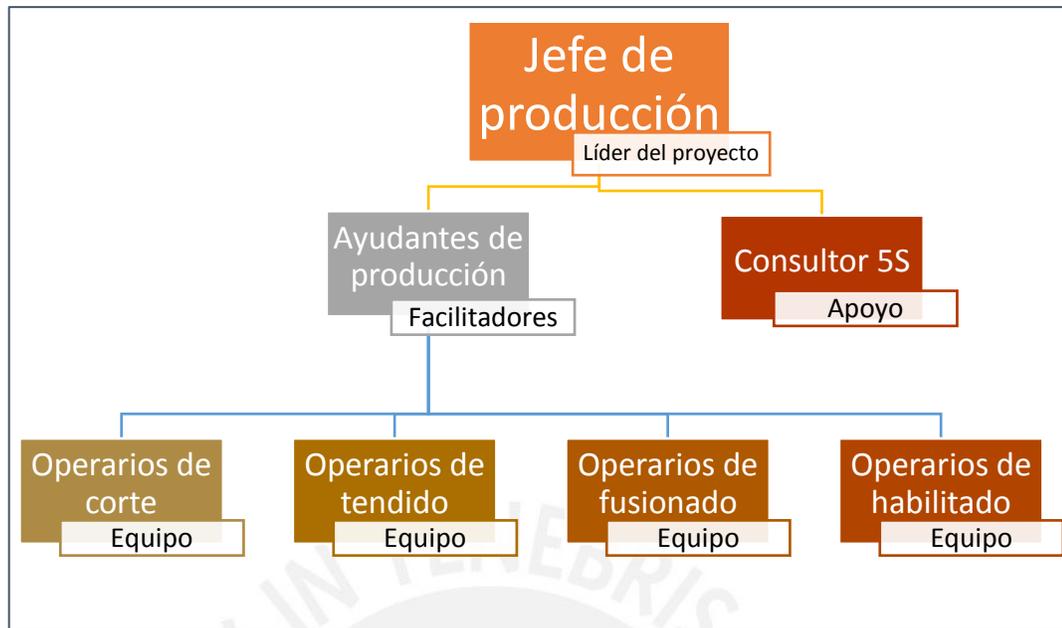


Ilustración 23. Organigrama del equipo 5S

#### 5.2.4. SEIRI (Clasificar)

La primera S hace referencia a “mantener solo lo necesario”, es decir, identificar aquello que ya no sirve: equipos que no funcionan de manera eficiente, productos obsoletos, sobrantes, entre otros; los cuales deben ser removidos o eliminados.

Francis (2018) explica en su material educativo que aquellos criterios utilizados para separar lo necesario de lo innecesario se caracterizan por su simplicidad:

- Un objeto se define como necesario cuando se usa, no depende de su frecuencia
- Si el objeto no se usa, es innecesario.

La responsabilidad de esta clasificación recae en las personas involucradas en las actividades del proceso ya que ellos poseen mayor conocimiento de la función de cada herramienta.

En la **Ilustración 24** se observa con mayor detalle el proceso de clasificación de los objetos presentes en una empresa teniendo como uno de los procesos finales el área de “tarjetas rojas”, definición mencionada anteriormente.

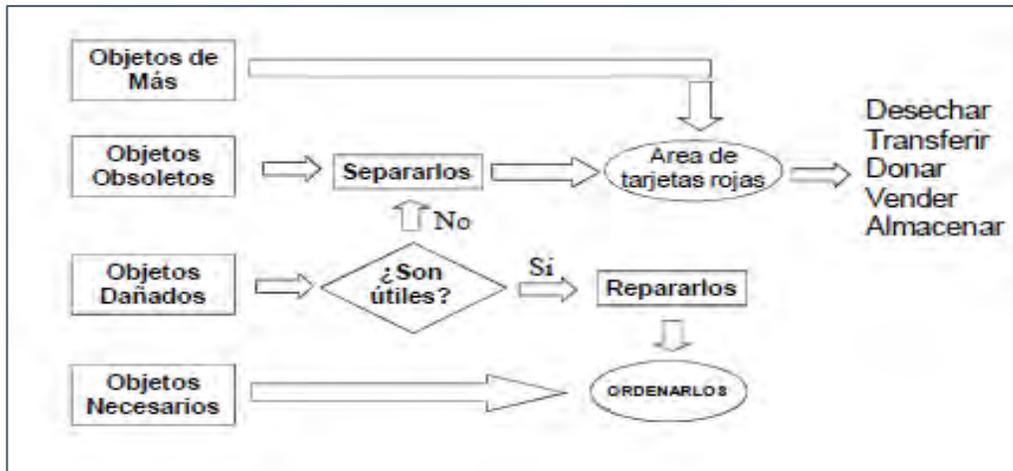


Ilustración 24 Proceso de clasificación  
Fuente: Francis (2019)

<b>Tarjeta Roja</b>			
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001	
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Refacción 6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas		
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA	
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$	
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido 6. Contaminante 7. Otro		
Consideraciones especiales de almacenaje			
<input type="checkbox"/> Ventilación especial <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> Explosivo		<input type="checkbox"/> En camas de _____ cajas <input type="checkbox"/> Máxima altura _____ <input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C	
ELABORADA POR	Departamento o sección		
FORMA DE DESECHO	1. Tirar    2. Vender    3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext		Desecho completo
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización		Firma autorizada(s)
Vender o tirar			FECHA DE DESPACHO
Nombre:	Fecha:	<b>FOLIO</b>	N° 0001
		Tarjeta <b>R</b> MINI-PLANTA	

Ilustración 25. Tarjeta Roja  
Fuente: TESIS USON (S/A)

Las tarjetas rojas serán de gran utilidad como material de apoyo para separar aquellos elementos que no pertenecen al área de trabajo tales como desechos de materiales, envases de comida, papeles innecesarios, entre otros. Su elaboración será responsabilidad de los ayudantes de producción en colaboración con un operario de corte, tendido, fusionado y habilitado. Para ver el modelo de tarjeta roja a utilizar, ver **Ilustración 25**.

A continuación, se va a realizar un análisis gráfico de la situación actual del área reportando aquellos elementos que deben ser identificados con una tarjeta roja.



*Ilustración 26. Identificación de inventario*  
Fuente: Empresa



*Ilustración 27. Identificación de inventario*  
Fuente: Empresa



Ilustración 30. Identificación de inventario  
Fuente: Empresa



Ilustración 29. Identificación de inventario  
Fuente: Empresa



Ilustración 31. Identificación de inventario  
Fuente: Empresa



Ilustración 28. Identificación de inventario  
Fuente: Empresa

Al identificar el inventario presente en el área de trabajo, se procederá al análisis de cada ítem identificando el estado y uso en una tabla que se detalla a continuación.

Tabla 9. Reporte de inventario

Ítem	Descripción	Uso	Estado	Observación
1	Bolsas con tela sobrante	Ninguno, se espera reutilizarse	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
2	Retazos de tela sin procesar	Ninguno, se espera reutilizarse	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
3	Rollos de tela	Materia prima para el proceso de tendido	Objeto necesario	Ordenarlo en estantes disponibles
4	Palos de escoba	Ninguno	Objeto dañado	Mover a área de tarjetas rojas
5	Conos de hilos	Materia prima para costura de muestras y/o acabados	Objeto necesario	Ordenar colores según frecuencia de uso
6	Maniquí de costura	Guía para armar una prenda, poca frecuencia de uso	Objeto necesario	Ordenar en un espacio que no dificulte el tránsito
7	Máquina de costura	Coser muestras y/o acabados, poca frecuencia de uso	Objeto necesario	Programar mantenimiento
8	Bidón de agua	Contenedor de agua	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
9	Bolsa de residuos	Contenedor de residuos	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
10	Rollo de bolsas	Variado, depende de la operación	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
11	Tricotex sobrante	Ninguno, se espera reutilizarse	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
12	Utensilios personales	Ninguno, exclusivo de uso personal	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
13	Botella de agua	Hidratación personal	Objeto de más	Mover a área de tarjetas rojas
14	Botella de alcohol	Desinfectante manual	Objeto necesario	Reemplazarse por un gel de uso general

Terminado el análisis de los 14 elementos más resaltantes del área de trabajo, se observa en la **Tabla 9** que 9 de ellos deben ser reubicados al área de tarjetas rojas donde se evaluará cada ítem para una decisión final. Como ejemplo se tomará dos de ellos para el detalle de la herramienta en mención. *Ver Ilustración 32 y 33.*

La ubicación del área de tarjetas rojas tendría una dimensión de 3 m<sup>2</sup> ubicado junto a la máquina de fusión en la sub área de habilitado. Una vez que se trasladan los objetos al área seleccionada, el equipo responsable (ayudantes de producción, operarios de corte, tendido, fusión y habilitado) debe realizar una evaluación inmediata para tomar una decisión de la disposición final de estos elementos, asimismo, realizar el seguimiento respectivo de su cumplimiento de manera que se puede apreciar el impacto generado en el área.

Tarjeta Roja		
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001
<b>2. Retazos de tela sin procesar</b>		
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Refacción	6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
6		
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA
14/04/2019	Zona de habilitado	
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$
Variada	metros	Incalculable
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido	6. Contaminante 7. Otro
3		
Consideraciones especiales de almacenaje		
<input type="checkbox"/> Ventilación especial	<input type="checkbox"/> En camas de	
<input type="checkbox"/> Frágil	<input type="checkbox"/> Máxima altura	cajas
<input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> Ambiente a	°C
ELABORADA POR	Departamento o sección	
Operario de habilitado	Producción	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext	Desecho completo
5		
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización	Firma autorizada(s) FECHA DE DESPACHO
16/04/2019		16/04/2019
	Vender o tirar	

Ilustración 32. Tarjeta roja ítem 2

Tarjeta Roja		
NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N° 0001
<b>4. Palos de escoba</b>		
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima 5. Refacción	6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
10		
FECHA	LOCALIZACIÓN	TIPO DE COORDENADA
14/04/2019	Zona de tendido	
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR \$
3	metros	Incalculable
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido	6. Contaminante 7. Otro
2		
Consideraciones especiales de almacenaje		
<input type="checkbox"/> Ventilación especial	<input type="checkbox"/> En camas de	
<input type="checkbox"/> Frágil	<input type="checkbox"/> Máxima altura	cajas
<input type="checkbox"/> Explosivo	<input type="checkbox"/> Ambiente a	°C
ELABORADA POR	Departamento o sección	
Operario de tendido	Producción	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext	Desecho completo
1		
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización	Firma autorizada(s) FECHA DE DESPACHO
16/04/2019		16/04/2019
	Vender o tirar	

Ilustración 33. Tarjeta roja ítem 4

### 5.2.5. SEITON (Orden)

El término “orden” hace referencia a la facilidad con que puede encontrarse un objeto al ser ubicado en un lugar exacto resultando sencillo retirarlo y volver a guardarlo. Se entiende como “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Francis (2018) explica en su material educativo el proceso ideal para llevar a cabo la ejecución de la segunda S en un ambiente de trabajo.

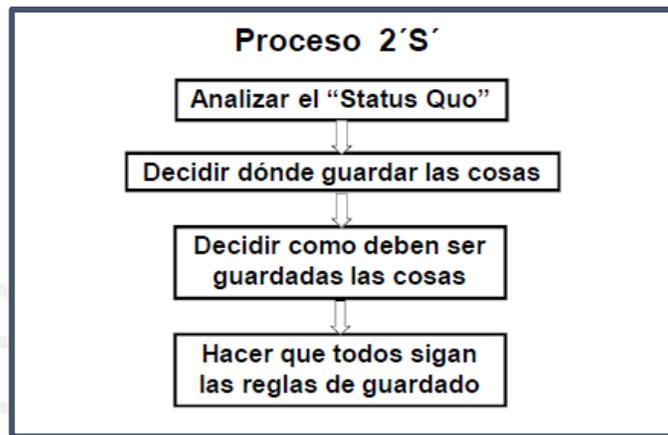


Ilustración 34. Proceso 2S  
Fuente: Francis (2018)

Para analizar la situación actual se debe recurrir al seguimiento del movimiento de materiales, personal, piezas, así como las distancias involucradas en las distintas actividades. Un método recomendado para el análisis previamente mencionado es elaborar un diagrama donde se va a visualizar el recorrido realizado por los operarios al momento de elaborar una prenda determinada, saco sastre. *Ver Ilustración 35.*

- 1-2** Los rollos de tela ingresan al área de producción y se almacenan en los estantes señalados.
- 2-3** Las telas seleccionadas ingresan a la zona de tendido donde los operarios extienden las telas a utilizar.
- 3-4** Se acomoda la máquina de corte acorde a la zona donde el operario va a realizar la operación.

- 4-5** Apilando las cantidades de tela requeridas se realiza el corte previo tizado del molde en papeles especiales.
- 5-6** Los retazos de tela sobrante se colocan en los estantes señalados.
- 5-7** Como parte siguiente del proceso, se une la tela junto con el tricotex en la máquina fusionadora.
- 7-8** En la zona de habilitado se apilan los moldes separándolos por tipo de prenda.
- 8-9** Se distribuyen los moldes a los talleres satélites.
- 8-10** Se elabora una muestra de la prenda.
- 10-11** La muestra se lleva a Gerencia general para su inspección y se toma como modelo para las prendas cosidas que llegarán de los talleres mencionados.

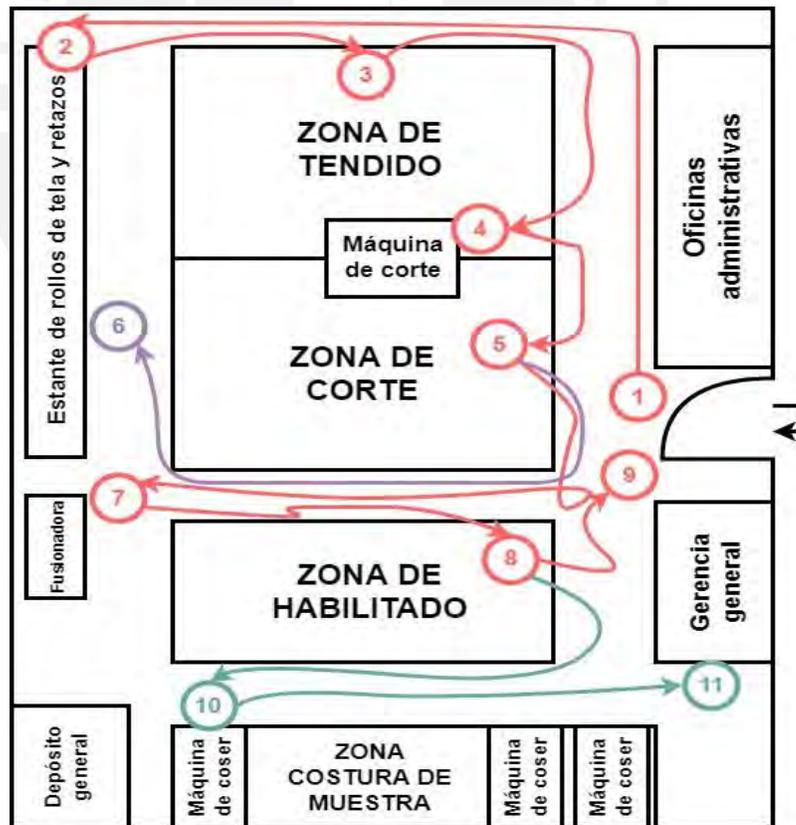


Ilustración 35. Diagrama flujo

El desorden es el principal causante de desperfectos, pérdidas de tiempo, accidentes laborales y con el paso del tiempo pérdidas de dinero; razón por la cual es fundamental un control visual de los elementos presentes en el proceso logrando establecer lugares determinados para su ubicación, así como identificar zonas de tránsito del personal.

#### **5.2.5.1. Gestión Visual**

La gestión visual se encuentra estrechamente relacionado con la estandarización debido que al representarse un estándar mediante un elemento gráfico a través de colores y/o una numeración se facilita su visualización y control estableciendo un lugar para cada elemento lo cual permite determinar las irregularidades de una operación que no se encuentra acorde a lo establecido.

Para la implementación de controles visuales se va a requerir el apoyo del jefe de producción, los ayudantes y el consultor quienes se encargarán de la delimitación de zonas y de las decisiones finales con respecto a los elementos visuales a implementarse. Sin embargo, previo a ello, se realizará una reunión con todos los operarios donde se establezca en conjunto un plan de acción que se encuentre acorde a los procedimientos realizados en el área mencionándose los siguientes puntos:

##### **a. Determinación de las zonas y elementos presentes en el área de producción:**

Al analizar el flujo del proceso mediante un diagrama de flujos *Ilustración 35* se debe elaborar una lista donde se logre identificar las zonas, máquinas y elementos presentes que necesitan ser identificadas a través de letreros con sus respectivos nombres junto a una numeración según el orden del proceso en caso de ser necesario.

La lista a elaborar debería incluir los siguientes elementos:

- Zona de tendido
- Zona de corte
- Zona de tránsito de la máquina de corte (cabe resaltar que la máquina no se encuentra fija)
- Estantes
- Máquina fusionadora

- Zona de habilitado
- Máquina de coser (x3)
- Zona de costura de muestra
- Zona de tarjetas rojas

**b. Determinación de los recursos:** Los letreros a utilizar serán elaborados por los operarios de corte, tendido, fusionado y habilitado utilizando un formato de letras y números a computadora las cuales serán impresas en tablas de plástico cortadas en dimensiones iguales para ser utilizadas como letreros. Adicionalmente, se requerirá de galones de pintura amarilla para las señalizaciones correspondientes. Todo ello será proporcionado por los facilitadores (ayudantes de producción).

**c. Elaboración de la señalización de tránsito:** Se delimitará las áreas de tránsito diferenciándolas con las zonas de trabajo previamente mencionadas; esta estrategia se implementará en los suelos y pasillos del área de producción.

Para una mayor comprensión de lo anteriormente mencionado se visualiza en la **Ilustración 36** el croquis del área de producción con la implementación de algunas de las mejoras discutidas en los puntos señalados de la reunión a realizarse.

Como se observa en el croquis, se ha desarrollado una señalización no solo a nivel área sino también por subáreas y zonas como en el caso de la zona de Habilitado en la cual se dividió la mesa de trabajo en moldes en proceso y terminados listos para su distribución evitando así que se generen confusiones debido a la gran cantidad que se maneja. Asimismo, se ha dividido el estante de tendido y corte en 3 zonas colocando etiquetas para cada caso.

Las zonas principales se encuentran doblemente etiquetadas: por nombre y por orden del proceso; a su vez, las máquinas poseen los mismos letreros con una ligera diferencia de las máquinas de costura con numeraciones “3.1 3.2 y 3.2” debido a que pueden utilizarse cualquiera de estas 3 máquinas dependiendo de su disponibilidad.

Asimismo, todas las zonas y máquinas pertenecientes al área se encuentran señalizadas con líneas amarillas con un diseño exclusivo para la máquina de corte debido a que, como se mencionó anteriormente, esta puede utilizarse en diversas zonas del área de corte.

Debido al uso eléctrico de las máquinas de costura, cortadora y fusionadora, se debe colocar una señalización de “Riesgo eléctrico”; a su vez, las zonas de corte, así como la máquina fusionadora requieren el menor tránsito posible en los pasillos por motivos de seguridad del personal.

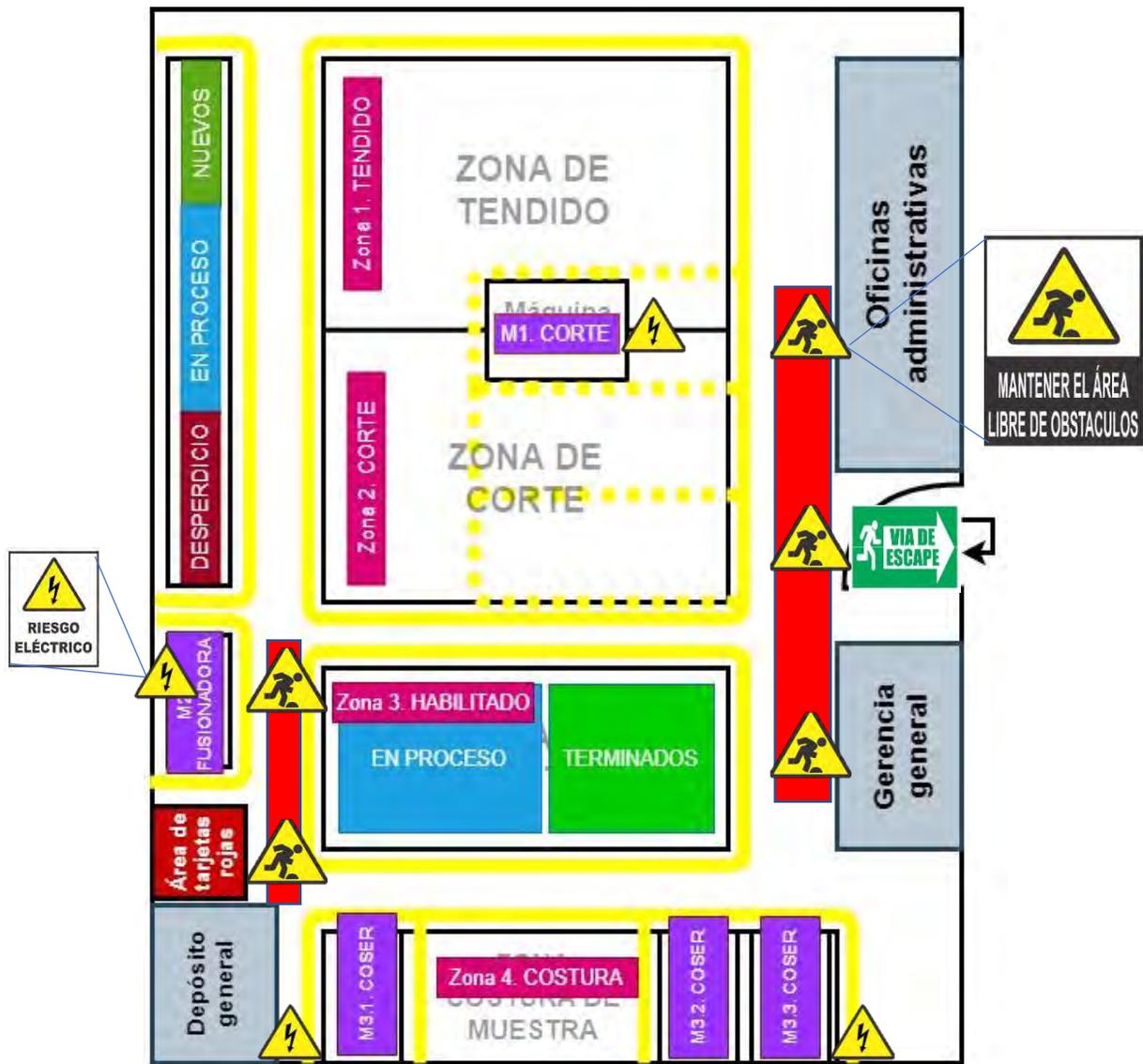


Ilustración 36. Señalización EMPRESA

- **Beneficios de la implementación de la herramienta Gestión Visual**

El Manual de fábrica visual (2012) menciona la investigación de la Dra. Gwendolyn Galsworth, la cual en su libro "Visual Workplace, Visual Thinking" comparte las siguientes cifras como beneficio de la implementación efectiva de la gestión visual.

Esta herramienta impacta principalmente en la productividad, costo, calidad, tiempo de entrega, reducción de inventario y confiabilidad generando mejores ganancias y una gran ventaja competitiva en el mercado.

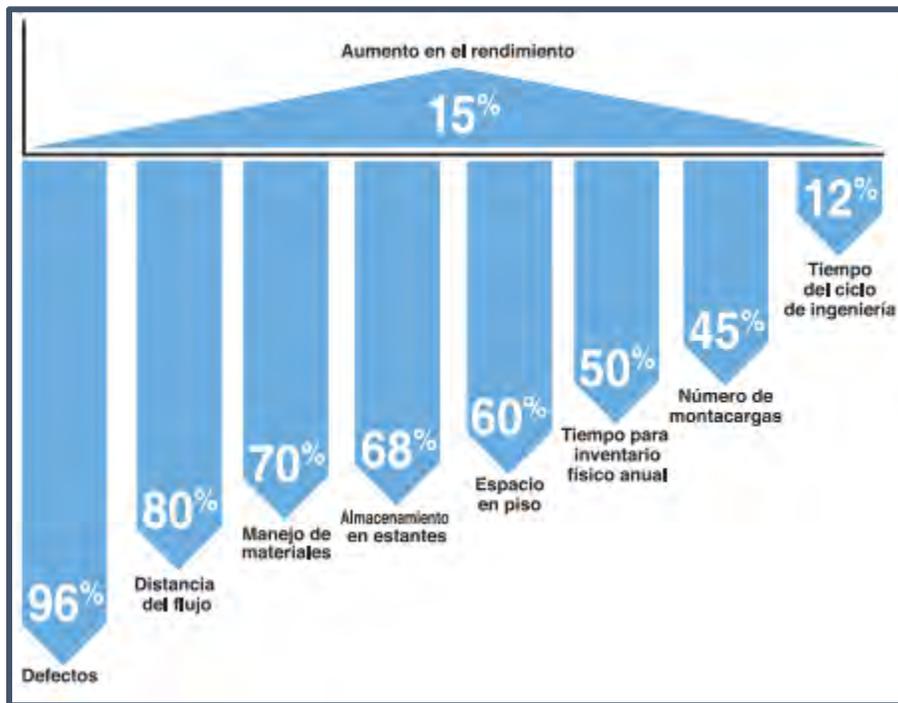


Ilustración 37. Beneficios de Gestión Visual  
Fuente: Manual de fábrica visual (2012)

### 5.2.6. SEISON (Limpieza)

“Limpieza” connota la creación de un área de trabajo impecable logrando así aumentar la eficiencia de la mano de obra. Es fundamental eliminar el polvo del lugar de trabajo, la suciedad y todo aquello que no debe permanecer en ese lugar logrando así mantener el ambiente en las mejores condiciones teniendo como punto clave un control constante.

Se debe emplear los cinco sentidos para llevar a cabo una óptima limpieza inicial detectando anomalías como fugas, solturas o problemas presentes en el proceso mediante la inspección de los equipos durante la fase inicial de limpieza dando como buenos resultados un correcto funcionamiento de la maquinaria y la producción de artículos de calidad. (Francis, 2018).

#### **5.2.6.1. Mantenimiento Autónomo**

Como parte de uno de los pilares básicos de mayor importancia en el TPM, el mantenimiento autónomo posee principal enfoque en la eliminación del deterioro forzado estableciendo condiciones básicas que ayuden a mantener el equipo con lubricación y ajuste adecuados. El mantenimiento autónomo se realizará en paralelo con la tercera S. Para que esta propuesta logre implementarse con éxito se debe contar con el compromiso del personal para lo cual se dividirá y asignará responsabilidades por zonas a cada integrante del equipo Lean previamente establecido. Un operario de cada equipo de habilitado, fusionado, corte y tendido será el encargado principal de la limpieza de s zona.

Es fundamental la creación de un manual de limpieza en el cual se va a enfatizar aquellos estándares buscados como la utilización de simples elementos: jabones, detergentes, líquidos especiales en cuanto a cantidades, frecuencia y tiempo promedio establecido para su uso. Asimismo, se debe incluir una inspección previo comienzo de un turno para registrar la situación del inicio del día, la supervisión de las actividades de limpieza durante la jornada laboral y una inspección final que permita determinar el avance del plan mediante un comparativo.

En términos específicos, el manual presente en el plan de mantenimiento autónomo tendrá las siguientes consideraciones:

- Se debe capacitar al personal involucrado de manera que participen en la elaboración de los estándares de limpieza adaptando su experiencia en el proceso productivo a los conocimientos del consultor logrando así un entrenamiento óptimo.

- Al inicio del manual se debe incluir los siguientes puntos:
  - Propósito de la jornada de limpieza.
  - Fotografías de las zonas de producción que van a participar en el programa.
  - Mapa de seguridad que indique los posibles riesgos a los que se encuentran expuestos los operarios al momento de realizar la limpieza.
  - Fotografía y nombre del personal asignado como supervisor de una determinada zona.
  - Elementos requeridos para la limpieza y seguridad del operario.
  - Diagrama del flujo de limpieza a seguir.
- Procedimientos estándares de limpieza para establecer tiempos que logren adaptarse a las operaciones cotidianas del operario. Asimismo, se debe colocar fotografías que sirvan como referencia del estado final de la zona involucrada junto a la persona asignada de su limpieza. Estas imágenes deberán ser ubicadas además en lugares visibles dentro de la planta.
- Ubicación del lugar de almacenamiento de los elementos de limpieza, así como su estándar de uso previamente mencionado: cantidad, tiempo, frecuencia y relación del material con la zona a utilizarse.
- Programación de supervisiones ocasionales en las zonas de trabajo acerca de las herramientas que utilizan los operarios, así como el equipo de seguridad propio de sus funciones: mascarillas, guantes, botas, entre otros.

Para realizar la limpieza inicial es necesario tener en consideración las siguientes actividades principales:

- **Eliminar suciedades:** polvo, aceites, exceso de grasa de los puntos de lubricación en maquinarias, suciedades de las grietas del suelo, paredes, mesas de trabajo, cajones, ventanas, entre otros. Asimismo, tener presente las cajas de control eléctrico en las cuales no es frecuente su limpieza por motivos de seguridad.

A pesar de la dificultad presente para los operarios, se debe recalcar el grado de importancia de este programa de manera que gracias a la limpieza se logra inspeccionar el equipo identificando posibles mejoras requeridas.

La información obtenida se debe registrar en tarjetas amarillas que permitan su posterior análisis y planificación de acciones correctivas de manera que todo el personal involucrado se encuentre informado de los posibles cambios y/o mejoras en base a los métodos de limpieza. Para ver el modelo de tarjeta amarilla a utilizar, ver **Ilustración 38**.

<b>Tarjeta Amarilla</b>		
AREA:		FOLIO N°0001
CATEGORIA:	1. Agua 2. Aire 3. Aceite 4. Polvo 5. Pasta o esmalte	6. Material-Producto 7. Mal funcionamiento de equipo 8. Condición de las instalaciones 9. Acciones del personal
FECHA:	LOCALIZACIÓN:	
DESCRIPCION DEL PROBLEMA:		
SOLUCIONES		
ACCIÓN CORRECTIVA IMPLEMENTADA:		
SOLUCIÓN DEFINITIVA PROPUESTA:		
ELABORADO POR:		
Nombre:	Fecha:	FOLIO N° 0001
		Tarjeta <b>Am</b> MINI-PLANTA

*Ilustración 38. Tarjeta Amarilla*  
 Fuente: TESIS USON (S/A)

- **Identificar las anomalías presentes.** En términos generales, se entiende como cualquier condición que pueda desencadenar otros problemas: fisuras, desorden, deficiencias, ligeras irregularidades, entre otros.

Para ayudar a los operarios una mejor comprensión del término “anomalía” se deberá facilitar ayudas de aprendizaje tales como el desarrollo de LUP’s (Lecciones de un punto) utilizadas para transferir conocimientos simples o breves y/o la señalización de anomalías in situ.

Un ejemplo de LUP vendría a ser el registro en una hoja donde se visualice gráficamente el significado de los colores presentes en la máquina fusionadora de manera que, si se visualiza un color rojo, la máquina presenta un problema de funcionamiento.

Cada vez que se encuentre un problema se debe utilizar dos tipos de etiquetas que permitan su clasificación: “Azul” si el operario siente que posee la capacidad para solucionar el problema, “Roja” si considera que no tiene las competencias o herramientas necesarias y “Amarilla” si se presenta una condición insegura para la salud. Para ver el modelo de las etiquetas, ver **Ilustración 39**.



Ilustración 39. Etiqueta azul, rojo y amarillo.  
Fuente: SCA (S/A)

- **Identificar Focos de suciedad (FS) y Lugares de difícil acceso (LDA).** Su realización tiene como objetivo la implementación del plan de limpieza que cubra totalmente el área de trabajo y al mismo tiempo se realice de manera segura para los operarios.

Es importante atender primero los FS eliminando la fuente de contaminación; caso contrario, se debe controlar el foco evitando su extensión protegiendo las partes críticas. En segundo lugar, se debe mejorar el método o las herramientas de limpieza e inspección atendiendo así los LDA; sin embargo, si el problema es grande se debe modificar la maquinaria para un acceso más rápido y fácil.

A continuación, se realizará una clasificación visual como diagnóstico de los FS y LDA de la maquinaria que posee la empresa en el área de producción.

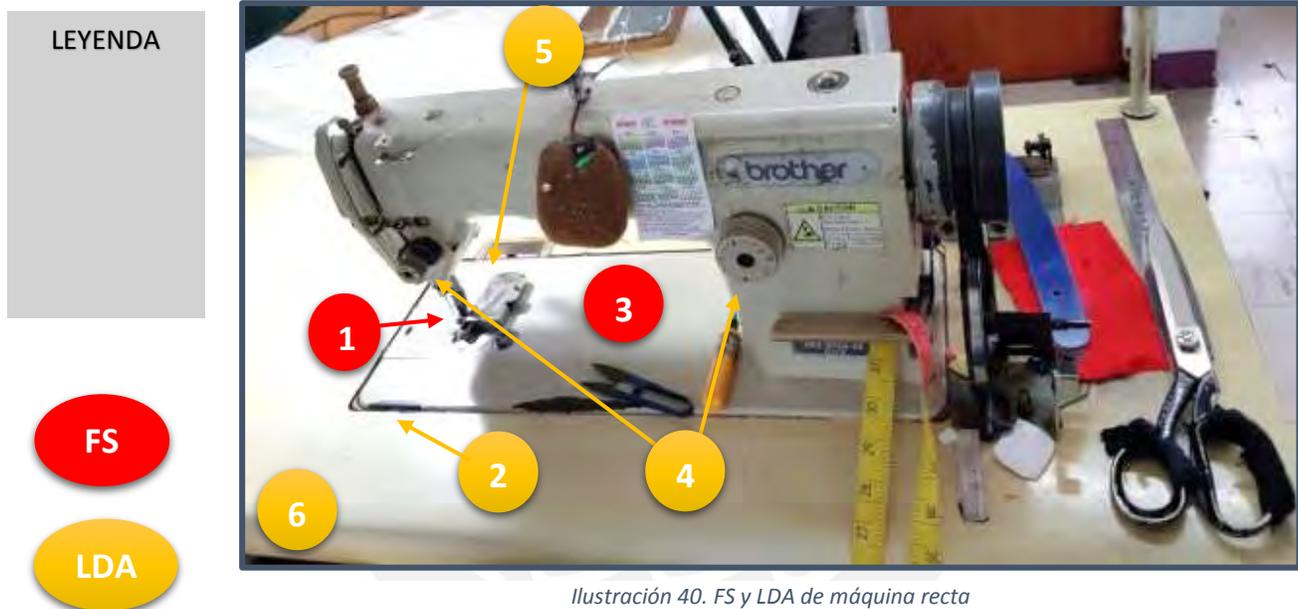


Ilustración 40. FS y LDA de máquina recta

1. Pelusas y restos de hilos acumulados en el portaagujas, porta bobinas y canillero.
2. Debido que la máquina se encuentra empotrada, los bordes de la base son un lugar de difícil acceso para la limpieza.
3. La base de la máquina recta, es una zona que se acumula de hilos y aceites conforme se utiliza, posee una limpieza muy escasa.
4. Los reguladores de tensión y de puntada requieren de limpieza y lubricación interna para evitar paradas de máquina; sin embargo, son difíciles de difícil acceso.
5. La portacanillera y el canillero son lugares de difícil acceso que requieren limpieza por hilos acumulados y lubricación constante.

6. Debajo de la mesa es una zona de escaza limpieza, así como el pedal que posee acumulación constante de polvo e hilos.

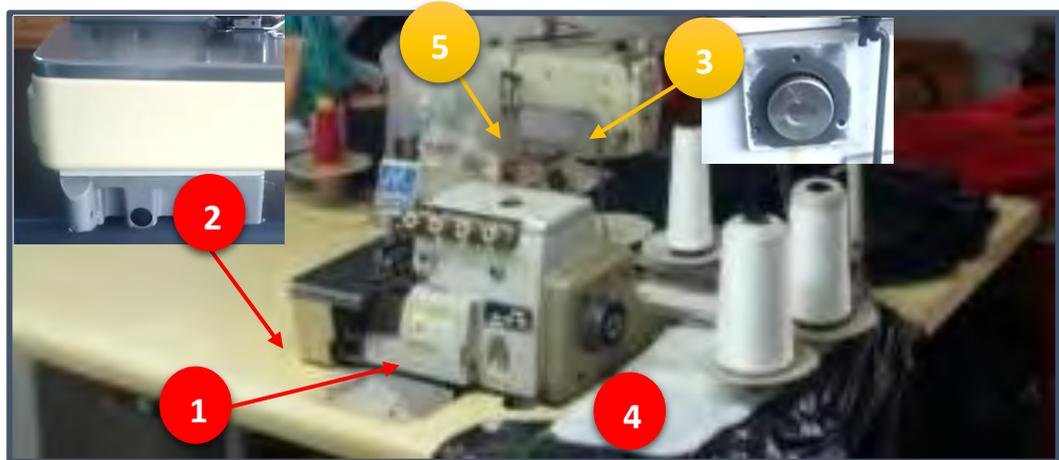


Ilustración 41. FS y LDA de máquina remalladora

1. Restos de hilos y telas en la base de la máquina acumulada constantemente por su utilización.
2. En el lateral de la máquina, se acumula gran cantidad de aceite que debe ser eliminada al abrirse el tornillo (punto negro).
3. El cambio de filtro se encuentra en un lugar de difícil acceso para inspección debido a que requiere destornillador para su reemplazo.
4. La base es una zona que acumula hilos y aceites conforme se utiliza, posee una limpieza muy escaza.
5. El tapón debe inspeccionarse y engrasarse constantemente, es de difícil acceso debido a que requiere el uso de fuerza para su retiro.

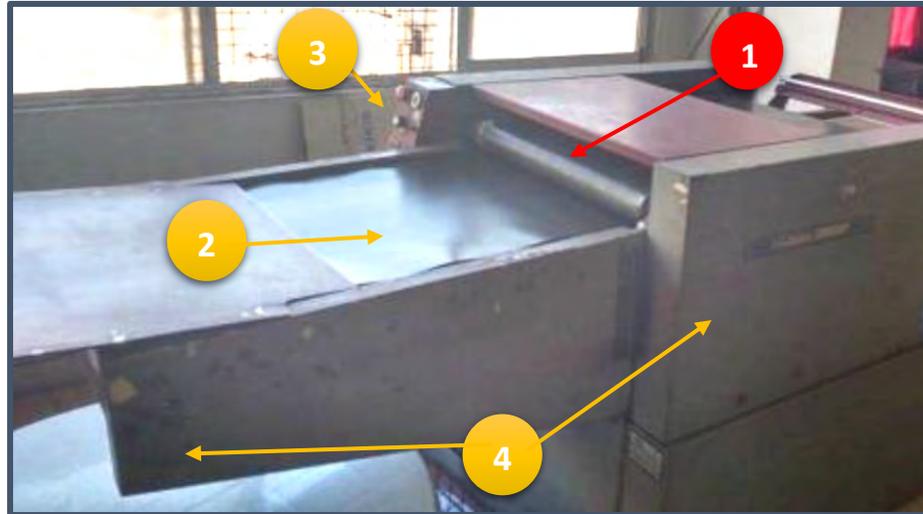


Ilustración 42. FS y LDA de máquina fusionadora

1. Los rodillos son una fuente de contaminación debido a los restos de tela, polvo y suciedad en su interior.
2. Las bandas elásticas superiores e inferiores no pueden accederse fácilmente de manera completa, sin embargo, requieren constante inspección y limpieza.
3. Cada botón de programación requiere inspección y limpieza.
4. Los laterales de la máquina requieren lubricación y limpieza de polvo y aceites sobrantes.

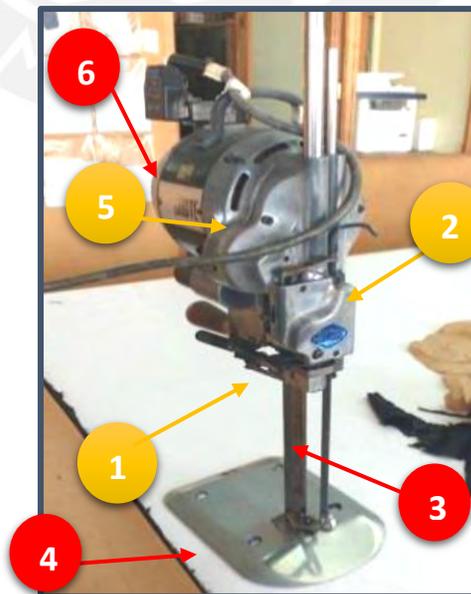


Ilustración 43. FS y LDA de máquina cortadora

1. La banda de lija que posee un difícil acceso debe ser inspeccionada para reemplazarse en el momento adecuado.
2. Se debe retirar la tapa superficial para engrasar e inspeccionar los drenajes.
3. La limpieza de la cuchilla es fundamental para evitar que se manche la tela, así como desperfectos en sus movimientos.
4. La base de la máquina se acumula constantemente de pelusas, retazos de hilo y telas. Se recomienda limpieza cada 2 días.
5. Es fundamental la inspección del nivel de aceite adecuado el cual se introduce en esa pequeña abertura circular.
6. Se debe retirar la tapa del cabezal delantero debido a que este posee restos de tela y pelusas en su interior.

El día asignado para la limpieza será propuesta por los operarios basándose en la carga laboral que poseen diariamente. Cada operario designado como encargado de su equipo deberá elaborar una matriz RACI asignando actividades de limpieza, lubricación, cambio de piezas, mantenimiento general y productivo a cada operario de su zona considerando, además, una frecuencia determinada.

Una vez asignadas las responsabilidades por zonas y teniendo como guía de mantenimiento el manual elaborado junto con los operarios y el consultor, se debe elaborar el formato del plan de mantenimiento preventivo de manera que se obtenga un registro y control de las operaciones realizadas a cada maquinaria perteneciente al área de producción. *Ver ilustración 44.*

- **Beneficios de la implementación de la herramienta TPM**

Rosas (2013) en su artículo “*Las 5’S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida*” manifiesta que según estudios estadísticos de empresas que han implementado TPM en sus procesos productivos, se obtiene los siguientes beneficios:

- ✓ Disminución del 40% referente a costos de Mantenimiento.

- ✓ Disminución del 70% en cuanto a la cantidad de accidentes laborales.
- ✓ Aumento del 10% de la confiabilidad del equipo.
- ✓ Aumento del 15% del tiempo medio entre fallas.

Asimismo, Gutiérrez y Velázquez (2014) lograron demostrar en su tesis “*Alternativas de mejora para mipymes del sector textil bajo los lineamientos del pilar ‘Mantenimiento autónomo’ de TPM*” mediante una simulación que la herramienta logró aumentar la eficiencia de los equipos hasta en un 60% reduciendo ajustes y averías; disminuyó el tiempo de espera en un 11% debido al aumento de hasta un 10% de los equipos disponibles aumentando así la productividad en insumos (hasta 71.76%) y en mano de obra (54%) optimizando así los costos de su empresa en estudio.

PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REGISTRO Y CONTROL										No.
NOMBRE:			CODIGO:			UBICACIÓN:				
MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACION	
	1°	2°	3°	4°	MEN.	TRIM.	SEM.	ANU.		
ENE										
FEB										
MAR										
ABR										
MAY										
JUN										
JUL										
AGO										
SEP										
OCT										
NOV										
DIC										

**Simbología:**

L = Lubricación.	I = Inspección.	IT=Inspección de Tortillería
M = Mecánico.	R = Reparación.	MGA=Mantenimiento General Anual
E = Eléctrico.	A = Aseo.	MPS=Mantenimiento Parcial Semestral
EE = Electrónico.	C = Cambio.	
H = Hidráulico. CP = Completar.		
N = Neumático.	IG=Inspección General	

**Observación:** Los mantenimientos se realizaran teniendo en cuenta las inspecciones generales y estado o condición de las partes o elementos, así como la vida útil recomendada.

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRES: _____	_____	_____
FECHA: _____	_____	_____

Ilustración 44. Formato de registro TPM  
Lina Martín (2012)

### 5.2.7. SEIKETSU (Estandarizar)

El término “estandarización” implica el mantenimiento y control de las propuestas de mejora desarrolladas en las primeras 3S logrando así mantener a personas y máquinas en buenas condiciones.

Para lograr la estandarización en el área de producción es necesario establecer estándares de orden y limpieza a través de una política de trabajo realizada por el Gerente de la empresa en colaboración con el personal de planta logrando mantener un ambiente de trabajo limpio, ordenado y seguro.

Las políticas de trabajo son descritas a continuación:

1. Es obligación del personal mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado desarrollando sus funciones de acuerdo a la metodología 5S integrada.
2. El jefe de producción como líder del proyecto 5S tiene como responsabilidad de que todo el personal conozca la metodología por lo que debe entrenar al personal nuevo mediante una charla de inducción.
3. El operario responsable de cada equipo es el principal encargado de mantener la metodología 5S.
4. Cada operario tiene como obligación dejar su área de trabajo limpio y ordenado antes de terminar su turno.
5. Es necesario que los trabajadores mantengan en su puesto de trabajo las herramientas y materiales necesarios conservando el orden y la limpieza.
6. Se debe mantener en perfecto estado la señalización de la planta: líneas amarillas de tránsito y carteles colocados en las paredes, estantes, mesas y maquinaria de trabajo.
7. Es responsabilidad de cada equipo descubrir las causas que ocasionan desorden y suciedad para lograr eliminar la raíz del problema.
8. Realizar las actividades de elaboración de prendas siguiendo la ficha técnica de procesos visualizada a continuación. *Ver ilustración 42.*

9. Asignar a un delegado por equipo para que sea responsable de completar la fecha técnica de corte requerida en los procesos de habilitado y corte.

*Ver ilustración 46.*

FICHA DE PROCESOS N°			Versión
			Vigencia
<b>Temporada</b>			
<b>Empresa</b>		<b>Línea</b>	
<b>Producto</b>		<b>Modelo</b>	
<b>Características generales:</b>			
ACTIVIDADES	GRÁFICOS	MÁQUINAS	COMENTARIOS ADICIONALES
<b>Estado</b> <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desaprobado		<b>Fecha</b>	
<b>Taller a enviar</b>			
<b>Modificaciones</b>		<b>Firma y fecha</b>	
<b>Área</b>			

*Ilustración 45. Ficha técnica de procesos*

10. Es responsabilidad de todos los integrantes del equipo leer el procedimiento de llenado de ambos formatos a fin de evitar desviaciones en el proceso. *Ver ilustración 47 y 48.*
11. Es fundamental crear equipos de trabajo y asignar responsables para el cumplimiento de tareas incrementando el compromiso entre los integrantes. Para su implementación se utilizarán los equipos previamente establecidos en la primera etapa donde se designará a un responsable por equipo que supervise el cumplimiento de las funciones basándose en la metodología establecida.

FICHA TÉCNICA DE CORTE N°								Versión
								Vigencia
Producto						Tallas		
Modelo						Tipo de tela		
Ploteo n°								
Características generales:								
<b>TALLA</b>								
N°	TIPO DE MOLDE	S	M	L	CANTIDAD	N° PIEZAS REQUERIDAS	CORTE	NUMERACIÓN
Estado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desaprobado							Fecha	
Taller a enviar								
Modificaciones								
							Firma y fecha	
Área								

Ilustración 46. Ficha técnica de corte

FICHA DE PROCESOS N°		Versión	
		Vigencia	
Temporada			
Empresa		Línea	
Producto		Modelo	
Características generales:			
ACTIVIDADES	GRÁFICOS	MÁQUINAS	COMENTARIOS ADICIONALES
<p>2</p> <p>Colocar el nombre del proceso. <i>Ejm: Corte</i></p>	<p>3</p> <p>Colocar un gráfico si se desea mostrar una característica detallada.</p>	<p>4</p> <p>Nombre de la máquina o señalar que es actividad manual. <i>Ejm: Cortadora</i></p>	<p>5</p> <p>En caso sea necesario una descripción particular.</p>
Estado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desaprobado		Fecha	
Taller a enviar			
Modificaciones		Firma y fecha	
Área			
<p>7</p> <p>Detallar las modificaciones necesarias señalando el área correspondiente.</p>			

1  
Completar datos generales de la prenda a elaborar

6  
Seleccionar un estado y completar datos de envío

Ilustración 47. Procedimiento de llenado de Ficha técnica de procesos

**Beneficios:** Según CDI, Lean (2012) la estandarización posee los siguientes beneficios para las empresas:

- ✓ Mejora la productividad en base a la recopilación del método de trabajo de los operarios de mayor experiencia compartiéndola con todos los trabajadores.
- ✓ Minimiza el riesgo de errores que perjudiquen la calidad del producto y la seguridad de los operarios.

- ✓ Agiliza el aprendizaje de personal nuevo mediante las inducciones demostrando efectividad.
- ✓ Instituye base de datos documentada de la operatividad de la empresa tomándola como referencia para futuras mejoras.
- ✓ Una metodología de optimización incrementa la motivación del personal y a su vez, la disciplina.
- ✓ Permite detectar con mayor facilidad problemas y desperdicios.
- ✓ Permite una mejor comprensión de la gestión aplicada en la planta.

FICHA TÉCNICA DE CORTE N°							Versión	
							Vigencia	
Producto					Tallas			
Modelo					Tipo de tela			
Ploteo n°								
Características generales:								
<b>TALLA</b>								
N°	TIPO DE MOLDE	S	M	L	CANTIDAD	N° PIEZAS REQUERIDAS	CORTE	NUMERACIÓN
Estado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Desaprobado					Fecha			
Taller a enviar								
Modificaciones					Firma y fecha			
Área								

2

Enumerar según tipo de ítem

1

Completar datos generales de la prenda a elaborar

6

En corte y numeración, colocar "check" cuando el ítem se termine de cortar y enumerar.

3

Nombrar el molde a elaborar  
*Ejm: Delantero*

4

Señalar la talla elaborada y cantidad de lote

5

Colocar la cantidad requerida por lote

7

Seleccionar un estado y completar datos de envío

8

Detallar las modificaciones necesarias señalando el área correspondiente.

Ilustración 48. Procedimiento de llenado Ficha técnica de corte

### 5.2.8. SHITSUKE (Disciplina)

Para convertir las 4S en una forma natural de actuar es fundamental el entrenamiento y compromiso del personal de manera que cada uno adhiera el orden y limpieza a sus funciones teniendo como hábito el mantener los procedimientos adecuados.

Si bien la disciplina no puede ser medida en términos cuantitativos y solo puede verse reflejada en la conducta de las personas se debe mantener el entusiasmo y la motivación creando condiciones que estimulen la práctica de la disciplina los cuales vendrían a ser talleres de refuerzo de los conceptos aprendidos y un repaso de las medidas previamente adoptadas. Adicionalmente, se requiere un seguimiento y control de las propuestas implementadas en la planta verificando un óptimo desarrollo desde los primeros pasos hasta los avances alcanzados previo a la fecha de evaluación. Para alcanzar una mejora continua se han de programar auditorías internas para determinar el grado de implementación de las 5S en el tiempo, además, poder encontrar puntos de mejora a desarrollar.

La primera auditoría se realizará en un periodo no mayor de 2 meses contando con la participación del gerente general, jefe de producción, asistentes y todos los operarios del área enfocándose en la evaluación del estado en que se encuentra la metodología.

Para una óptima evaluación en las auditorías además de un registro histórico de carácter informativo, se propone un formato de evaluación donde se realice el progreso del estado de implementación a modo semáforo. *Ver ilustración 49.*

Pautas para completar el *Formato de evaluación auditoría interna*:

- La columna de nombre “¿Cumple?” es un check list inicial que evalúa el cumplimiento de cada ítem; si, por categoría, se tiene la mitad más uno en “X”, automáticamente la categoría **NO SE CUMPLE**.
- El semáforo califica el porcentaje de avance de cada ítem que se cumple (✓) indicando el color correspondiente.
- El resultado se calcula con el ponderado de la suma de los porcentajes señalados por ítem.

CATEGORÍA	ELEMENTO	¿Cumple?	Grado de cumplimiento			RESULTADO
SEIRI	<b>Separar lo que es necesario de lo que no lo es y tirar lo que es inútil</b>		<= 25%	<= 50%	<= 100%	
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	¿Están todos los artículos restantes arreglados correctamente en condiciones sanitarias y seguras?					
	¿Los pasillos y áreas de trabajo están señalados, ordenados y limpios?					
	¿Los artículos innecesarios son guardados en almacén de tarjetas y bajo las normas de buenos hábitos de manufactura?					
	¿Existe un procedimiento para eliminar los artículos innecesarios?					
SEITON	<b>Poner lo que es necesario en un lugar inmediatamente accesible</b>		<= 25%	<= 50%	<= 100%	
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenos hábitos de manufactura?					
	¿Está todo en su lugar específico y bajo las normas de buenos hábitos de manufactura?					
	¿Son los estándares y los límites fáciles de reconocer?					
	¿Es fácil de reconocer el lugar para cada artículo?					
	¿Se vuelven a colocar en su lugar los artículos después de usarlos?					
SEISO	<b>Realizar la limpieza de los equipos y lugares de trabajo</b>		<= 25%	<= 50%	<= 100%	
	¿Están las áreas de trabajo limpias y usan limpiadores y detergentes aprobados?					
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	¿Se distinguen fácilmente los materiales de limpieza, detergente y limpiadores aprobados?					
	¿Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?					
	¿Las medidas de limpieza y los horarios son visibles fácilmente?					
	¿La limpieza no contamina con olores y/o sabores al producto?					
SEIKETSU	<b>Mantener altos estándares de Organización y Limpieza</b>		<= 25%	<= 50%	<= 100%	
	¿Está toda la información necesaria en forma visible?					
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	¿Están los basureros y contenedores de desperdicios vacíos y limpios?					
	¿Están los productos y/o los ingredientes en contacto directo con el piso?					
SHITSUKE	<b>Acostumbrarse a respetar las reglas del taller y a ser riguroso en su aplicación</b>		<= 25%	<= 50%	<= 100%	
	¿Los trabajadores observan los procedimientos estándar de limpieza y seguridad?					
	¿Se verifica regularmente que la organización, limpieza y el orden se observen?					
	¿Todo el personal se involucra que el almacén esté ordenado y limpio?					
	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?					
	¿Se respetan las áreas de comer y no fumar?					
	¿La basura y los desperdicios están bien localizados y ordenados?					
	¿Se conocen la política de la empresa y del equipo de trabajo?					
	¿Se utiliza uniforme de trabajo?					

Ilustración 49. Formato de evaluación auditoría interna  
Adaptación: Evaluación GENBA (1997)

- Si el resultado tiene un porcentaje del 70% o menos, **NO SE CUMPLE**, menor a 85% **CUMPLE**, pero debe realizarse un seguimiento. En ambos casos se requiere realizar un plan de control (*Ver ilustración 50*).

ACCIONES A REALIZAR	RESPONSABLE	RECURSOS NECESARIOS	PRESENTACIÓN DE AVANCES	%AVANCE		
				25	50	100

Ilustración 50. Formato plan de control

Al finalizar cada auditoría los equipos deben presentar un reporte al jefe de producción con formato unificado donde se indique aquellos puntos críticos observados en la auditoría junto con el Formato de plan de control el cual contiene las acciones a realizar, los recursos requeridos y las fechas de presentación. El % de avance será completado por el jefe de producción.

- Conclusiones de las propuestas elaboradas con la herramienta 5S
  - ✓ La implementación de las 5S mejora el flujo de producción debido a que minimiza el movimiento innecesario hacia herramientas y/o lugares de trabajo.
  - ✓ Mejora la visualización de situaciones atípicas en el proceso como fugas y contaminaciones por parte de los equipos.
  - ✓ El ambiente laboral presenta mayor eficiencia, seguridad y comodidad mejorando la calidad del producto, disminuyendo desperdicios y tiempos de elaboración evitando los errores en el proceso al informar sobre los estándares establecidos.

### **5.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID**

En base a lo señalado en el **capítulo 4.3**, uno de los principales problemas críticos mencionados son los retrasos en la producción por parte de los talleres satélites responsables de la operación costura. Si bien es cierto que los métodos artesanales que utilizan estos talleres generan retrasos en los tiempos de entrega, el tercerizar esta operación genera tiempo adicional en el proceso de habilitado debido al conteo que debe realizarse de los moldes que conforman la prenda de manera que la cantidad de moldes enviadas sea la correcta según la cantidad del lote que se espera recibir.

Transcurrido los 15 días que señala la empresa como tiempo de entrega de las prendas cosidas, estas deben ingresar al almacén para verificar que la cantidad recepcionada sea la correcta, así como evaluar la calidad de las prendas para continuar con el proceso de producción. El conteo realizado en el almacén genera un tiempo adicional de aproximadamente 30 minutos por lote, considerando que un lote recibido de los talleres satélites cuenta con 150 prendas en total. Asimismo, al encontrarse un defecto relevante en las prendas, no se cuenta con información precisa del taller satélite que fue responsable de su elaboración.

La implementación de una herramienta tecnológica a una pequeña empresa vendría a ser el primer paso para romper los esquemas tradicionales y apostar por la innovación al cambio; sin embargo, cabe resaltar que, por tratarse de una pyme, la tecnología RFID se utilizará considerando en su implementación las funciones básicas que ofrece y que serán de gran utilidad en el ahorro de tiempos. Se espera en un futuro que el crecimiento de la empresa permita la aplicación de manera completa de la tecnología en mención.

#### **5.3.1. Pasos para la implementación de la tecnología RFID**

Para la implementación de la tecnología RFID se requiere una secuencia de pasos básicos:

##### **1. Tener conocimiento del funcionamiento general de un sistema RFID.**

Los operarios del área de producción, con especial énfasis aquellos que pertenecen a la zona de habilitado, deben recibir una inducción a la tecnología RFID como parte de su formación

laboral en la empresa durante su jornada de trabajo. El consultor, mencionado en el capítulo anterior, junto al jefe de producción serán los encargados de explicar el funcionamiento del sistema en términos generales a los operarios de la planta, así como los responsables de definir las características de la herramienta a utilizar en base a las necesidades de la empresa en estudio.

## **2. Elección de las características de la herramienta RFID a utilizar.**

Debido a que se hará uso de las funciones básicas del RFID y se tiene como prioridad contabilizar y evaluar la cantidad de prendas que llegan al almacén, la herramienta RFID a utilizar será de las siguientes características.

- **Tags RFID adhesivas.** Sus dimensiones de menor tamaño facilitan ser adheridas con mayor facilidad a los moldes de la prenda a enviar. La parte frontal protege el chip y la antena que posee.
- **RFID pasivos.** Su activación se realiza al recibir la señal de radiofrecuencia del lector el cual se encontrará a una corta distancia de las prendas al momento de su ingreso.
- **Memoria de solo lectura.** La información contenida no requiere ser modificada ni el tag reutilizado; mediante la lectura de los tags se tendrá información de la cantidad ingresada.
- **Tecnología HF.** Permite la trazabilidad e identificación de cada ítem a cortas distancias operando de manera correcta en gran cantidad de prendas.

## **3. Implementación y funcionamiento del sistema RFID para el control de entradas y salidas de prendas.**

Los equipos involucrados directamente en la implementación de esta tecnología recibirán una capacitación para la manipulación del Tag RFID para su correcta adherencia al molde, así como el funcionamiento del software de lectura de datos. El equipo de habilitado trabajará directamente con el tag y el encargado del software será uno de los facilitadores del área.

- ✓ Para comenzar, es fundamental que cada prenda posea un tag RFID lo cual será posible gracias al equipo de habilitado quienes serán los responsables de colocar un tag en el molde de mayor tamaño que posee la prenda, para el caso del saco sastre, se colocará en

el molde posterior. Estas etiquetas integran de antemano la información a ser leída por el lector RFID.

Esta operación, a corto plazo, no generará retrasos en el proceso de habilitado debido a que el conteo es una de las funciones fundamentales del equipo añadiéndose a ello la colocación de los tags como una sola actividad. Asimismo, en la **Ilustración 46** se aprecia la ficha técnica de corte la cual, como parte de la estandarización del proceso, disminuirá errores de conteo y numeración.

- ✓ El lector RFID se encontrará instalado en la entrada del almacén de productos en proceso donde se realizará la primera verificación por radiofrecuencia de la cantidad de moldes habilitados que serán entregados a los talleres satélites disminuyendo así los posibles errores causados por los operarios al momento de realizar la contabilización. Cabe resaltar que la cantidad de moldes posteriores procesados por el lector debe ser igual a la proporción de moldes requeridos para recibir un lote completo de prendas cosidas.
- ✓ Culminado el proceso de costura y por ende iniciada la recepción de los paquetes de prendas, estas deben ser reingresadas de manera conjunta al almacén de productos en proceso donde se realizará una lectura masiva de las prendas junto con un registro automático de su entrada o salida gracias al software utilizado, por ende, no es necesario la lectura de cada etiqueta como en el caso de los códigos de barra.
- ✓ El software en mención se diseña para controlar mediante una interfaz simple información relacionada con la prenda mediante la lectura del tag accediendo a información contenida en la base de datos: Cantidad, talla, modelo, taller satélite enviado, entre otros según lo requerido por la empresa.

El sistema RFID permite un mayor control de las entradas y salidas de productos en proceso al contener un número de serie único e irreplicable reduciendo posibles errores ocasionados por los operarios al momento de realizar el conteo, asimismo, permite la trazabilidad de la prenda en cuanto a características y talleres satélites responsables del proceso teniendo un mejor control de la calidad de prendas recibidas.

### 5.3.2. Flujo de prendas en el área de habilitado y el almacén de productos en proceso.

Para una mayor visualización de la herramienta propuesta en la planta de producción, se elabora un diagrama de recorrido del flujo de las prendas en proceso teniendo como actores principales el área de habilitado, zona de acabados y los talleres satélites. **Ilustración 51.**

### 5.3.3. Beneficios de la tecnología RFID.

- ✓ La tecnología RFID posee un tiempo de respuesta menor a 100ms permitiendo la captura de información de prendas en movimiento. Asimismo, el costo de los tags RFID presentó una considerable disminución en los últimos años convirtiéndose así viable para proyectos de empresas en desarrollo como el caso de las pymes. (TECNOLOGÍA INFORMÁTICA, 2019).
- ✓ Permite la disminución de errores generados por la actividad manual como el inadecuado control de la mercadería, el tiempo excesivo invertido en el conteo del inventario y el desorden en la preparación de los pedidos. Al automatizar los procesos, el personal tendría un mejor control y supervisión de los productos evitando pérdidas y robos. (Rodríguez & Cordero, 2002)
- ✓ Organizaciones nacionales como internacionales se han visto beneficiadas con el uso de esta tecnología, un claro ejemplo de ello es “Crystal Vestimundo” la cual realizó un piloto en Medellín colocando tags en su centro de distribución para el proceso del envío de mercadería a dos de sus almacenes. Como resultado obtuvo una considerable disminución en sus tiempos: Inicialmente el tiempo de conteo de una caja de 150 prendas involucraba un tiempo de 24 minutos logrando reducirse a 4 minutos; asimismo, realizar el inventario de 20000 unidades requería 8 horas, 15 operarios y una disponibilidad nocturna por parte de los empleados aumentando así el costo de la hora hombre como el tiempo de operación por la fatiga generada, con la tecnología RFID se obtuvo una mejora en cuanto a tiempo, costos y personal involucrado. (Mark, 2013).

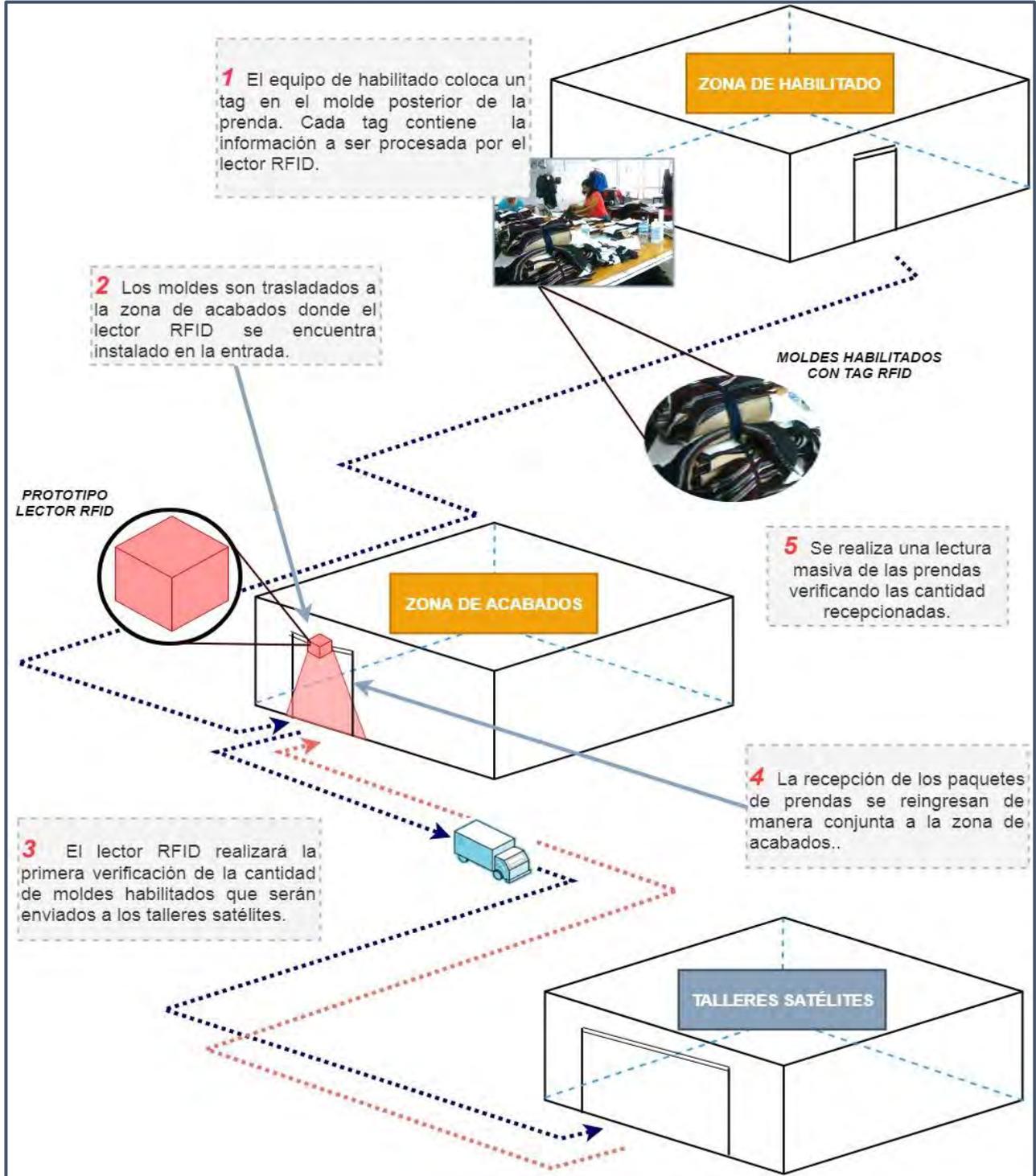


Ilustración 51. Flujo de prendas con la tecnología RFID

## 6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico de la implementación de las propuestas previamente mencionadas será evaluado en este capítulo de manera independiente analizando los gastos incurridos y el ahorro significativo generado por cada una evaluando principalmente la cantidad horas-hombre y kg de material ahorrado gracias a la implementación. Finalmente, se realizará una evaluación económica en conjunto determinando así la factibilidad de las herramientas propuestas en la empresa.

### 6.1. Costos del personal

Es fundamental realizar el cálculo del costo de las horas hombre de los operarios que se encuentran directamente involucrados con la implementación como del personal que se encargará de supervisar y apoyar las actividades requeridas. El salario de los operarios se encuentra en base al mínimo vital actual para una jornada laboral de 8 horas diarias. Asimismo, según el TUO del Decreto Leg.854-D.S 007-02-TR-04-07-02 las dos primeras horas extras son pagadas con un 25% adicional cada una mientras que las restantes reciben un pago del 35%.

Para el cálculo del costo Hr-H (S./) se considera un turno de 8 horas productivas diarias con aproximadamente 20 días laborales al mes.

Tabla 10. Costos del personal

	Operarios	Ayudante	Jefe
Sueldo (S./)	930	1000	1500
Días	20	20	20
Horas/Día	8	8	8
Costo Hr-H (S./)	5.8	6.3	9.4
Costo Hr. Extras (2 primeras) (S./)	7.3	7.8	11.7
Costo Hr. Extras (S./)	7.8	8.4	12.7

Fuente: Empresa  
Elaboración propia

## **6.2. Costos de implementación**

Continuando con el análisis económico de las propuestas desarrolladas, los costos asociados a cada herramienta en particular serán clasificadas en gasto o inversión según corresponda de manera que se pueda determinar de manera detallada en las inversiones la depreciación de los activos obteniendo así un escudo fiscal.

### **6.2.1. Costos de implementación 5S**

Tomando en cuenta la inversión en horas hombre que se requiere para realizar las diversas actividades de implementación, se contabilizará el costo del personal que se encuentra participando según el requerimiento del programa: La capacitación introductoria considera a todo el personal del área, sin embargo, a partir de la reunión de planificación e implementación se ha considerado el costo de horas hombre del Equipo 5S previamente mencionado debido a que ellos serán los responsables del desarrollo del programa. Asimismo, se considera como inversión aquellos materiales requeridos para realizar las propuestas mencionadas.

- **Costos de consultoría**

En base a la información obtenida por un consultor de Manufactura Esbelta en cuanto a cantidad de consultores requeridos, frecuencia de supervisión y cotizaciones por tipo de consultor (senior y operativo) se obtuvieron los siguientes resultados (**Tabla 11**)

Finalmente, los costos totales referentes la propuesta 5s junto a la gestión visual y el mantenimiento autónomo equivale a S/. 12,846.85 nuevos soles. El detalle de las actividades y materiales considerados para la implementación se visualiza en la **Anexo H**.

### **6.2.2. Costos de implementación sistema tecnológico RFID**

La inversión en horas hombre se contabilizará del costo del personal que se encuentra involucrado en el proceso a automatizar: los operarios de habilitado, los ayudantes y el jefe de producción. Asimismo, se considera el alto costo de inversión referente a los activos que

requiere la tecnología RFID. Los costos totales referentes la propuesta de RFID equivale a S/. 6,056.6 nuevos soles. El detalle de las actividades y equipos considerados para la implementación se visualiza en la **Anexo I**.

Tabla 11. Costos de consultoría

**Periodo de consultoría = 6 meses**

Consultor senior	Costo por hora (\$)	Duración (h)	Total (\$)
Curso de capacitación	100	4	400
Implementación	100	12	1200
Costos unitarios de supervisión	45	1	

Consultor operativo	Costo por hora (\$)	Duración (h)	Total (\$)
Costos unitarios de supervisión	20	1	

(M1-M3)	Frecuencia	Total Mensual	Total proyecto	Total en horas	Total en (\$/)
Cantidad de Visitas Consultor senior	Mensual (Ultima semana del mes)	1	3	9	1,340.55
Cantidad de Visitas Consultor Operativo	Bi-semanal	6	18	54	3,574.80
					<b>4,915.35</b>

(M4-M6)	Frecuencia	Total Mensual	Total proyecto	Total en horas	Total en (\$/)
Cantidad de Visitas Consultor senior	Mensual	1	1	3	446.85
Cantidad de Visitas Consultor Operativo	Mensual	1	2	6	397.20
					<b>844.05</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>5,759.40</b>			

### 6.3. Ahorro generado por la implementación de las 5S's

Los principales ahorros que se obtienen gracias a la implementación de las 5S se basan principalmente en el ahorro generado por horas extras debido a la demanda por campañas y al ahorro del costo generado por mermas en la producción.

#### 6.3.1. Ahorro generado por horas extras debido a la demanda por campañas

Durante el año, la empresa en estudio presenta 3 periodos de mayor demanda en los meses de mayo, julio y diciembre; razón por la cual debe prepararse meses antes para cubrir con la demanda requerida. Considerando una capacidad mensual de la planta de 360 sacos y

un total de 80 horas hombre disponibles, el área de producción necesita de las horas extras para cumplir con una demanda anual de aproximadamente 4300 prendas; si bien es cierto, la planta tiene una capacidad anual de 4320 prendas, la producción se encuentra distribuida de manera no uniforme por mes debido a los requerimientos mensuales de los clientes. El ahorro monetario debido a disminución de las horas extras es de S/. 5384.5 visualizándose a detalle en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Ahorro generado por horas extras debido a la demanda por campañas

Meses	Costo Total Hr. Extras x Operario	Costo Total Hr. Extras x Ayudante	Costo Total Hr. Extras x Jefe de producción	
Enero	0.0	0.0	0.0	
Febrero	65.4	70.3	105.5	
Marzo	65.4	70.3	105.5	
Abril	65.4	70.3	105.5	
Mayo	0.0	0.0	0.0	
Junio	65.4	70.3	105.5	
Julio	0.0	0.0	0.0	
Agosto	65.4	70.3	105.5	
Septiembre	65.4	70.3	105.5	
Octubre	65.4	70.3	105.5	
Noviembre	0.0	0.0	0.0	
Diciembre	0.0	0.0	0.0	
<b>Costo total por persona</b>	<b>457.7</b>	<b>492.2</b>	<b>738.3</b>	
<b>Total</b>	<b>3661.9</b>	<b>984.4</b>	<b>738.3</b>	<b>5384.5</b>

### 6.3.2. Ahorro generado por costos en mermas

Como dato de producción, la planta posee una merma anual del 0.5% de un total de 4300 prendas producidas utilizando 2.7 kg por saco a un costo unitario de 5.035 soles por kg. Según estudios, gracias a la implementación de herramientas de gestión visual y mantenimiento autónomo se recupera el 96% de la merma generando un ahorro monetario de S/. 280.6 visualizándose a detalle en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Ahorro generado por costos en mermas

**Dato: Según estudios se recupera el 96% de merma con herramientas Gestión visual y mantenimiento autónomo**

Cantidad de prendas perdidas por merma	Total merma (kg)	Costo total (S/.)	Ahorro por merma (S/.)
21.5	58.05	292.3	280.6

Finalmente, sumando ambas premisas, gracias a la implementación de las 5S se logra un ahorro total de S/: 5665.1

## 6.4. Ahorro generado por la implementación de la tecnología RFID

Los principales ahorros que se obtienen gracias a la implementación de la tecnología RFID se basan principalmente en el ahorro generado por la disminución del tiempo de conteo en la recepción de prendas de los talleres satélites, por la disminución del tiempo de digitalización, las horas extras de procesamiento de moldes faltantes, entre otros.

### 6.4.1. Ahorro generado por la disminución del tiempo de conteo

Analizando la situación actual donde el operario demora aproximadamente 30 min para realizar un conteo de 150 prendas invirtiendo una hora al mes en esa actividad, la tecnología RFID logra reducir ese tiempo a 8 minutos mensuales ahorrando así horas hombre que pueden ser destinadas a otras actividades reduciendo además las horas extras. En términos monetarios se tiene un ahorro de S/. 123.3 visualizándose su detalle en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Ahorro generado por la disminución del tiempo de conteo

Meses	Producción	Pago actual conteo	Pago propuesto conteo	Ahorro mensual
Enero	300	9.4	0.8	8.6
Febrero	400	12.5	1.0	11.5
Marzo	400	12.5	1.0	11.5
Abril	400	12.5	1.0	11.5
Mayo	300	9.4	0.8	8.6
Junio	400	12.5	1.0	11.5
Julio	300	9.4	0.8	8.6
Agosto	400	12.5	1.0	11.5
Septiembre	400	12.5	1.0	11.5
Octubre	400	12.5	1.0	11.5
Noviembre	300	9.4	0.8	8.6
Diciembre	300	9.4	0.8	8.6
<b>TOTAL</b>		<b>134.4</b>	<b>11.1</b>	<b>123.3</b>

### 6.4.2. Ahorro generado por la disminución del tiempo de digitalización

El registro manual de las prendas recepcionadas forman parte de la automatización ahorrando en ello un costo anual de S/. 450, ver detalle en **Tabla 15**.

Tabla 15. Ahorro generado por la disminución del tiempo de digitalización

	Cantidad de operarios	Tiempo de procesamiento manual (h)	Frecuencia mensual	Tiempo de procesamiento mensual (h)	Costo mensual por operario (S/.)	Costo anual (S/.)
Situación actual	1	2	2	4	37.5	450

### 6.4.3. Ahorro generado por las horas extras de procesamiento de moldes faltantes

Debido a que no se lleva un control de la cantidad exacta de los moldes que se habilitan para ser llevados a los talleres satélites, la posibilidad de mandar moldes adicionales genera pérdidas de material mínimas, sin embargo, la falta de moldes genera el procesamiento de ellos ocasionando mayor cantidad de tiempo extra. Gracias a la automatización del conteo se tiene información de la cantidad enviada, generando ahorros de S/. 348.75. Ver **Tabla 16**.

Tabla 16. Ahorro generado por las horas extras de procesamiento de moldes faltantes

	Cantidad de moldes (promedio)	Tiempo de procesamiento total promedio (h)	Frecuencia mensual	Tiempo de procesamiento mensual (h)	Costo mensual por operario (S/.)	Costo anual (S/.)
Situación actual	5	4	1	4	29.1	348.75

Realizando un resumen generado por los ahorros previamente mencionados y otros adicionales que se logran gracias a la automatización del proceso se obtiene finalmente un ahorro total de 3,735.3 soles, detallando cada costo considerado en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Resumen Costos anuales generados en la situación actual

	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Traslados de moldes faltantes	11.0	132.0
Conteo de prendas recepcionadas		123.3
Procesamiento manual	37.5	450.0
Hr. Extras procesamiento de molde	29.1	348.8
Hr. Extras por carga laboral de jefe de calidad	23.4	281.3
Costo por producto faltante (promedio)	200.0	2,400.0
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>301.0</b>	<b>3,735.3</b>

### 6.5. Flujo de caja del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, se realizará una evaluación económica por propuesta para finalmente evaluar su viabilidad en conjunto. En primer lugar, se deben definir las premisas previamente consideradas para realizar una evaluación óptima del proyecto. Para el cálculo del costo promedio ponderado de capital (WACC) se ha considerado un ratio **Deuda/Patrimonio de 0.53** permitiendo así obtener un eficiente uso del capital propio evitando excederse en la deuda que pueda obtener la empresa. En la **Tabla 18** se aprecia a detalle los factores para dicho cálculo.

Tabla 18. Factores considerados para determinar el WACC

Beta desapalancado	0.93
Ratio D/E	0.53
Tasa Impositiva	10%
Beta Apalancado	1.37361
<b>Tasa libre de riesgo</b>	
Tasa libre de riesgo	1.80%
Spread Riesgo País	0.93%
Tasa de mercado esperada	8.10%
Ke	11.38%
<b>TEA préstamo (BCP)</b>	
TEA préstamo (BCP)	12.91%
Ke	11.38%
WACC	11.508%

Como se puede apreciar en la **Tabla 18**, se considera una tasa impositiva para las PYMES de 10% y una TEA de 12.91% basado en un préstamo para PYMES del BCP. Teniendo definido el WACC se procede a evaluar los flujos de cada propuesta mostrándose a detalle en los subcapítulos desarrollados a continuación.

### 6.5.1. Flujo de caja del proyecto de las 5S

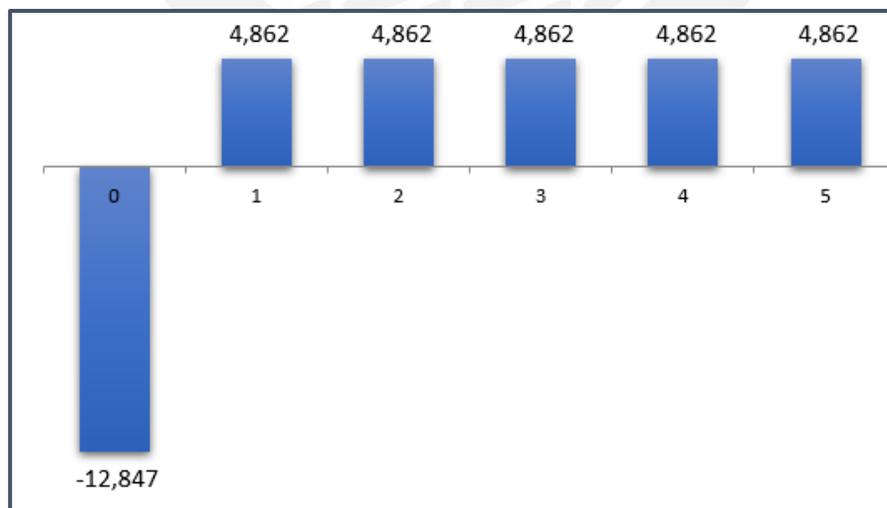


Ilustración 52. Flujo de caja del proyecto de las 5S

Considerando la implementación de las 5S como proyecto independiente evaluado a un periodo de 5 años se tiene como resultado el siguiente flujo de caja. **Ilustración 52.**

Este flujo muestra la inversión realizada en el 2019 como año 0 en el cual durante 5 años se obtienen los ahorros considerados para esta evaluación. Los indicadores financieros obtenidos se detallan en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Indicadores financieros

TIR	25.86%
VAN	4,895
Periodo de Recuperación	3 Años y 4 Meses

Finalmente, se logran obtener las siguientes conclusiones en base a los indicadores previamente mencionados: El Valor actual neto (VAN) con un valor positivo de S/.4 895 y una tasa interna de retorno de 25.86% mayor que el WACC calculado anteriormente dan como resultado final la viabilidad de este proyecto para la empresa recuperándose la inversión realizada en 3 años y 4 meses.

### 6.5.2. Flujo de caja del proyecto de la tecnología RFID

Considerando la implementación de la tecnología RFID como proyecto independiente evaluado a un periodo de 5 años se tiene como resultado el siguiente flujo de caja. **Ilustración 53.**

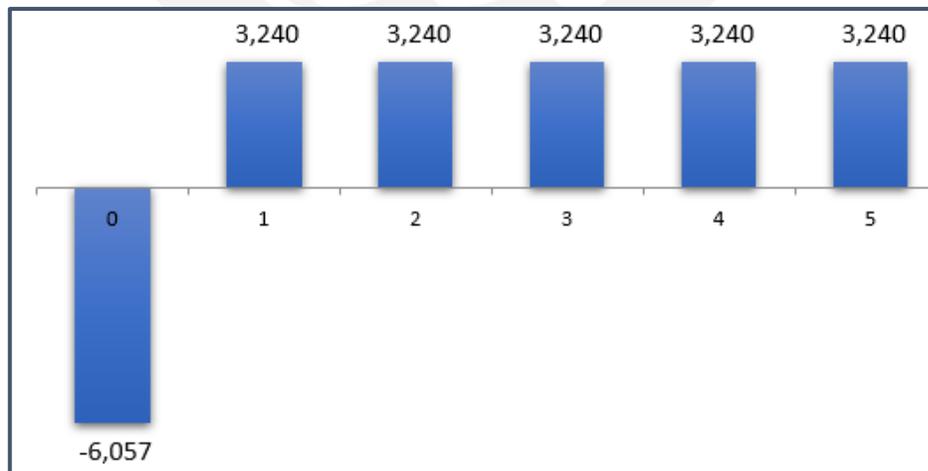


Ilustración 53. Flujo de caja del proyecto de la tecnología RFID

Este flujo muestra la inversión realizada en el 2019 como año 0 en el cual durante 5 años se obtienen los ahorros considerados para esta evaluación. Los indicadores financieros obtenidos se detallan en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Indicadores financieros

<b>TIR</b>	45.21%
<b>VAN</b>	5,865
<b>Periodo de Recuperación</b>	2 Años y 3 Meses

Finalmente, se logran obtener las siguientes conclusiones en base a los indicadores previamente mencionados: El Valor actual neto (VAN) con un valor positivo de S/. 5 865 y una tasa interna de retorno de 45.21% mayor que el WACC calculado anteriormente dan como resultado final la viabilidad de este proyecto para la empresa recuperándose la inversión realizada en 2 años y 3 meses.

**6.5.3. Flujo de caja del proyecto de RFID + 5S**

Como se mencionó anteriormente, se realizará la evaluación conjunta de ambas propuestas considerándose en un mismo proyecto. El periodo de evaluación sigue siendo de 5 años teniendo como resultado el siguiente flujo de caja. **Ilustración 54**.

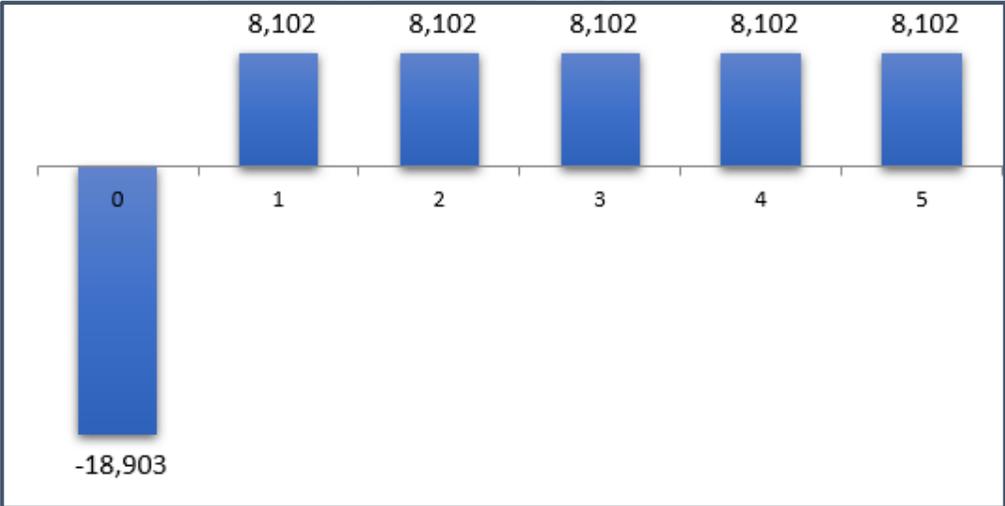


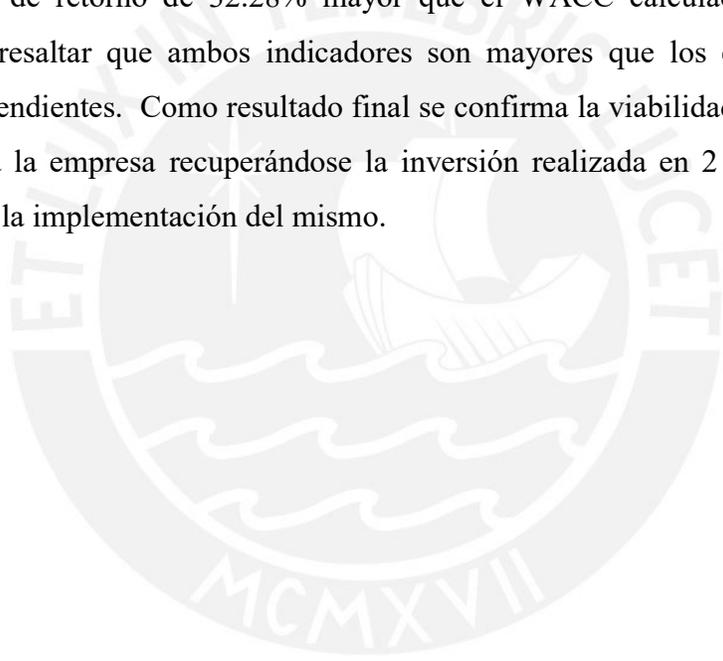
Ilustración 54. Flujo de caja del proyecto de RFID + 5S

Este flujo muestra la inversión realizada en el 2019 como año 0 en el cual durante 5 años se obtienen los ahorros considerados como la suma de las propuestas 5S y RFID. Los indicadores financieros obtenidos se detallan en la **Tabla 21**.

*Tabla 21. Indicadores financieros*

<b>TIR</b>	<b>32.28%</b>
<b>VAN</b>	<b>10,760</b>
<b>Periodo de Recuperación</b>	<b>2 Años y 11 Meses</b>

Finalmente, se logran obtener las siguientes conclusiones en base a los indicadores previamente mencionados: El Valor actual neto (VAN) da un valor positivo de S/. 10 760 y una tasa interna de retorno de 32.28% mayor que el WACC calculado anteriormente, asimismo, cabe resaltar que ambos indicadores son mayores que los calculados en las propuestas independientes. Como resultado final se confirma la viabilidad de este proyecto en conjunto para la empresa recuperándose la inversión realizada en 2 años y 11 meses recomendándose la implementación del mismo.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

- Basando el análisis en el impacto financiero generado y los beneficios económicos esperados en la implementación de las 5S, así como en la tecnología RFID se concluye que el proyecto es factible en el área de producción para la línea de sacos sastres con un VAN de S/. 10 760 > 0 y una TIR de 32.28% mayor que el WACC.
- La implementación de las 5S es el primer paso para la mejora continua considerándola la base para desarrollar herramientas de Manufactura Esbelta con las que se puede trabajar en conjunto como en el desarrollo del presente trabajo donde la gestión visual y el mantenimiento autónomo fueron parte de la secuencia de las 5S.
- Para la empresa en estudio, la herramienta gestión visual impacta positivamente en el aumento de la productividad, calidad y confiabilidad de las prendas elaboradas disminuyendo a su vez los costos de producción gracias a la reducción de defectos y del desorden generado en el almacenamiento de estantes, además, permite un tránsito de mayor espacio y seguridad generando gran ventaja competitiva de la empresa en el mercado.
- El mantenimiento autónomo contribuye a un cambio de actitud entre los operarios debido a que el trabajar en un ambiente limpio, ordenado y seguro permite detectar con mayor facilidad problemas y desperdicios minimizando el riesgo de errores que perjudiquen la calidad de la prenda.
- La tecnología RFID tiene como ventaja principal evitar el contacto y visualización directa del lector realizando así la lectura inmediata de datos sin la necesidad desempaquetar la carga. A su vez, el material de los tags RFID resisten los procesos productivos cotidianos del producto al que va colocado como lavado, planchado, engrasado, pintado, entre otros.

## 7.2. Recomendaciones

- Es fundamental capacitar al personal al inicio del programa sobre los beneficios y la importancia de las 5S logrando direccionar su comportamiento hacia una filosofía Lean involucrándolo en el proceso.
- Con la participación y compromiso de los operarios del área de producción se lograría disminuir el impacto negativo en las operaciones permitiendo eliminarlas mediante la disciplina razón por la cual la motivación es fundamental para lograr resultados óptimos y duraderos.
- A largo plazo, se recomienda realizar periodos de reuniones acerca de las mejoras obtenidas en base a las herramientas aplicadas de manera que se pueda discutir y/o mejorar algunas actividades previamente realizadas, así como inducir a los nuevos operarios a trabajar en base a la filosofía Lean.
- Debido a que la pyme en estudio no se encuentra a la vanguardia tecnológica, solo ha podido desarrollarse un sistema que permita obtener los beneficios básicos de la tecnología RFID por lo que se espera que esta propuesta sea el primer paso para la implementación futura de nuevas herramientas que permitan automatizar procesos que presentan múltiples errores manuales.
- Se recomienda la documentación de la secuencia seguida durante el proceso de implementación, así como los avances logrados en cuanto a zonas del área de producción de manera que se pueda identificar rápidamente alguna desviación presente. Asimismo, se debe realizar auditorías internas como externas de manera que se obtenga una visión global de la situación de la planta.
- Para empezar a percibir los ahorros evaluados en el análisis financiero al inicio del año 1, se recomienda iniciar el proyecto a mitades del año 0 debido a que se estima un periodo de implementación de 6 meses, caso contrario se percibiría solo el 50% de los ahorros generados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### **BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ**

2019 *BONOS DEL TESORO EE.UU. - 5 AÑOS (%)*. Consulta: 17 de junio de 2019.

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04718XD/html>

### **CETEMMSA**

S/A *Tecnología RFID en el sector textil*. Consulta: 03 de junio de 2019.

<https://www.empresa.com/nosotros>

### **EMPRESA**

2015 *“Nosotros”*. Consulta: 16 de setiembre de 2018.

<https://www.empresa.com/nosotros>

### **ESCAIDA, Ismael, Paloma JARA y Manuel LETZKUS.**

2016 *Investigación: Mejora de procesos productivos mediante Manufactura Esbelta*. Santiago de Chile. TRILOGÍA. FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA.

### **FLORES, José**

2018 *Cause–Effect Matrix C&E* [diapositiva]. Consulta: 03 de junio de 2019.

### **GARCÍA-ALCARAZ, Jorge Luis, Aidé Aracely MALDONADO-MACÍAS y Guillermo CORTES-ROBLES**

2014 *Manufactura Esbelta in the Developing World*. EE. UU: Springer.

## **GESTIÓN**

- 2019 “*Riesgo país de Perú bajó seis puntos básicos y cerró en 0.93 puntos porcentuales*”  
17 de junio de 2019.  
<https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-peru-seis-puntos-basicos-cerro-0-93-puntos-porcentuales-270997>

## **GESTIÓN**

- 2018 “*Produce: Sector prendas de vestir se recuperará en el 2018 y crecerá alrededor de 4%*”. Consulta: 01 de setiembre de 2018.  
<https://gestion.pe/economia/produce-sector-prendas-vestir-recuperara-2018-creceria-alrededor-4-224404>

## **Institute Lean Thinking Solution (ILTSM)**

- 2017 *Lean de servicios*. México. Consulta: 06 de octubre de 2018.  
<http://www.leanmanufacturing.com.mx/web/conferencias.php>

## **MEJÍA, Samir**

- 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” Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

## **MENESES, Alejandro**

- 2012 “Diseño de un sistema de control de activos para el almacén de electrónica de la Pontificia Universidad Católica del Perú utilizando RFID”  
Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

## **MINISTERIO DE PRODUCCIÓN**

2015 *“Industria Textil y Confecciones – Estudio de investigación sectorial”*.

Consulta: 16 de setiembre de 2018.

[https://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d\\_11.pdf](https://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publie178337159547c39d_11.pdf)

## **MORENO, Jorge**

2009 *La RFID en el sector textil*. Consulta: 03 de junio de 2019.

<http://www.tagingenieros.com/RFID-noticias/la-RFID-en-el-sector-textil>

## **PARKASH y Veerender Kumar**

2011 Supplier Performance Monitoring And Improvement (SPMI) Through Sipoc Analysis and PDCA Model to the ISO 9001 QMS In Sports Goods Manufacturing Industry.

## **ROMERAL**

2016 *SISTEMA RFID PARA EL CONTROL DE PRENDAS EN LAVANDERÍAS Y HOTELES*. Consulta: 03 de junio de 2019.

<https://lavaenromeral.com/es/sistema-rfid-para-el-control-de-textiles-en-lavanderias#cabina-de-lectura-masiva-rfid>

## **SUPERINTENDENCIA DE BANCA, SEGUROS Y AFP**

2019 *“TASA DE INTERÉS PROMEDIO DEL SISTEMA BANCARIO”*. Consulta: 03 de junio de 2019.

<http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPportal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>

## **SCRIBD**

S/A *“Tabla CIU – REVISIÓN III”*. Consulta: 16 de setiembre de 2018.

<https://es.scribd.com/doc/170477037/Tabla-Ciu-Sunat>

**TAPIA, Jessica, Teresa ESCOBEDO, Enrique BALLON, Guillermina MARTINEZ y Virginia ESTEBANE**

2017 *A framework for the implementation of Manufactura Esbelta in the industry*. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Consulta: 06 de octubre de 2018.

### **TECNOLOGÍA INFORMÁTICA**

2019 *Tecnología RFID. Los tags RFID. Ventajas e implementación*. Consulta: 10 de junio de 2019.

<https://tecnologia-informatica.com/tecnologia-rfid-tags/>

**TEJEDA, Anne Sophie.**

2011 *Productions Systems improvements with Manufactura Esbelta*. Ciencia y Sociedad. 2011, Vol. 36 Issue 2, p276-310. 35p. Language: Spanish

**TERUEL, Sandra**

2017 *5 herramientas para la mejora de procesos*. Consulta: 09 de setiembre de 2018.

<https://www.captio.net/blog/5-herramientas-para-la-mejora-de-procesos>

### **UNIVERSIDAD PERÚ**

S/A *“Creaciones EMPRESA”* Consulta: 16 de setiembre de 2018.

<https://www.universidadperu.com/empresas/creaciones-EMPRESA.php>

### **UTCV CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO**

2011 *Diagrama de Pareto*. Consulta: 09 de setiembre de 2018.

<https://sites.google.com/site/utcvcalidadenelmantenimiento/2-3-herramientas-basicas-de-la-calidad/histograma>

**VILLASEÑOR, Alberto y Edber GALINDO**

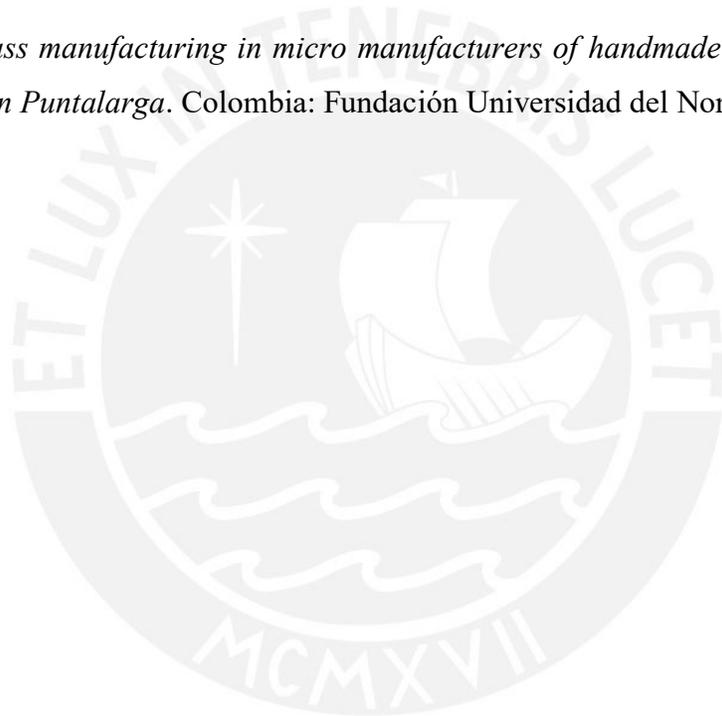
2009 *Manual de Manufactura Esbelta Guía básica*. México: Limusa.

Consulta: 04 de octubre de 2018.

[https://kupdf.net/download/manual-de-lean-manufacturing-guia-basica-alberto-villaseor-1ra-edicion\\_5997a89edc0d608d2f300d1d\\_pdf](https://kupdf.net/download/manual-de-lean-manufacturing-guia-basica-alberto-villaseor-1ra-edicion_5997a89edc0d608d2f300d1d_pdf)

**ZAMBRANO, Sandra, Angela SEGURA y José GONZÁLES**

2017 *World class manufacturing in micro manufacturers of handmade wooden furniture industry in Puntalarga*. Colombia: Fundación Universidad del Norte.



## 8. ANEXO

### Anexo A.

#### Diferencias en las variedades tecnológicas RFID

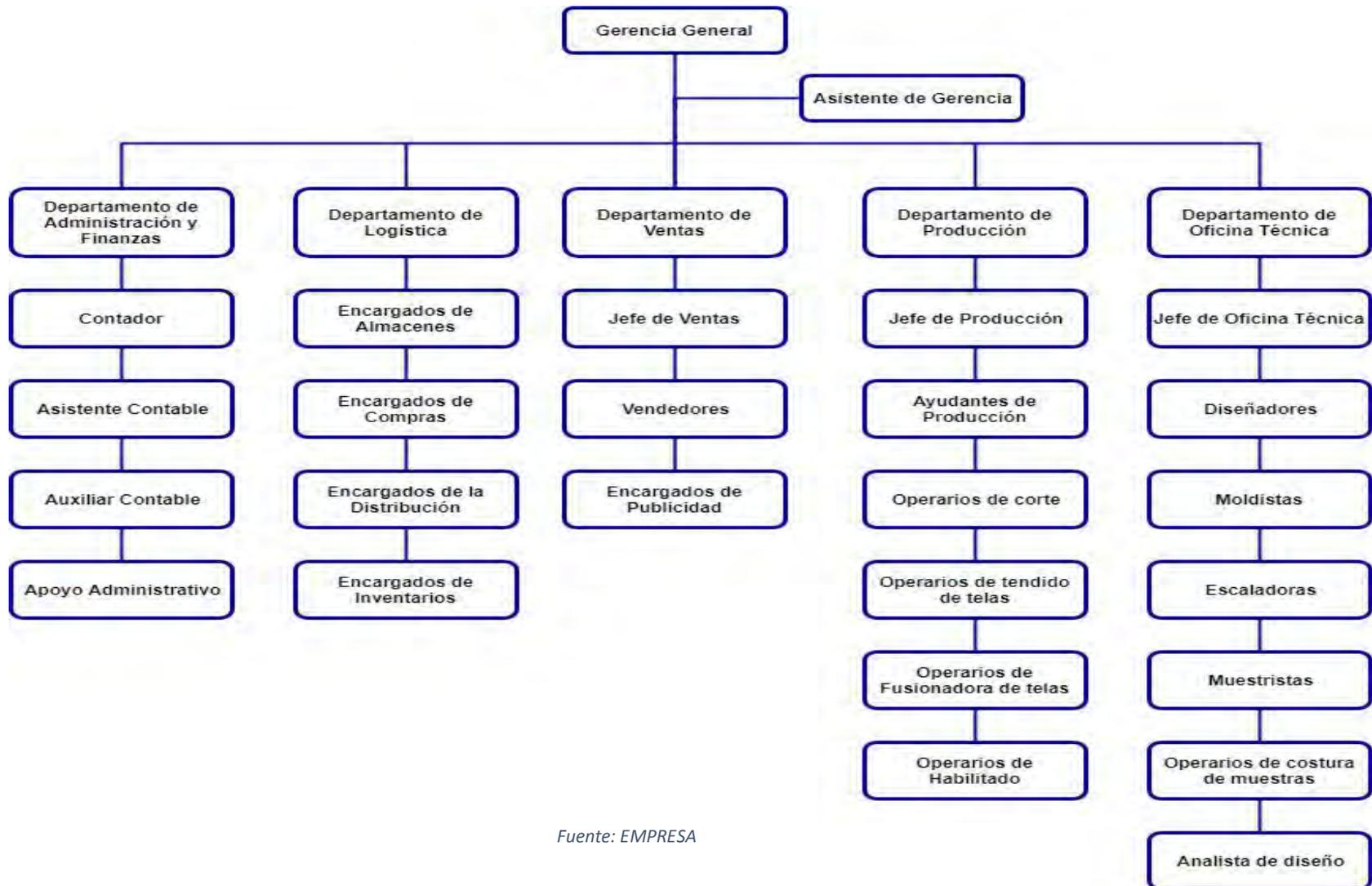
	<i>HF</i>	<i>UHF</i>
Frecuencia	13.56MHz (internacional).	868MHz (Europa) o 915MHz (USA).
Uso principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trazabilidad e identificación a nivel de ítems.</li> <li>• Distancia de lectura corta (max. 1,5m).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de palets y cajas.</li> <li>• Distancia de lectura larga (varios metros 3m-5m).</li> </ul>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta fiabilidad (cerca del 100%). Campo de cobertura uniforme.</li> <li>• Opera bien para alta densidad de ítems.</li> <li>• Existe un estándar internacional único.</li> <li>• Posibilidad de usar tags pequeños.</li> <li>• Insensible a la orientación del tag.</li> <li>• Trabaja en ambientes con líquidos.</li> <li>• Puede trabajar con ambientes metálicos, aunque con limitaciones.</li> <li>• Resistente a las interferencias eléctricas.</li> <li>• Diversidad de tags en tamaño, formas y capacidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Larga distancia de lectura.</li> <li>• Bajo precios de los tags.</li> <li>• Velocidad de lectura (tags / segundo).</li> <li>• Reducidas dimensiones antena lectora.</li> <li>• Diversidad de tags en formas.</li> </ul>
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia de lectura puede no ser suficiente (1m).</li> <li>• Gran tamaño de las antenas lectoras.</li> <li>• Distancia lectura en función del tamaño del tag.</li> <li>• Sensible al metal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensible a líquidos y a personas.</li> <li>• Sensible al entorno e interferencias ante la presencia de metal.</li> <li>• Rendimiento disperso. El campo de lectura puede tener "agujeros" a partir de una determinada distancia.</li> <li>• Diferentes estándares de frecuencia (USA-Europa-Asia).</li> <li>• Decrece la fiabilidad ante alta densidad de lecturas.</li> </ul>
Estándares globales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándar universal.</li> <li>• Compatibilidad e interoperatividad entre productos de HF distintos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos países todavía están en trámite de regulación.</li> <li>• Regulaciones distinta entre USA, Europa y Asia</li> </ul>
Precio del tag *	Entre 0.25 y 1 ¢	Entre 0.08 y 1 ¢

\*en función del volumen, funciones, dimensiones y capacidades del tag.

Fuente: CETEMMSA (S/A)

Anexo B.

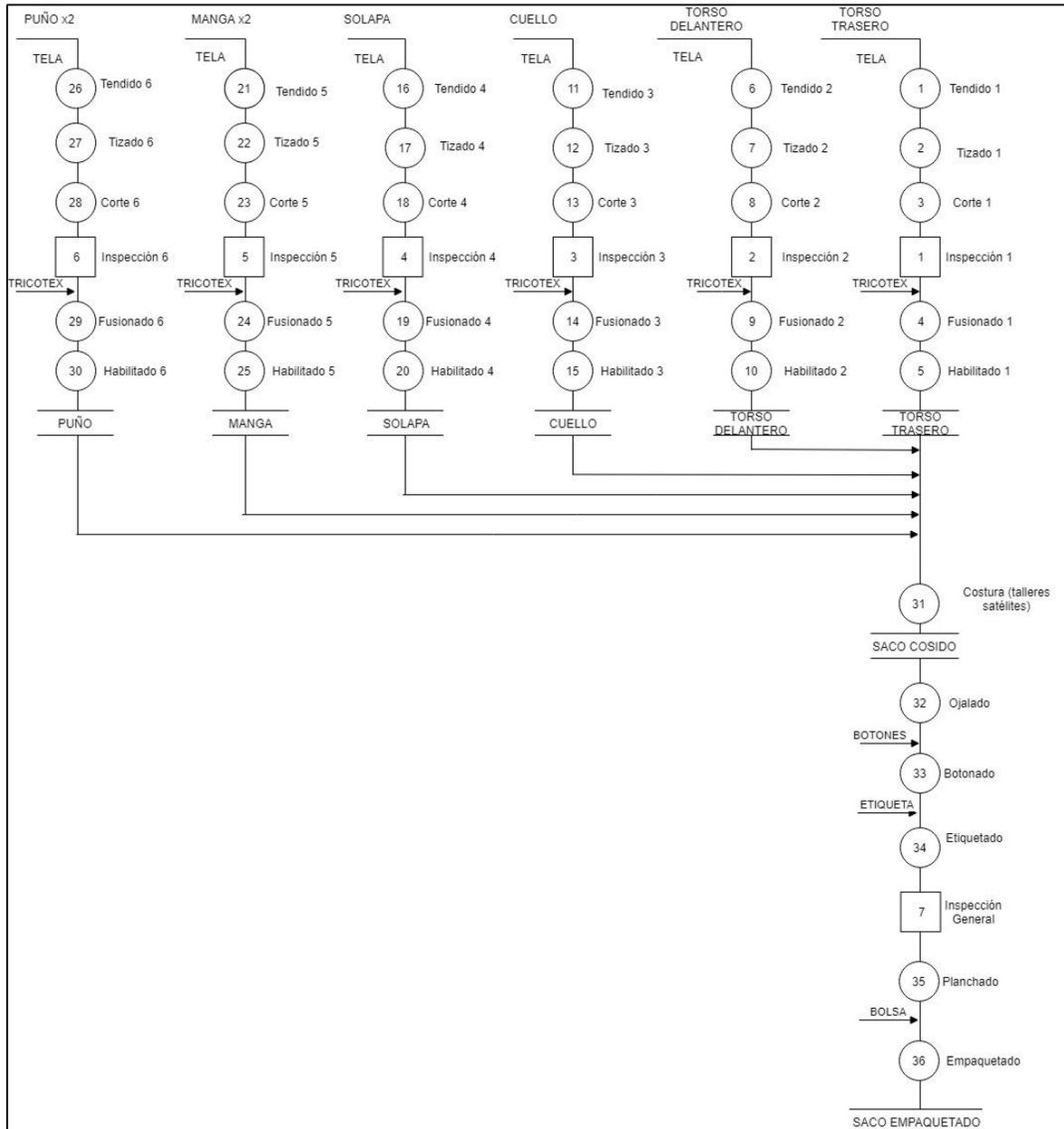
Organigrama de la EMPRESA



Fuente: EMPRESA

Anexo C.

**DOP saco sastre**



Fuente: EMPRESA.  
Elaboración propia

#### Anexo D. Cálculo para elaborar diagrama de Pareto Criterio 1

Área	Cantidad de trabajadores	Cantidad acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Producción	30	30	62.5%	62.5%
Oficina Técnica	7	37	14.6%	77.1%
Administración y Finanzas	4	41	8.3%	85.4%
Logística	4	45	8.3%	93.8%
Ventas	3	48	6.3%	100.0%
<b>Total</b>	<b>48</b>			

Elaboración propia

#### Anexo E. Cálculo para elaborar diagrama de Pareto Criterio 2

Área	Frecuencia por área	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Producción	13	13	31.7%	31.7%
Oficina Técnica	9	22	22.0%	53.7%
Logística	7	29	17.1%	70.7%
Ventas	7	36	17.1%	87.8%
Administración y Finanzas	5	41	12.2%	100.0%
<b>Total</b>	<b>41</b>			

Elaboración propia

#### Anexo F. Cálculo para elaborar diagrama de Pareto Matriz C&E

Inputs	Total	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P3	216	216	19.4%	19.4%
P6	180	396	16.2%	35.6%
P4	168	564	15.1%	50.7%
P1	132	696	11.9%	62.6%
P7	104	800	9.4%	71.9%
P8	92	892	8.3%	80.2%
P2	90	982	8.1%	88.3%
P5	90	1072	8.1%	96.4%
P9	40	1112	3.6%	100.0%
<b>Total</b>	<b>1112</b>			

Elaboración propia

## Anexo G. Causas de los problemas más relevantes del área de producción



Operario realizando corte manual  
Fuente: Empresa



Distribución de los puestos de trabajo  
Fuente: Empresa



Organización de la zona de máquinas  
Fuente: Empresa



Ambientes de trabajo  
Fuente: Empresa



Puesto de trabajo  
Fuente: Empresa

## Anexo H.

### Detalle de costos de la implementación de las 5S's

	Descripción del costo	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL	GASTO / INVERSION
Costos de implementación	Cartulina plastificada color rojo (50x65cm)	2.1	3		6.3	Inversión
	Letreros de identificación	10	15		150	Inversión
	Balde de pintura (1/4 galón) - ancho 0.3m	17.9	3		53.7	Inversión
	Señales de seguridad	7.9	12		94.8	Inversión
	Útiles de limpieza (escobas, recogedores, entre otros)	60	4		240	Inversión
	Papelería (Hojas bond para manual TPM, LUP, etiquetas, fichas técnicas, formatos)	15	5		75	Inversión
	Cartulina plastificada color amarillo (50x65cm)	2.1	3		6.3	Inversión
	Cartulina plastificada color azul (50x65cm)	2.1	2		4.2	Inversión
Capacitación introductoria de la filosofía Lean y herramientas a implementar, elección del equipo 5S (4h)	Costo del jefe de producción		1	4	37.5	Gasto
	Costo de ayudantes de producción		2	4	50	Gasto
	Costo de operarios de corte		2	4	46.5	Gasto
	Costo de operarios de tendido de telas		2	4	46.5	Gasto
	Costo de operarios de fusionado de telas		2	4	46.5	Gasto
	Costo de operarios de habilitado		2	4	46.5	Gasto
	Costo del consultor (senior)	331	1	4	1324	Gasto
Reunión de planificación del programa con el equipo 5S (2h)	Costo del jefe de producción		1	2	18.75	Gasto
	Costo de ayudantes de producción		2	2	25	Gasto
	Costo de operario de corte		1	2	11.625	Gasto
	Costo de operario de tendido de telas		1	2	11.625	Gasto
	Costo de operario de fusionado de telas		1	2	11.625	Gasto
	Costo de operario de habilitado		1	2	11.625	Gasto
	Costo del consultor (senior)	148.95	1	2	297.9	Gasto
Reunión de implementación 1S y 2S con el equipo 5S (6h)	Costo del jefe de producción		1	4	37.5	Gasto
	Costo de ayudantes de producción		2	6	75	Gasto
	Costo de operario de corte		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de tendido de telas		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de fusionado de telas		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de habilitado		1	4	23.25	Gasto
	Costo del consultor	331	1	6	1986	Gasto
Reunión de implementación 3S y 4S con el equipo 5S (6h)	Costo del jefe de producción		1	4	37.5	Gasto
	Costo de ayudantes de producción		2	6	75	Gasto
	Costo de operario de corte		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de tendido de telas		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de fusionado de telas		1	6	34.875	Gasto
	Costo de operario de habilitado		1	4	23.25	Gasto
	Costo del consultor	331	1	6	1986	Gasto
Auditoría y supervisión general	Costo supervisión consultor senior	1787.4	1		1787.4	Gasto
	Costo supervisión consultor operativo	3972	1		3972	Gasto
	Costo del jefe de producción		1	2	18.75	Gasto
<b>TOTAL</b>					<b>12,846.85</b>	

## Anexo I.

### Detalle de costos de la implementación de RFID

	Descripción del costo	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL	GASTO / INVERSION
Costos de implementación	Tag RFID	0.3	500		165.0	Inversión
	Lector RFID SkyeModule M7	670.4	1		670.4	Inversión
	Desarrollo del software de procesamiento de datos	1184.6	1		1,184.6	Inversión
Capacitación de la tecnología RFID, planificación y asignación de responsabilidades (2h)	Costo del jefe de producción		1	2	18.8	Gasto
	Costo de ayudantes de producción		2	2	25.0	Gasto
	Costo de operarios de habilitado		2	2	23.3	Gasto
	Diseño del sistema RFID	1184.6	1	1	1,184.6	Inversión
Reunión de implementación tecnología RFID (5h)	Implementación del sistema RFID	1776.9	1	1	1,776.9	Gasto
	Costo de ayudante de producción (capacitación del manejo del software)		1	5	31.3	Gasto
	Costo del técnico especialista en RFID	100.0	1	5	500.0	Gasto
	Costo de operarios de habilitado		2	5	58.1	Gasto
Supervisión general (4h)	Costo del técnico especialista en RFID (Supervisión final)	100.0	1	4	400.0	Gasto
	Costo del jefe de producción		1	2	18.8	Gasto
<b>TOTAL</b>					<b>6,056.6</b>	

