



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN EL AREA DE PRODUCCIÓN PARA REDUCIR LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DE CALZADOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Arnold Rogger Fuentes Valdivia

Asesor:

Ing. Julio Cesar Cubas Rodríguez

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres, por brindarme su apoyo incondicional, por creer en mí y ser mi razón por la cual salir adelante, a mi hermano, por ser ese soporte el cual me empujo a ser un ejemplo para él, a mi hijo Tank que, con su presencia, me acompaño para cumplir esta meta. Gracias familia.

AGRADECIMIENTO

A todas y cada una de las personas que estuvieron apoyándome durante el desarrollo de la investigación. A mi asesor por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis. Finalmente, agradezco a cada una de las personas que forman parte de nuestro entorno y que siempre nos alentaron a continuar luchando por lograr nuestros sueños, a ustedes: compañeros, familia, amigos. Gracias.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.1.1. Antecedentes	19
1.1.2. Base Teórica	22
1.1.3. Definiciones Conceptuales	32
1.2. Formulación del problema.....	33
1.3. Objetivos	33
1.3.1. Objetivo general	33
1.3.2. Objetivos específicos.....	34
1.4. Hipótesis.....	34
1.4.1. Hipótesis general	34
1.5. Variables	34
1.5.1. Variable Independiente	34
1.5.2. Variable Dependiente	35
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	35
2.1. Tipo de Investigación.....	35

2.2.	Materiales, Instrumentos y Métodos	35
2.3.	Procedimiento	37
	CAPÍTULO III. RESULTADOS	109
	CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	113
	REFERENCIAS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de Calzado en el Perú (en número de pares)	16
Tabla 2: Etapas de las 5s.....	27
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
Tabla 4: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	36
Tabla 5: Indicadores actuales y meta.....	41
Tabla 6: % de actividades con máquina parada antes del SMED.....	42
Tabla 7: Tiempo estándar del proceso de fabricación de calzado e identificación de actividades con máquina parada	43
Tabla 8: Pérdida por falta de estandarización del proceso productivo	44
Tabla 9: Costo por falta de orden y limpieza en el almacén.....	44
Tabla 10: % de materiales deteriorados -2019	46
Tabla 11: Costo por hora por equipo	47
Tabla 12: Disponibilidad y pérdida actual por paros no programados	47
Tabla 13: Pérdida por incumplimiento de la producción planificada.....	48
Tabla 14: Propuesta de mejora seleccionadas	49
Tabla 15: % de actividades con máquina parada antes del SMED.....	50
Tabla 16: Tiempo estándar del proceso de fabricación de calzado e identificación de actividades con máquina parada	51
Tabla 17: % de actividades con máquina parada con el SMED	53

Tabla 18: Reducción del tiempo estándar y número de actividades hechas con máquina parada	53
Tabla 19: Plan de capacitación para el desarrollo del SMED	54
Tabla 20: Identificación de puntos críticos.....	58
Tabla 21: Situaciones y soluciones.....	59
Tabla 22: Lista de objetos innecesarios del proceso de producción.....	60
Tabla 23: Programa de limpieza del área de producción.....	64
Tabla 24: Formato de Inspección de Limpieza.....	66
Tabla 25: Objetivos, beneficio e importancia de SHITSUKE.....	69
Tabla 26: Costo de la propuesta de 5S.....	72
Tabla 27: Plan de capacitación para el desarrollo de las 5S	72
Tabla 28: Inventario de equipos del área de producción	79
Tabla 29: Código de los equipos de producción.....	80
Tabla 30: Resultados del análisis de criticidad.....	82
Tabla 31: Análisis de criticidad de equipos del área de producción.....	83
Tabla 32: Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción .	84
Tabla 33: Inversión en equipos y herramientas	86
Tabla 34: Cronograma de Capacitaciones	86
Tabla 35: Inversión para el desarrollo del Kanban.....	91
Tabla 36: Plan de capacitación para el desarrollo del KANBAN	92

Tabla 37: Beneficio obtenido luego del SMED.....	94
Tabla 38: Reducción del % de materiales deteriorados.....	95
Tabla 39: Disponibilidad y pérdida actual por paros no programados con el TPM	96
Tabla 40: Reducción de la pérdida por incumplimiento de la producción planificada.....	97
Tabla 41: Reducción de las pérdidas por cada causa raíz.....	98
Tabla 42: Porcentaje de reducción de los costos de producción.....	98
Tabla 43: Inversión para el SMED	99
Tabla 44: Inversión para las 5S	99
Tabla 45: Inversión para el TPM	100
Tabla 46: Inversión para el KANBAN	100
Tabla 47: Ingresos anuales generados por la propuesta de mejora.....	101
Tabla 48: Estado de resultados anual.....	101
Tabla 49: Flujo de caja anual.....	102
Tabla 50: Indicadores económicos	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción mundial de calzado 2018	14
Figura 2: Sistema de control de producción tipo Pull.....	30
Figura 3: Sistema tradicional de producción tipo Push.	30
Figura 4: Organigrama de la empresa.....	39
Figura 5: Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área de producción.....	40
Figura 6: Diagrama de gantt para la implementación de la herramienta SMED	55
Figura 7: Procedimientos para la implementación del SEIRI	57
Figura 8: Tarjeta roja	61
Figura 9: Procedimientos para la implementación del SEITON	62
Figura 10: Distribución de planta física.....	63
Figura 11: Procedimientos para la implementación del SEISO	64
Figura 12: Procedimientos para la implementación de SHITSUKE	68
Figura 13: Check list para las 5s.....	71
Figura 14: Diagrama de gantt de la implementación de las 5S	75
Figura 15: Diagrama de Gantt de la implementación del TPM.....	87
Figura 16: Kanban de Producción	90

Figura 17: Kanban de material.....	91
Figura 18: Diagrama de gantt para la implementación de la herramienta Kanban.	93
Figura 19: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr1	104
Figura 20: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr2	105
Figura 21: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr3	105
Figura 22: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4	106
Figura 23: Esquema general de la propuesta de mejora	107

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción sobre los costos de una empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área producción de la empresa, encontrando que los principales problemas de los altos costos son: falta de control del setup en el proceso productivo, la falta de orden y limpieza, la falta de un plan de mantenimiento preventivo y el Incumplimiento de la producción planificada.

Se desarrolló la propuesta de implementación de 4 herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados las cuales fueron: SMED, Metodología de las 5S, TPM y KANBAN, con lo cual se logró reducir los costos en un 27% ya que se tuvo un ahorro de S/. 156,075.80.

Se realizó una evaluación económica financiera de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados determinando que es RENTABLE ya que se obtuvo un VAN positivo de S/. 72,929, un TIR de 50.1% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18%, un B/C de 1.17 y un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 33.54 meses.

PALABRAS CLAVES: Producción, costo, lean manufacturing, calzado

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the impact of the proposed implementation of Lean Manufacturing tools in the production area on the costs of the footwear company.

A diagnosis of the current situation of the production area of the footwear company was made, finding that the main problems of high costs are: lack of setup control in the production process, the lack of order and cleanliness, the lack of a plan of preventive maintenance and Breach of planned production.

See the proposal for the implementation of 4 Lean Manufacturing tools in the production area of the footwear company. who had a saving of S /. 156,075.80.

A financial and economic evaluation of the proposal for the implementation of Lean Manufacturing tools was carried out in the production area of the footwear company determining that it is PROFITABLE since a positive VAN of S /. 72,929, an IRR of 50.1% higher than the company's annual opportunity cost of 18%, a B / C of 1.17 and a return on investment (PRI) period of 33.54 months.

KEYWORDS: Production, cost, lean manufacturing, footwear.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según RDCALZADO (2019) en su anuario menciona que: “La producción mundial de calzado alcanzó los 24.200 millones de pares en 2018, lo que supuso un creciendo del 2,7 por ciento con respecto al año anterior. A cada habitante de la tierra le correspondió 3,1 pares el pasado año. La producción de zapatos ha aumentado por encima del 20 por ciento en los últimos nueve años, lo cual se ha dado de manera bastante regular, con la salvedad del período 2015-2016, año en el que se estancó. La fabricación de calzado está concentrada en Asia, donde se producen casi nueve de cada 10 pares de zapatos en todo el mundo. Las cuotas de mercado continentales han mostrado fluctuaciones marginales durante la última década, excepto por el aumento de la producción en África.

La clasificación de los 10 principales productores de calzado en todo el mundo en 2018 permaneció sin cambios con respecto al año anterior. Los países asiáticos, liderados por China, se mantuvieron en los cuatro primeros puestos y en siete del total. Aunque China siguió siendo el líder indiscutible de la industria mundial de calzado, su participación en la producción cayó dos puntos porcentuales el año pasado, mientras que la India, Vietnam e Indonesia vieron crecer su cuota de producción. En comparación con 2010, la participación de China se ha reducido en casi siete puntos, lo que refleja cómo la industria se ha reajustado a los mayores costos de producción en este país y, más recientemente, a los efectos de las tensiones comerciales con los Estados Unidos. Vietnam e Indonesia han sido los principales beneficiados de estas dinámicas, y Bangladés y Turquía también han crecido significativamente gracias al

retroceso de China. Por su parte, Brasil continuó siendo el mayor productor de calzado no asiático, pero su industria orientada al mercado doméstico se ha visto afectada por la mala situación macroeconómica del país. Italia es el único país europeo que entra en este top 10, aunque seguido de cerca por competidores asiáticos como Camboya o Tailandia.” Así como se muestra en la siguiente figura:

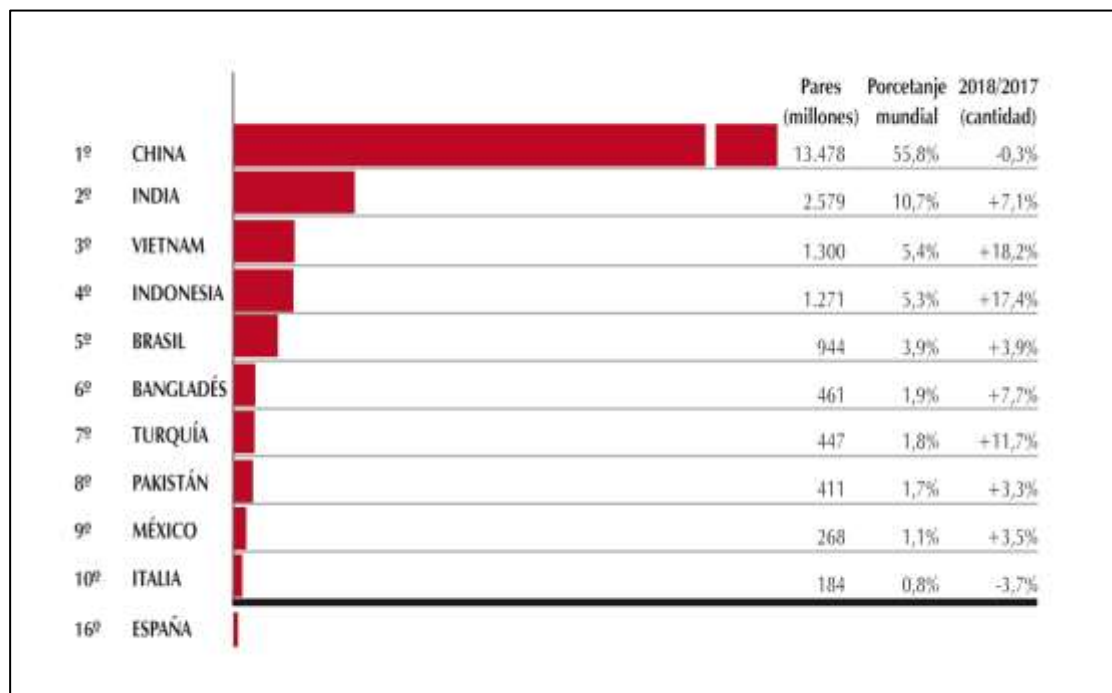


Figura 1. Producción mundial de calzado 2018

Fuente: RDCALZADO (2019)

Según expertos del mercado, el consumidor peruano compra en promedio 2,5 pares de calzado al año, una cifra muy inferior a otros países de la región. No obstante, las previsiones de ventas para los próximos años son muy halagüeñas, ya que se espera que el valor de las ventas de moda y calzado aumente en un 4% CAGR (tasa anual compuesta de crecimiento) hasta alcanzar los 4.024 millones de PEN (precios constantes de 2018). (Molina, 2019)

Dichas previsiones están ligadas al crecimiento de la clase media peruana y de sus ingresos, hecho que se refleja en el incremento del consumo privado en los últimos años. (Molina, 2019)

En cuanto a la fabricación nacional, Perú es el cuarto mayor productor de calzado de América del Sur, por detrás de Brasil, el segundo productor en el mundo, Argentina y Colombia. (Molina, 2019)

Según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), existían 3.669 empresas dedicadas a la fabricación de calzado en Perú a finales de 2018. (Molina, 2019)

En cuanto a la distribución geográfica de la industria, la producción está mayormente concentrada en tres ciudades: Lima, que responde por el 60% de la producción nacional; Trujillo, donde se produce un 20%; y Arequipa, con un 15%. Asimismo, se pueden destacar cuatro conglomerados: Villa El Salvador y Rímac en Lima, El Porvenir en Trujillo y el clúster de Arequipa. Además, existen otros conglomerados de menor tamaño en otras localidades del país, como los de Huancayo y Puno. (Molina, 2019)

A fin de realizar un análisis más detallado del volumen de producción nacional, el Ministerio de Producción (PRODUCE) distingue entre los siguientes tipos de calzado:

- Zapatos: calzado de vestir, generalmente fabricado en cuero o material sintético y con un leve taco en la suela.
- Zapatillas: término utilizado para el calzado de casa y para el calzado deportivo, fabricado en piel, lona y/o materiales sintéticos con suela de goma.

- Botas o botines: calzado que cubre el pie y parte del tobillo, puede llegar hasta la rodilla o la ingle.
- Sandalias: calzado abierto y ligero, con suela de caucho y poliuretano normalmente. (Molina, 2019).

Tabla 1

Producción de Calzado en el Perú (en número de pares)

Tipo de Calzado	2017	2018	Evolución
Zapatos	1228583	1181265	-3.9%
Zapatillas	8238266	2482259	-69.9%
Botas, botines.	3129530	2932785	-6.3%
Sandalias	1140564	957748	-16.0%
Total	13736943	7554057	-45.0%

Fuente: Molina (2019)

Hoy en día la economía del mundo se ve enfocada mayormente en el sector productivo, es por eso que al hablar de producción se nos viene a la mente la idea de procesos que puedan tener todos los estándares para el cumplimiento de calidad de los productos. Por tal razón, productividad y competitividad son características que muchas empresas tratan de conseguir mediante la elaboración de planes y estrategias que les permitan tener ventajas competitivas frente a otras empresas. Así al tener clara la visión de dichos planes y estrategias lo que buscan las empresas es optimizar lo máximo posible los recursos, mejorar costos y lograr posicionamiento en el mercado globalizado.

En el Perú son pocas las empresas productoras de calzado que cumplen con todos los estándares e indicadores al momento de fabricar sus productos. En su gran mayoría dichas empresas no manejan planes y estrategias que les permitan tener un mejor

control de lo que hacen. Sino por lo contrario, realizan sus operaciones basadas en experiencias propias de los dueños o del personal que contratan para cubrir dichos puestos de producción haciendo que estos procesos se establezcan, en muchas ocasiones, de manera empírica.

Es aquí entonces, donde la mayoría de empresas productoras de calzado presentan diversos problemas relacionados a la producción ocasionándoles costos muy altos. Por tanto, la optimización de los procesos de producción es una tarea importante que debe ser resuelta en base a la planificación de estrategias.

Por otro lado, los costos que se generan durante los procesos productivos son costos acumulativos necesarios para poder obtener el producto terminado. Son costos que deben estar planificados bajo estrategias que le permita a las empresas tener rentabilidad. Es por eso que, siempre se debe tener un costo menor al ingreso por cada producto fabricado para que dicha diferencia sea rentable monetariamente para la empresa.

Como se puede apreciar la producción de calzado en el Perú está mayormente concentrada en tres ciudades: Lima, que responde por el 60% de la producción nacional; Trujillo, donde se produce un 20%; y Arequipa, con un 15%.

Es así pues que el presente trabajo se desarrollará en una empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

La Empresa de Calzados, es una MYPE que opera en la ciudad de Trujillo y se dedica a la producción de calzado, con 21 años de experiencia tiempo en el cual se ha consolidado en el mercado.

Su producción, inicialmente fue orientada al mercado de Trujillo en los tres primeros años, tuvo gran acogida, pero la competencia con empresas de mayor tamaño, no, permitió un mayor desarrollo, por lo cual desde el año 2017 se orientó la producción hacia el mercado de Lima y Arequipa, que es un mercado mucho más exigente, y que es atendido por diferentes empresas de calzado y se incrementó la producción.

En esta empresa de Calzados, se observa que el problema fundamental son los altos costos, siendo las causas de este:

La falta de estandarización del proceso productivo generó en el año 2019 una pérdida de horas por la falta de estandarización y mejora del proceso de producción de 4089.56 horas las cuales hubieran permitido producir 589.13 docenas de calzado significando una pérdida por calzado dejado de producir de S/. 86,602.41.

La falta de orden y limpieza el área de producción originó que los materiales se deterioren lo que significó una pérdida de S/ 7,035.

La falta de un plan de mantenimiento preventivo generó un total de 2035 paros no programados que implicó 6620 horas de reparación (TTR) y un tiempo total de funcionamiento de 40804 horas con lo cual se obtuvo una disponibilidad de 86%, obteniéndose una pérdida por el costo lucro cesante por paros no programados de S/ 126,986.00.

En el año 2019 la empresa realizó una producción de 2143 docenas sin embargo se tuvo una producción planificada de 2364 docenas es por ello que el % de cumplimiento de producción fue de 90.8% con lo cual se dejó de producir 221 docenas de calzado que representa un pérdida de S/. 32, 487.00.

1.1.1. Antecedentes

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Estrada. (2017). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing para disminuir costos a través de la reducción de desperdicios en el área de envasado de panadería San Jorge S.A. – planta Galletera del Norte”, utilizando las siguientes herramientas: 5’S para reducir los movimientos innecesarios, SMED para reducir tiempos, un sistema Poka-Yoke para reducir los desechos o defectos y los tiempos de espera, y una máquina reprocesadora para reducir los costos de mano de obra. Concluye que: con la propuesta de implementación de la técnica SMED en la sub área de Empaquetado con el uso de la PTH Hopper se ha proyectado un ahorro diario de S/. 265.63 ya que reduce de 17 a 7 minutos el tiempo de cambio de producto en el Empaquetado ahorrando de esta manera 50 horas al año, es decir poco más de 2 días de producción en total. Con la propuesta de implementación de un Sistema Poka-Yoke se proyectó un ahorro de S/. 1,506.76 por día.

Hernández. (2018). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Aplicación del lean manufacturing para reducir los Costos en el área de producción de la empresa dual Corporación de servicios generales”, utilizando las siguientes herramientas: 5S y mapa de valor y control visual, los cuales permiten estandarizar procesos, reducir los tiempos de fabricación, reducir el inventario de materia prima malogrado, ordenar los espacios del área de producción reduciendo los movimientos innecesarios en la búsqueda de objetos, determinar el número óptimo de operarios reduciendo de esta manera los costos

de producción. Esta tesis concluye que: Las herramientas de Lean manufacturing permitieron reducir los tiempos de fabricación en un 11%, además de aprovechar en un 26 % más la capacidad instalada en el área de producción, también permitió reducir la tela inservible en un 43,02 %, lo que llevó a obtener un ahorro del 10 % en los costos de producción es decir se logró ahorrar 13 087 soles anuales.

Chirinos. (2018), Universidad Católica desata María, en su tesis titulada “Aplicación de lean manufacturing para la reducción de costos en una empresa que produce y comercializa prendas textiles”, utilizando las siguientes herramientas: VSM, 5s, manual de procedimientos, plan de capacitaciones. Concluye que: La aplicación de Lean Manufacturing en la empresa fue favorable ya que los costos de producción se optimizaron con esta técnica y se reflejaron en la reducción del 5.58% de ellos en un periodo de 3 años. La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la organización le proporciona una ventaja frente a su competencia en lo que refiere a calidad, responsabilidad y cumplimiento, que a mediano y largo plazo generará un mayor reconocimiento en el mercado extranjero y por ende un número mayor de clientes y utilidades en ella.

Campos. (2018).Universidad César Vallejo, en su tesis titulada “Aplicación de Lean Manufacturing para reducir costos del proceso productivo de la Empresa Lantana Calzados, 2018”, utilizando las siguientes herramientas: 5’s, Poka-Yoke y Layout respaldado por auditorías hechas a la empresa para poder obtener un espacio de trabajo limpio y ordenado además reducir tiempos y que ello conlleve a una reducción de costos de producción. Concluye que: se obtuvo una disminución del 19% en costos de mano de obra y por ende un incremento en la

productividad de mano de obra, resultados que fueron respaldados por el análisis estadístico t-student el cual sirvió para probar la hipótesis la cual comprueba que la aplicación de Lean Manufacturing influyó significativamente en la reducción de los costos de producción total evidenciada con un 6%.

Carpio. (2012), en su tesis titulada “Implementación de manufactura esbelta en la línea de producción de la empresa SEDEMI S.C.C, planteó como objetivo: Implementar el método de Manufactura Esbelta en el área de producción en la Empresa SEDEMI S.C.C. Durante el desarrollo se analizó un estudio en el área de producción y la ejecución de las técnicas de la manufactura esbelta. Se concluye que el sistema de manufactura esbelta incrementó la productividad de la empresa, debido a la buena operatividad de las máquinas y obtener mayor beneficio para sus trabajadores. Concluyendo que: se obtuvo un incremento de 29,45% en la fabricación diaria y se redijeron las actividades muertas en un 45,34%.

Horna y Flores. (2013), en su tesis titulada “Propuesta de aplicación de herramientas y técnicas de Lean Manufacturing para incrementar el margen de utilidad bruta en la Empresa Calzature MERLY E.I.R.L”. tuvo como objetivo incrementar la utilidad bruta mediante la utilización de los métodos e instrumentos de Lean Manufacturing en la Empresa Calzature Merly’s. Durante el desarrollo se analizó sus diagramas de procesos, datos históricos de sus ventas y pedidos, distribución de planta, la aplicación de lean y la rentabilidad. La tesis concluye que: un incremento significativo en la utilidad bruta, estimado en un 17.14% tomando como punto de partida las operaciones realizadas en el año

2010, con partida final el último año cerrado; esto se debió a un aumento de capacidad, mas no de disminución de precio.

En base a lo expuesto en los estudios previos se determina que la implementación de herramientas de Lean Manufacturing reduce los costos del área en que se aplique, el cual es el objetivo de la presente tesis.

1.1.2. Base Teórica

a) Lean Manufacturing

Gupta y Kumar (2015), mencionan como concepto de manufactura esbelta, que es todo aquello por el cual todos los empleados de producción trabajan juntos para eliminar los residuos. Los residuos se definen como cualquier cosa que no agrega valor al producto final desde la perspectiva del consumidor; en otras palabras la manufactura esbelta se limita a seguir la idea de que el cliente va a pagar por el valor de los servicios que reciben y no van a pagar por los errores.

Por lo que podemos decir que, ahora las personas tienen diferentes perspectivas sobre los procesos de fabricación, ellos entienden que el valor de un producto se define desde el punto de vista del cliente y no desde el punto de vista de fabricación interna.

b) SMED

Los orígenes de esta metodología se remonta a los primeros años del sistema de fabricación lean. Aunque la metodología busca reducir los tiempos de setup, realmente el principal objetivo es permitir al sistema productivo producir lo que realmente solicita el mercado. El SMED sirve para:

1. Reducir el tiempo de preparación y volverlo tiempo productivo.
2. Reducir el tamaño del inventario

3. Reducir el tamaño de lotes de producción.
4. Producir varios modelos o productos el mismo día en la misma máquina o línea de producción (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

Cuando se programa un cambio en la producción se generan unas actividades antes y después de detener la producción. Estas actividades se conocen como externas e internas.

- Actividades internas: Son todas las actividades de cambio de producción que se hacen cuando las máquinas están paradas. Por ejemplo en una prensa solo se podrá montar la matriz si ella está parada.
- Actividades externas: Son todas las actividades de preparación que hacen antes del cambio de producción. Estas actividades se realizan con las máquinas en movimiento. Por ejemplo el alistamiento de la matriz que se requiere para empezar la nueva corrida de producción. (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

Etapas de aplicación de la metodología SMED

Para llegar a los beneficios del sistema SMED se deben ejecutar los siguientes pasos:

- a) Preliminares. Lo que no se conoce no se puede mejorar. En esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:
 - Registrar los tiempos de cambio
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
 - Estudiar las condiciones actuales del cambio.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

b) Primera etapa: Separar las tareas internas y externas En esta fase se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina del trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

c) Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas. La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

d) Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas. El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema SMED son:

- Implementación de operaciones en paralelo: Estas operaciones que necesitan más de un operario ayudan mucho a acelerar algunos trabajos. Con dos personas una operación que llevaba 12 minutos no será completada en 6, sino quizás en 4, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen. El tema más importante al realizar operaciones en paralelo es la seguridad.
- Utilización de anclajes funcionales: Son dispositivos de sujeción que sirven para mantener objetos fijos en un sitio con un esfuerzo mínimo.

Todas estas etapas culminan en la elaboración de un procedimiento de cambio que pasa a formar parte de la dinámica de trabajo en mejora continua de la empresa (Restrepo, Medina y Cruz, 2009).

b) TPM

El mal funcionamiento y averías de dispositivos causan productos de mala calidad y las entregas a destiempo como consecuencia. Por lo tanto, una gestión de mantenimiento sistemático y estratégico, tales como TPM, en el mantenimiento de los equipos de la producción es realmente importante para apoyar el éxito de la producción ajustada. Un ejemplo típico de aplicación de la metodología TPM para apoyar la producción ajustada es en las máquinas o equipos en mal estado. A través de una gestión de mantenimiento estratégica, los defectos y variaciones podrían eliminarse en su origen. TPM busca maximizar la efectividad del equipo a lo largo de la vida útil del equipo (Ekar et al., 2015).

El TPM se esfuerza por mantener el equipo en condiciones óptimas con el fin de evitar la ruptura inesperada, pérdidas de velocidad, y los defectos de calidad que se producen a partir de las actividades del proceso.

Los fallos inesperados, el tiempo de inactividad asociado con estos fallos, parada de la línea, la pérdida de producción y, los mayores costos de mantenimiento son los principales problemas en cualquier planta de proceso (Ekar et al., 2015).

El mantenimiento de ayuda en el diseño de una estrategia alternativa para minimizar el riesgo resultante de averías o fallos. Por lo tanto la toma de decisiones relativas a una selección de una estrategia de mantenimiento usando un enfoque basado en el riesgo es esencial para el desarrollo de políticas de mantenimiento rentables para sistemas mecanizados y automatizados (Ekar et al., 2015).

Digalwar y Nayagam (2014) nos dicen por su parte que, hoy en día, la competencia ha aumentado de manera espectacular, los clientes se centran en la calidad del producto, tiempo de entrega y el coste del producto; debido a estos factores, la empresa debe introducir un sistema de calidad para mejorar y aumentar tanto la calidad, así como la productividad de forma continua. TPM es una metodología que tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de los equipos existentes, lo que reduce la necesidad de una mayor inversión de capital. Una vez más, la inversión en recursos humanos puede resultar aún más en una mejor utilización del hardware, mayor calidad del producto y reducir los costos laborales

Los cinco elementos fundamentales o pilares del TPM son:

1. Mejorar la efectividad del equipo dirigido por las grandes pérdidas;
2. La participación de los operadores en el mantenimiento diario, la rutina del equipo;
3. Mejora de la eficiencia y la eficacia de mantenimiento;
4. Formación para todos los involucrados

5. Ciclo de vida de gestión de equipos y diseño de prevención de mantenimiento
(Digalwar, y Nayagam, 2014).

c) Metodología de las 5S:

Por su parte, Sweta (2014); complementa la información diciendo que, la implantación del método 5S significa limpiar y organizar el lugar de trabajo en su configuración existente. Por lo general es el primer método lean que cualquier organización puede implementar. Este método lean anima a los trabajadores para mejorar sus condiciones de trabajo y les ayuda a aprender a reducir los residuos, el tiempo de inactividad no planificado, y los inventarios en proceso.

La implementación de las 5S daría lugar a reducciones significativas en los pies cuadrados de espacio necesario para las operaciones existentes. También daría lugar a la organización de herramientas y materiales en los lugares de almacenamiento codificados por color y etiquetados, así como "kits" que contienen lo que se necesita para realizar una tarea (Sweta, 2014).

A continuación en la tabla 2, se muestra las etapas de la metodología 5S

Tabla 2

Etapas de las 5S

Denominación		Concepto	Objetivo particular
Denominación	Japonés		
Clasificación	Seiri	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.
Orden	Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.

Limpieza	Seiso	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares. Prevenir la aparición de
Estandarización	Seiketsu	Señalizar anomalías	la suciedad y el desorden.
Mantener la disciplina	Shitsuke	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido.

Fuente: Velasco (2014)

Etapas de la Metodología de las 5S

Como se mencionó anteriormente esta metodología se conforma de 5 fases las cuales se van a mencionar a continuación:

a. Clasificación (seiri): separar innecesarios

Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo para luego separarlos de los innecesarios con la finalidad de quedarnos con los objetos necesarios dentro del área de trabajo y posteriormente desechar los objetos innecesarios según lo disponga el equipo de las 5s. Esta identificación de los elementos necesarios prepara las condiciones para la siguiente fase, destinada al orden (seiton). (Velasco, 2014).

b. Orden (seiton): situar necesarios

Consiste en determinar la ubicación adecuada y como deben estar codificados los materiales necesarios. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con la finalidad de reducir esfuerzos en la búsqueda de materiales y tratando de aprovechar el espacio del almacén (Velasco, 2014).

c. Limpieza (seiso): suprimir suciedad

Esta fase consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, además en esta etapa se realiza acciones para evitar que las áreas de trabajo se vuelvan a ensuciar, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. (Velasco, 2014).

d. Estandarización (seiketsu): señalar anomalías

Aunque las fases previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se estandarizar las áreas de trabajo y los programas de limpieza tratando de mantener la limpieza día a día. (Velasco, 2014)

e. Mantenimiento de la disciplina (shitsuke): seguir mejorando

En esta fase se pretende comprobar el cumplimiento de las 5s para ello, si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, la herramienta de las 5s pierde su eficacia (Velasco, 2014).

Mediante esta etapa se pretende hacer un seguimiento al cumplimiento de las etapas de las 5s por parte de los operarios (Velasco, 2014).

d) Kanban

La misión del sistema Kanban es el control de los materiales para conseguir que el inventario de producto semiterminado recorra toda la cadena de suministro desde el cliente hasta los proveedores. Cada proceso que ocurre a lo largo de la cadena de suministro de una empresa debe producir al ritmo que se necesitan los productos y hacer reposición de las unidades consumidas. Para la implementación del sistema Kanban es necesario que la empresa tenga aplicado un sistema de control de producción tipo Pull. Este sistema de control de producción planifica la producción de

sólo lo que la empresa enviará al cliente, es decir, producir en función de la demanda, por lo que todo lo que se produzca fuera de la planificación se considerará sobreproducción, la cual será una fuente de desperdicio importante para la empresa.(Castellano, 2019)



Figura 2. Sistema de control de producción tipo Pull.

Fuente: Castellano. (2019)

El sistema tradicional de producción se denomina Push. El sistema Push se asocia con los sistemas de MRP (Material Requirement Planning), los procesos de producción se programan y los materiales necesarios para la obtención del producto final se ordenan y se fabrican con el fin de crear un stock basado en la previsión de la demanda. En este caso los procesos van empujando a los procesos siguientes a producir, por lo que el flujo va desde las materias primas hasta el cliente final. (Castellano, 2019)

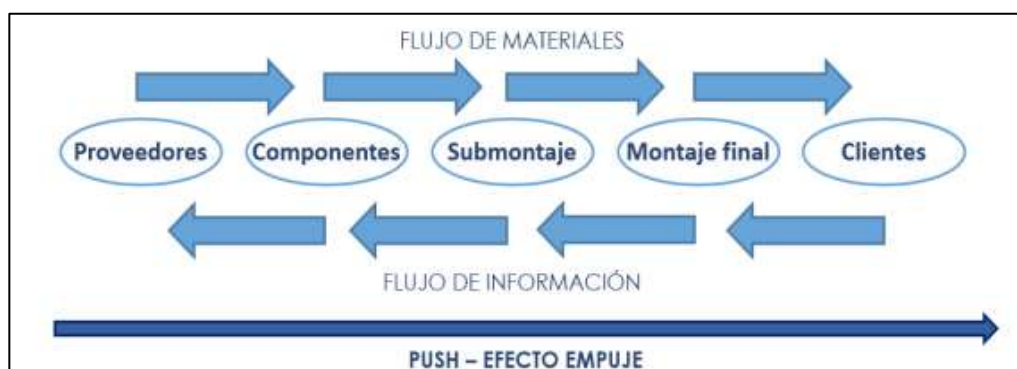


Figura 3. Sistema tradicional de producción tipo Push.

Fuente: Castellano. (2019)

El sistema Kanban está basado en una serie de principios, los cuales son:

- Visualización: Kanban permite tener una visualización total del desarrollo de las tareas de la cadena de producción, lo que facilita la organización y la realización de modificaciones si fuera necesario en el equipo.
- Calidad: Es importante que todo lo que se haga se debe hacer bien desde el principio.
- Disminución de los desperdicios: Hacer lo justo y necesario.
- Priorización – flexibilidad: Realizar una gestión adecuada del tiempo con un orden coherente para facilitar el trabajo de todo el equipo. Las tareas se pueden priorizar.
- En proceso: Kanban promueve la continua modificación de las actividades a realizar. (Castellano, 2019)

Objetivos del sistema kanban

Los objetivos principales que se pretenden conseguir con el sistema Kanban son:

- Establecer una programación en la que se pueda visualizar la producción.
- Controlar el flujo de material.
- Impulsar el mantenimiento de los procesos estandarizados.
- Evitar la sobreproducción.
- Controlar los inventarios. (Castellano, 2019)

e) Producción

La producción consiste en una secuencia de operaciones que transforman los materiales haciendo que pasen de una forma dada a otra que se desea obtener. También se entiende por producción la adición de valor a un bien o servicio, por efectos de una transformación. Producir es extraer, modificar los bienes con el objeto de volverlos

aptos para satisfacer las necesidades. Pueden citarse como ejemplos de producción: la explotación de un pozo petrolero, el ensamble de un automóvil, etc. (Villalobos, Altahona & Fontalvo, (s.f.))

Tipos de producción

El tipo de producción es otro aspecto básico en el diseño o diagnóstico de un sistema productivo - operativo. Los diferentes tipos de producción se pueden dividir en dos:

- Producción por Stock (continúa o en serie)
- Producción por pedido (intermitente)

Lo más determinante entre el tipo de producción es el conocimiento de la demanda y el tamaño de la orden de producción. (Villalobos, Altahona & Fontalvo, (s.f.))

1.1.3. Definiciones Conceptuales

- a) Capacitación: La capacitación es una herramienta fundamental para la Administración de Recursos Humanos, es un proceso planificado, sistemático y organizado que busca modificar, mejorar y ampliar los conocimientos, habilidades y actitudes del personal nuevo o actual, como consecuencia de su natural proceso de cambio, crecimiento y adaptación a nuevas circunstancias internas y externas (Hernández, 2012).
- b) Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es una estrategia en la que se programan periódicamente las intervenciones en las máquinas, con el objeto principal de inspeccionar, reparar y/o reemplazar componentes. Las intervenciones se realizan aun cuando la máquina esté operando satisfactoriamente. Se basa en programar el mantenimiento basado en estimaciones de vida útil o tiempo entre fallas esperadas

(Aescuderor, 2015).

- c) Producción: La producción consiste en una secuencia de operaciones que transforman los materiales haciendo que pasen de una forma dada a otra que se desea obtener. También se entiende por producción la adición de valor a un bien o servicio, por efectos de una transformación. Producir es extraer, modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer las necesidades (Villalobos, Altahona y Fontalvo, (s.f.)).
- d) Productividad: Si bien es cierto, que la productividad es explicada como la forma de hacer más con los mismos o menores recursos y guarda una relación directa entre los insumos consumidos y el nivel de producción alcanzado, teniendo como resultado el costo de los productos fabricados (Gómez, 2011).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción sobre los costos de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción sobre los costos de la empresa Calzados de la ciudad de Trujillo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del área producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.
- Desarrollar la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.
- Determinar la variación en los costos de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo con la implementación de Herramientas Lean Manufacturing en el área de producción.
- Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción, reduce los costos de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

1.5. Variables

1.5.1. Variable Independiente

Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción

1.5.2. Variable Dependiente

Costos de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Por la orientación

El tipo de investigación que se presenta es de tipo aplicada, ya que este tipo de estudio busca dar solución a situaciones o problemas concretos e identificables.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “En el proceso de investigación es necesaria la utilización de una metodología, ya que ayudará a que el trabajo que se está realizando sea más completo, y sobretodo presente bases sólidas, confiables y estructuradas, para cuando se necesite interpretar la información”.

2.1.2. Por el diseño

Pre - Experimental

Porque se aplicarán técnicas de diagnóstico, selección y evaluación del problema, posteriormente, luego de la aplicación de herramientas Lean, se evaluarán los cambios obtenidos.

2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos

2.2.1. Materiales, Instrumentos y Métodos de Recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes	Objetivo	Procedimiento
----------	--------------	---------	----------	---------------

Análisis documental	Hojas de producción, registros, cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa	Obtener información para tener una idea de la situación actual de la empresa	Revisar data de producción de la empresa
Observación	Hojas de registro, Cámara y lapicero	10 trabajadores del área de producción	Identificar los problemas y fallas.	Observar el proceso productivo y para identificar problemas

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar datos

Técnicas de estadística descriptiva

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 4

Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se realizó para plasmar las causas raíces de los problemas de producción (véase figura 5)
Diagrama de flujo	Permite tener estructurado el proceso productivo de la empresa

Se formula indicadores para la medición de las causas
Matriz de Indicadores
raíces principales (véase tabla 5)

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Hoja de cálculo Excel: En este programa se procesó los datos obtenidos en la encuesta y también se hizo uso para el desarrollo de las tablas que contienen datos de las causas raíces, además permitió realizar gráficos estadísticos.

2.3. Procedimiento

2.3.1. Generalidades de la empresa

a) Historia de la empresa

La Empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo inicia sus acciones a inicios del año 1995, el dueño funda un pequeño taller, pero con una gran visión de desarrollo, durante seis años funcionó de manera informal, hasta que el 19 de octubre del año 2001 formaliza como empresa de Calzados.

La Empresa de Calzados, Es una MYPE que opera en la ciudad de Trujillo y se dedica a la producción de calzado, con 21 años de experiencia tiempo en el cual se ha consolidado en el mercado, habiendo encontrado nichos de mercado no satisfecho en ciudades como Trujillo, Lima y Arequipa, por lo que en la actualidad, administrativamente se desea migrar hacia una Empresa de Calzados, habiendo tenido éxito en sus campañas de venta, donde incluso tiene un mercado insatisfecho, el cual desea satisfacer en el presente año.

Es necesario reconocer el esfuerzo desarrollado por su propietario para lograr mantenerse vigente en el mercado por la calidad y diseño de sus productos, pero no ha logrado perfeccionar su ciclo de producción, motivado por las limitaciones de capital que lo afectan. Su producción, orientada al mercado de Trujillo en los tres primeros años, tuvo gran acogida, pero la competencia con empresas de mayor tamaño, no, permitió un mayor desarrollo, por lo cual desde el año 2017 se orientó la producción hacia el mercado de Lima y Arequipa, que es un mercado mucho más exigente, y que es atendido por diferentes empresas de calzado y se incrementó la producción.

b) Misión

Ser una empresa líder en calzado infantil por la calidad, moda y comodidad, orientada al mercado nacional e internacional con la participación y trabajo del personal, clientes y proveedores.

c) Visión

Convertirnos en una empresa de gran prestigio para el 2025 buscando siempre el liderazgo y comprometiéndonos con nuestros clientes para lograr así permanencia y fidelización en el mercado.

d) Productos

Zapatos para niños y niñas de 100% cuero.

e) Competidores

La empresa Calzados cuenta con los siguientes competidores principales:

➤ Hushpuppies

- Bata
- Calzados Ferracini
- Calzados Flarovi
- Calzados Valnol

f) Proveedores:

- Almacén San Pedro S.A.C.
- Corporaciones Coloccini S.A.C.
- Almacén La Exclusiva S.A.C., etc.

g) Organigrama

A continuación se muestra el organigrama de la empresa de calzados de la ciudad de Trujillo.

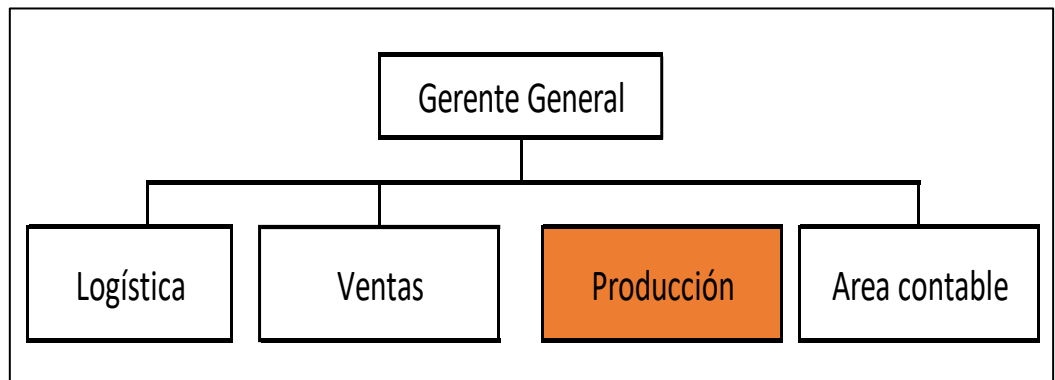


Figura 4. Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Diagnóstico del área problemática

Para la realización del diagnóstico sobre los procesos de producción en la Empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo se identificaron las causas raíces del problema en el área de Producción, las que se presentaron en un diagrama de Ishikawa. En total fueron cuatro las causas raíces las que se determinó que tenían relevancia en el problema, así como se muestra en la figura 5.

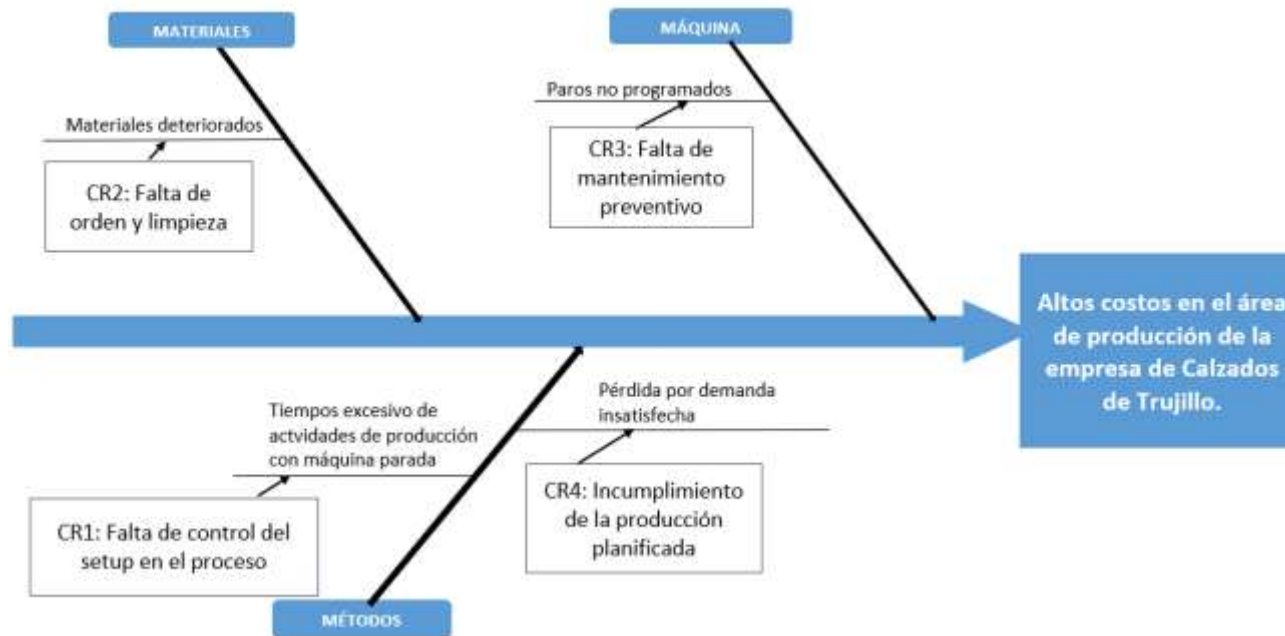


Figura 5. Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

Identificación de indicadores

A continuación se presenta los indicadores para cada causa raíz identificada.

Tabla 5

Indicadores actuales y meta

Causa	Descripción	Indicador	Fórmula	VALOR ACTUAL	Pérdidas actuales (S./anual)	VALOR META	Pérdidas esperadas (S./anual)	Beneficio anual	Propuesta de mejora	Inversión
CR1	Falta de control del setup en el proceso productivo	% de actividades realizadas con máquina parada	$\frac{N^{\circ} \text{ de actividades realizadas con maquina parada}}{N^{\circ} \text{ de actividades totales}} \times 100$	63.3%	S/ 86,602.4	36.7%	S/ 0.00	S/ 86,602.4	SMED	S/. 2,770.00
CR2	Falta de orden y limpieza	% de materiales deteriorados por falta de limpieza	$\% = \frac{\# \text{ de materiales deteriorados}}{\# \text{ de materiales requeridos}} \times 100$	5.0%	S/ 7,035.0	1.2%	S/ 1,740.11	S/ 5,294.9	Metodología de las 5S	S/. 9,009.00
CR3	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	% de disponibilidad de los equipos	$\% = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	86.0%	S/ 126,985.7	91.6%	S/ 78,830.26	S/ 48,155.5	TPM	S/. 13,218.11
CR4	Incumplimiento de la producción planificada	% de incumplimiento de la producción planificada	$\% = \frac{\text{producción real}}{\text{producción planificada}} \times 100$	9.2%	S/ 32,487.0	4.7%	S/ 16,464.00	S/ 16,023.0	KANBAN	S/. 3,265.00
TOTAL					S/ 253,110.1		S/ 97,034.4	S/ 156,075.8		S/. 28,262.11

Fuente: Elaboración propia

Monetización de pérdidas

A continuación se procede a calcular la pérdida monetaria que genera cada causa.

1. CR1: Falta de control del setup en el proceso productivo

Actualmente la empresa tiene un diagrama de flujo de operaciones de su proceso de producción sin embargo no ha realizado mejoras a su proceso actual es por ello que ha venido teniendo tiempos excesivos en la producción de calzado.

Es así pues que se hizo un análisis de las actividades que se realizaban con máquina parada para posteriormente poder ver alternativas y reducir estas actividades de tal manera que el tiempo estándar inicial se vea reducido y por ende se incremente la producción.

Es así pues que en el año 2019 se determinó que la empresa tuvo un tiempo estándar de producción por docena de zapatos de 8.9 horas (ver tabla 7) y se tuvo un % de actividades hechas con máquina parada de 63% (ver tabla 6), luego de aplicar el SMED como propuesta de mejora se determinó que se podía reducir este tiempo a 6.9 horas.

Tabla 6

% de actividades con máquina parada antes del SMED







<u>% de actividades con máquina parada actual</u>	
Número de actividades realizadas con máquina parada	19
Número de actividades totales	30
<u>% de actividades realizadas con máquina parada</u>	<u>63%</u>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Tiempo estándar del proceso de fabricación de calzado e identificación de actividades con máquina parada

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE CALZADO PARA CABALLERO

DESCRIPCION							Tiempo (min)	Tiempo (hora)	Actividades con máquina parada
1 TRANSPORTE DE MATERIALES AL ÁREA DE CORTE							14	0.23	x
2 ORGANIZAR INSTRUMENTOS							9	0.15	x
3 MARCADO Y CORTADO DE CUERO SINTÉTICO							11	0.18	x
4 MARCADO Y CORTADO DE BADANA (CUERPO)							12	0.20	x
5 CORTADO DE PLANTILLA							9	0.15	
6 TRANSPORTAR LOS CORTES							14	0.23	x
7 ORGANIZAR INSTRUMENTOS							12	0.20	x
8 DESBASTADO DE CUERO							17	0.28	
9 DESBASTADO DE BADANA							12	0.20	
10 PASADO DE PEGAMENTO							16	0.27	x
11 DOBLADO DE BORDES							17	0.28	
12 UNIÓN DE PIEZAS							23	0.38	
13 COSIDO DE CUERO							69	1.15	
14 COLOCADO DE ACCESORIOS							23	0.38	x
15 VERIFICACIÓN DEL PERFILADOR							12	0.20	x
16 TRANSPORTAR LOS CORTES PERFILADO							18	0.30	x
17 ORGANIZAR INSTRUMENTOS							19	0.32	x
18 COLOCAR CORTE EN HORMA							22	0.37	
19 PLANTA EN EL CALENTADOR							9	0.15	
20 LIJADO DE LA PLANTA Y DEL CORTE							14	0.23	
21 CORTE, PEGADO Y FIJADO DE LA FALSA							17	0.28	
22 SACAR TACHUELAS Y PEGADO DE PLANTA DE GOMA							19	0.32	
23 DESMOLDAR							10	0.17	x
24 VERIFICACIÓN DEL ARMADOR							15	0.25	x
25 TRANSPORTE DEL ZAPATO AL ÁREA DE ALISTADO							15	0.25	x
26 ORGANIZAR INSTRUMENTOS							14	0.23	x
27 PASADO DE BENCINA							17	0.28	x
28 EMPLANTILLADO							21	0.35	x
29 ENCAJADO							23	0.38	x
30 ALMACENADO P.T.							28	0.47	x
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (min/doc.)							531		
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (horas/doc.)							8.9		

Fuente: Elaboración propia

Con lo cual se determinó que en el año 2019 se tuvo una pérdida de horas por la falta de estandarización y mejora del proceso de producción de 4089.56 horas las cuales hubieran permitido producir 589.13 docenas de calzado adicionales que al ser multiplicados por la utilidad por docena la cual es de S/. 147.00 se obtuvo una pérdida por calzado dejado de producir de S/. 86,602.41, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8

Pérdida por falta de estandarización del proceso productivo

Perdida por falta de estandarización del proceso productivo	Actual	Con el SMED
Docenas producidas	2143.00	2143.00
Tiempo de producción (horas)	8.85	6.94
Tiempo total de producción (horas)	18965.55	14875.99
Reducción de horas de producción (horas)		4089.56
Tiempo de fabricación por docena (horas)		6.94
Docenas dejadas de producir		589.13
Utilidad por docena		S/. 147.00
Perdida por docenas dejadas de producir		S/. 86,602.41

Fuente: Elaboración propia

2. CR1: Falta de orden y limpieza

Debido a que en el área de producción no se tiene un adecuado orden y limpieza; esto originó que estos materiales se deterioren.

Es así pues que en el año 2019 se tuvo un total de 283 materiales deteriorados que significó una pérdida de S/ 7,035. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9

Costo por falta de orden y limpieza en el almacén

Materiales deteriorados - 2019	Unidad	Costo	Cantidad de material		Total
				deteriorado	
Cuero	pies	S/. 18.00	65		S/. 1,170.00
Badana	pies	S/. 5.00	22		S/. 110.00
Plantas	Docena	S/. 165.00	11		S/. 1,815.00
latex plantilla	Mts	S/. 18.00	13		S/. 234.00

Pasador	Docena	S/.	5.00	14	S/. 70.00
Pegamento (Empaste)	GL	S/.	60.00	17	S/. 1,020.00
Hilo	Docena	S/.	6.00	14	S/. 84.00
Malla (Plantillas)	Metros	S/.	7.00	13	S/. 91.00
Armamol	Gal	S/.	35.00	15	S/. 525.00
Termoplastico de puntera	PL	S/.	40.00	13	S/. 520.00
Cemento	Gal	S/.	41.00	16	S/. 656.00
Aguaje	Gal	S/.	45.00	15	S/. 675.00
Halogen	L	S/.	15.00	14	S/. 210.00
Pegamento Articol (Plantillas)	GL	S/.	27.00	11	S/. 297.00
Bencina	Gal	S/.	15.00	15	S/. 225.00
Tinte 60 ml	Pomo	S/.	3.00	13	S/. 39.00
Pan de oro	Docena	S/.	2.00	13	S/. 26.00
Hebilla	Docena	S/.	4.00	13	S/. 52.00
Sierre	Docena	S/.	6.00	13	S/. 78.00
Cajas	Docena	S/.	15.00	14	S/. 210.00
Bolsas de papel	Docena	S/.	7.00	14	S/. 98.00
TOTAL				283	S/. 7,035.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el % de materiales deteriorados por falta de orden y limpieza fue de 5%, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

% de materiales deteriorados -2019

Materiales deteriorados por la falta de orden y limpieza -2019	
Número de materiales en el almacén	5660
Numero de materiales deteriorados	283
% de materiales deteriorados por la falta de orden y limpieza	5.0%
Pérdida por materiales deteriorados	S/. 7,035.00

Fuente: Elaboración propia

3. CR3: Falta de un plan de mantenimiento preventivo

La empresa actualmente no lleva un adecuado mantenimiento preventivo de sus equipos de producción

Cabe mencionar que se tiene una persona encargada del mantenimiento de los equipos pero más que todo está pendiente ante una falla correctiva.

Es por ello que en el año 2019 de los 33 equipos con los que cuenta se tuvo un total de 2035 paros no programados que implicó 6620 horas de reparación (TTR) y un tiempo total de funcionamiento de 40804 horas con lo cual se obtuvo una disponibilidad de 86%.

Para determinar la pérdida por falta de mantenimiento se procedió a multiplicar las horas de reparación (TTR) por el costo por hora por equipo el cual fue de S/ 11.36, obteniéndose una pérdida por el costo lucro cesante por paros no programados de S/ 126,986.00, así como se muestra en las tablas 11 y 12.

Tabla 11

Costo por hora por equipo

Año 2019	
Ventas	S/. 900,060.00
Utilidad Neta	S/. 297,019.80
Días de año	300
Horas al día	8
Horas en el año	79200
Costo por hora por equipo	S/. 11.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Disponibilidad y pérdida actual por paros no programados

DESCRIPCIÓN	N°	N° PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Horno reactivador	2	55	180	2316	2496	3.27	42	92.8%	S/. 4,091
Devastadora de cuero	2	126	280	2216	2496	2.22	18	88.8%	S/. 6,364
Cortadora	1	126	400	2096	2496	3.17	17	84.0%	S/. 4,546
Maquina Mitsubishi de corte	2	114	407	2089	2496	3.57	18	83.7%	S/. 9,251
Rebabeadora	1	77	410	2086	2496	5.32	27	83.6%	S/. 4,659
Plana 2 agujas	3	98	382	2114	2496	3.90	22	84.7%	S/. 13,024
Conformadora de talón	2	94	500	1996	2496	5.32	21	80.0%	S/. 11,364
Devastadora de talón	2	110	400	2096	2496	3.64	19	84.0%	S/. 9,092
Conformadora de punta	2	125	197	2299	2496	1.58	18	92.1%	S/. 4,478
Armadora de punta	2	112	426	2070	2496	3.80	18	82.9%	S/. 9,682
Prensadora de talón	2	105	280	2216	2496	2.67	21	88.8%	S/. 6,364
Prensadora de punta	1	107	220	2276	2496	2.06	21	91.2%	S/. 2,500
Rematadora	2	112	255	2241	2496	2.28	20	89.8%	S/. 5,796
Horno frio y calor	1	111	300	2196	2496	2.70	20	88.0%	S/. 3,409
Cosedora	1	118	344	2152	2496	2.92	18	86.2%	S/. 3,909
Ojalilladora	2	75	394	2102	2496	5.25	28	84.2%	S/. 8,955
Cortadora de rebaba	2	130	385	2111	2496	2.96	16	84.6%	S/. 8,751
Lijadora	2	118	473	2023	2496	4.01	17	81.0%	S/. 10,751
Etiquetadora	1	122	387	2109	2496	3.17	17	84.5%	S/. 4,398
Total	33	2035	6620	40804	2496	3.36	21.03	86.0%	S/. 126,986

Fuente: Elaboración propia

4. CR3: Incumplimiento de la producción planificada

En el año 2019 la empresa realizó una producción de 2143 docenas sin embargo se tuvo una producción planificada de 2364 docenas es por ello que el % de cumplimiento de producción fue de 90.8% con lo cual se dejó de producir 221 docenas de calzado que representa una pérdida de S/. 32, 487.00, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13

Pérdida por incumplimiento de la producción planificada

Pérdida por falta de KANBAN	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Docenas producidas (2019)	151.00	165.00	258.00	172.00	180.00	175.00	170.00	165.00	180.00	167.00	165.00	195.00	2,143.00
Docenas dejadas de producir	8	7	24	17	11	19	22	24	22	25	17	25	221.00
Docenas planificadas	159.00	172.00	282.00	189.00	191.00	194.00	192.00	189.00	202.00	192.00	182.00	220.00	2,364.00
% Cumplimiento de la producción	95.0%	95.9%	91.5%	91.0%	94.2%	90.2%	88.5%	87.3%	89.1%	87.0%	90.7%	88.6%	90.8%
Utilidad por docena	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00
Pérdida por docenas dejadas de producir	S/. 1,176.00	S/. 1,029.00	S/. 3,528.00	S/. 2,499.00	S/. 1,617.00	S/. 2,793.00	S/. 3,234.00	S/. 3,528.00	S/. 3,234.00	S/. 3,675.00	S/. 2,499.00	S/. 3,675.00	S/. 32,487.00

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Propuestas de mejora

En la siguiente tabla se muestra las propuestas de mejora a desarrollar para dar solución a las causas raíces identificadas.

Tabla 14

Propuesta de mejora seleccionadas

Causa	Descripción	Propuesta de mejora
CR1	Falta de control del setup en el proceso productivo	SMED
CR2	Falta de orden y limpieza	Metodología de las 5S
CR3	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	TPM
CR4	Incumplimiento de la producción planificada	KANBAN

Fuente: Elaboración propia

A continuación se llevara a cabo el desarrollo de las propuestas de mejora seleccionadas para cada causa raíz.

A) CR1 - SMED

Actualmente la empresa tiene tiempos nuestros en el proceso de elaboración de calzado para caballero que es el producto más vendido por la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, es por ello que para dar solución a este problema se procedió a aplicar el SMED.

Para el desarrollo del SMED se siguió los siguientes pasos:

1. Identificar las actividades en las que se divide el proceso de fabricación del calzado para caballero y adicional a ello identificar las actividades que se realizan con máquina parada.

Las actividades fueron identificadas y se plasmó en un diagrama de flujo con los tiempos estándar para la elaboración de una docena y adicional a ello se identificó las actividades realizadas con máquina parada.

Es así pues que se determinó que de las 30 actividades para la elaboración del calzado, el 63% de estas se elaboraban con máquina parada.

Tabla 15

% de actividades con máquina parada antes del SMED

% de actividades con máquina parada actual	
Número de actividades realizadas con máquina parada	19
Número de actividades totales	30
% de actividades realizadas con máquina parada	63%
























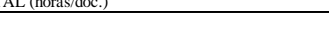


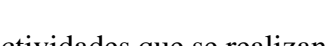
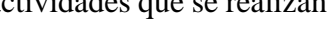
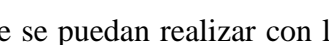




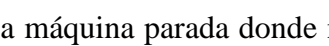

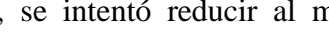
Fuente: Elaboración propia

A continuación en la tabla 16 se presenta el diagrama de flujo de las operaciones en donde se determinó que para la elaboración de una docena de calzado se demoran 8.9 horas y también se puede ver las actividades que se realizan con máquina parada.

Tabla 16

Tiempo estándar del proceso de fabricación de calzado e identificación de actividades con máquina parada

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE CALZADO PARA CABALLERO

DESCRIPCION	     	Tiempo (min)	Tiempo (hora)	Actividades con máquina parada
1 TRANSPORTE DE MATERIALES AL ÁREA DE CORTE		14	0.23	x
2 ORGANIZAR INSTRUMENTOS		9	0.15	x
3 MARCADO Y CORTADO DE CUERO SINTÉTICO		11	0.18	x
4 MARCADO Y CORTADO DE BADANA (CUERPO)		12	0.20	x
5 CORTADO DE PLANTILLA		9	0.15	
6 TRANSPORTAR LOS CORTES		14	0.23	x
7 ORGANIZAR INSTRUMENTOS		12	0.20	x
8 DESBASTADO DE CUERO		17	0.28	
9 DESBASTADO DE BADANA		12	0.20	
10 PASADO DE PEGAMENTO		16	0.27	x
11 DOBLADO DE BORDES		17	0.28	
12 UNIÓN DE PIEZAS		23	0.38	
13 COSIDO DE CUERO		69	1.15	
14 COLOCADO DE ACCESORIOS		23	0.38	x
15 VERIFICACIÓN DEL PERFILADOR		12	0.20	x
16 TRANSPORTAR LOS CORTES PERFILADO		18	0.30	x
17 ORGANIZAR INSTRUMENTOS		19	0.32	x
18 COLOCAR CORTE EN HORMA		22	0.37	
19 PLANTA EN EL CALENTADOR		9	0.15	
20 LIJADO DE LA PLANTA Y DEL CORTE		14	0.23	
21 CORTE, PEGADO Y FIJADO DE LA FALSA		17	0.28	
22 SACAR TACHUELAS Y PEGADO DE PLANTA DE GOMA		19	0.32	
23 DESMOLDAR		10	0.17	x
24 VERIFICACIÓN DEL ARMADOR		15	0.25	x
25 TRANSPORTE DEL ZAPATO AL ÁREA DE ALISTADO		15	0.25	x
26 ORGANIZAR INSTRUMENTOS		14	0.23	x
27 PASADO DE BENCINA		17	0.28	x
28 EMLANTILLADO		21	0.35	x
29 ENCAJADO		23	0.38	x
30 ALMACENADO P.T.		28	0.47	x
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (min/doc.)		531		
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (horas/doc.)		8.9		

Fuente: Elaboración propia

2. Convertir las actividades de preparación internas en externas

Se trata de cambiar las actividades que se realizan con la máquina detenida o parada a actividades que se puedan realizar con la máquina en operación o marcha.

Reducir las actividades internas

En aquellas tareas con la máquina parada donde no es posible hacerlas con la máquina en marcha, se intentó reducir al máximo posible el tiempo dedicado al cambio.

Dentro de las alternativas que se eligieron tenemos:

- Se colocaron instrucciones visuales claras y sencillas para que cualquier personal que vaya a operar la máquina no tenga mayores dificultades en la reparación de la misma.
- Se capacitó al ayudante para que apoye en las actividades de traslado de materiales, organización de instrumentos para que de esta forma se reduzca estas actividades y el operador del equipo pueda seguir haciendo operaciones adicionales.

Reducir las actividades externas

- Se utilizó el menor número de herramientas posibles para evitar invertir tiempo en su búsqueda.
- También se implementó un estante móvil para el traslado de materiales de esta forma se redujo los tiempos de traslado a la mitad.
- El ayudante se encargó de las operaciones de la producción de traslados y organizar instrumentos y se le brindó un entrenamiento básico para apoyar en esas operaciones.

Es por ello que con el Smed se logró reducir el % de actividades realizadas con máquina parada de 63% a 37%, logrando reducir el tiempo de producción pro docena de 8.9 a 6.9 horas, así como se muestra en las tablas 17 y 18.

Tabla 17

% de actividades con máquina parada con el SMED







% de actividades con máquina parada con SMED	
Número de actividades reaizadas con maquina parada	11
Número de actividades totales	30
% de actividades realizadas con máquina parada	37%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Reducción del tiempo estándar y número de actividades hechas con máquina parada.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE CALZADO PARA CABALLERO

DESCRIPCION							Tiempo (min)	Tiempo (hora)	Actividades con máquina parada
1 TRANSPORTE DE MATERIALES AL ÁREA DE CORTE							7	0.12	x
2 ORGANIZAR INSTRUMENTOS									
3 MARCADO Y CORTADO DE CUERO SINTÉTICO							11	0.18	x
4 MARCADO Y CORTADO DE BADANA (CUERPO)							12	0.20	x
5 CORTADO DE PLANTILLA							9	0.15	
6 TRANSPORTAR LOS CORTES							7	0.12	x
7 ORGANIZAR INSTRUMENTOS									
8 DESBASTADO DE CUERO							17	0.28	
9 DESBASTADO DE BADANA							12	0.20	
10 PASADO DE PEGAMENTO									
11 DOBLADO DE BORDES							17	0.28	
12 UNIÓN DE PIEZAS							23	0.38	
13 COSIDO DE CUERO							69	1.15	
14 COLOCADO DE ACCESORIOS							23	0.38	
15 VERIFICACIÓN DEL PERFILADOR							6	0.10	
16 TRANSPORTAR LOS CORTES PERFILADO							9	0.15	x
17 ORGANIZAR INSTRUMENTOS									
18 COLOCAR CORTE EN HORMA							22	0.37	
19 PLANTA EN EL CALENTADOR							9	0.15	
20 LIJADO DE LA PLANTA Y DEL CORTE							14	0.23	
21 CORTE, PEGADO Y FIJADO DE LA FALSA							17	0.28	
22 SACAR TACHUELAS Y PEGADO DE PLANTA DE GOMA							19	0.32	
23 DESMOLDAR							10	0.17	x
24 VERIFICACIÓN DEL ARMADOR							7	0.12	
25 TRANSPORTE DEL ZAPATO AL ÁREA DE ALISTADO							7.5	0.13	x
26 ORGANIZAR INSTRUMENTOS									
27 PASADO DE BENCINA							17	0.28	x
28 EMPLANTILLADO							21	0.35	x
29 ENCAJADO							23	0.38	x
30 ALMACENADO P.T.							28	0.47	x
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (min/doc)							416.5		
SUMATORIA DEL TIEMPO TOTAL (horas/doc)							6.9		

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del SMED se hará necesario la siguiente inversión de S/ 270.00 para material impero y el alquiler del proyector para el adecuado desarrollo de las capacitaciones.

Adicional a ello será necesario invertir en capacitaciones para que el personal pueda implementar de la mejor manera esta herramienta, es por ello que en la tabla 19 se desarrolló un plan de capacitaciones:

Tabla 19

Plan de capacitación para el desarrollo del SMED

CAPACITACIÓN	MÓDULO	DIRIGIDO	DURACIÓN	OBJETIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	INVERSIÓN
SMED	SMED Fase 1	Separar actividades internas de externas	3 horas	Generar en el participante conocimientos y habilidades para aplicar la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED) en sus procesos de cambios de producto o rutinas de mantenimiento preventivo. Aplicar los conocimientos expuestos	X							S/ 6,000.00
	SMED Fase 2	Convertir actividades internas en externas	3 horas	Operadores de máquina del área de producción		X						
	SMED Fase 3	Acelerar actividades internas	3 Hora	filmando, analizando y mejorando las rutinas actuales de cambio de producto o mantenimiento preventivo.			X					
		Explicación de la propuesta de estandarización de procesos	3 horas						X			

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 19 para la realización de las capacitaciones para el SMED se necesita una inversión de S/ 6,000.00.

A continuación se presenta el diagrama de gantt para el desarrollo de la implementación del SMED

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO(día)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL	
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	Formación del equipo organizador	Analista de producción	2														
2	Preparación de materiales de trabajo para supervisión, guía de auditorías internas, colocación y registro de tarjetas rojas	Analista de producción	2														
3	Análisis y presentación de las zonas de aplicación del estudio	Analista de producción	2														
4	Motivación y compromiso	Gerencia	1														
FASE 1 - Separación de las tareas de preparación interna de las de preparación externa																	
5	Análisis del proceso productivo actual	Analista de producción	3														
6	Análisis de las actividades del proceso (internas y externas)	Analista de producción	3														
7	Desarrollo del diagrama de flujo actual	Analista de producción	3														
FASE 2 - Conversión de preparación interna en externa																	
8	Mejorar el proceso reduciendo las actividades con máquina parada	Analista de producción	3														
9	Estandarización de funciones	Todo el equipo	3														
10	Desarrollo del proceso productivo mejorado	Todo el equipo	3														
FASE 3- Comunicar el nuevo proceso																	
11	Comunicación del nuevo proceso	Todo el equipo	1														

Figura 6. Diagrama de gantt para la implementación de la herramienta SMED

Fuente: Elaboración propia

B) CR2- Metodología de las 5s

El método de las 5S es una técnica de gestión japonesa que cuenta con 5 principios simples designando a cada una de sus 5 etapas. Se trata de un método que requiere de un compromiso personal y duradero en temas como la limpieza, la organización, la seguridad y la higiene.

En la empresa se identificó como un problema la falta de orden y limpieza, para lo cual se considera como la herramienta principal para la solución de este problema, la metodología 5S que busca establecer el orden, la limpieza y la disciplina en el trabajo. Para lograr un trabajo bajo los parámetros de orden y disciplina, se necesita que el personal se comprometa con sus responsabilidades y se involucre en la mejora continua de los procesos, modificando sus hábitos. La implementación de las 5S se debe seguir un plan de las fases o etapas y de las actividades a realizar

A continuación se detalla cada fase de las 5s:

a) SEIRI: Es la primera de las 5S y significa “Separar lo innecesario”. El objetivo de esta técnica es separar del espacio o área de trabajo todo aquello que no sea útil, para ejecutarlo se clasifica los objetos y elementos, separando aquellos que no son útiles. En la presente investigación se aplicó el SEIRI, mediante un proceso de seis etapas:



Figura 7. Procedimientos para la implementación del SEIRI

Fuente: Elaboración propia

Uno de los principales pasos para SEIRI es poder identificar aquellos lugares donde son críticos y describir las incidencias que se presentan. Para ello se elaboró la Tabla 20 donde se pudieron identificar las subáreas donde hay mayores problemas por falta de orden y limpieza.

Tabla 20

Identificación de puntos críticos

SUB-ÁREA	DESCRIPCIÓN
Cortado	Actualmente esta zona se encuentra ocupada con objetos que dificultan el tránsito del personal, lo cual retrasa las actividades.
Desbastado	Esta zona se encuentra con residuos de procesos anteriores, asimismo retazos después de cada actividad
Perfilado	Esta es una zona que se encuentra con herramienta u materiales que no tiene ubicación, y esto provoca la obstaculización del área de trabajo
Aparado	Esta es un área de mayor uso, pese a esto la zona se encuentra con desperdicios, desechos, con objetos extraños y en muchos casos obstaculizada por herramientas mal ubicadas.
Acabado/Alistado	La zona se encuentra obstaculizada para que el operario realice las actividades, en ocasiones se encuentra con objetos extraños.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es establecer los criterios a utilizarse para la clasificación de los objetos innecesarios de los que realmente son de utilidad, la idea es clasificarlos ya que algunos objetos pueden ser reutilizados y reubicarse en cambio otros ya deben ser desechados, para esto es importante establecer un diagrama de flujo que permita guiar a los trabajadores de la manera de realizarlo ya que a todos tener el mismo criterio será más fácil y útil realizar este paso a continuación en la tabla 21 se presenta la tabla de situación y soluciones.

Tabla 21

Situaciones y soluciones

Situación	Solución
- Objetos necesarios	- Organizarlos
- Objetos dañados	- Repararlos
- Objetos obsoletos	- Descartarlos
- Objetos sobrantes	- Donar, transferir, vender

Fuente: Elaboración propia

Eliminar todo lo innecesario liberará espacio y ahorrará tiempo de producción dedicado a buscar las herramientas o limpiar la zona de trabajo.

La aplicación de las acciones SEIRI preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos.

El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

La lista de elementos innecesarios se debe diseñar y enseñar durante la fase de preparación. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación. Como se puede observar en la Tabla 22 se clasificó los elementos a desechar o trasladar, para poder ir ordenando las cosas.

Tabla 22

Lista de objetos innecesarios del proceso de producción

N°	Nombre del elemento	N° Tarjeta Roja	Innecesario		Categoría	Razón	Destino
			Operativo	Reparable			
1	Compresora	1	x		Equipo	No se necesita	Transferido a almacén
2	Taladro manual	2	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
3	Serrucho	3		x	Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
4	Comba	4	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
5	Escalera	5		x	Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
6	Gl. aceite	6		x	Materiales	No se necesita	Transferido a almacén
7	Llaves	7	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
8	Soplete de pintura	8	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
9	Calculadora	9	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén
10	Copiadora	10	x		Herramientas	No se necesita	Transferido a almacén

Fuente: Elaboración propia

Otro de los pasos para SEIRI es la aplicación de las tarjetas rojas, cabe resaltar que este tipo de tarjetas permiten marcar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva. El color se utiliza si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo como envases de comida, desechos de materiales de seguridad como guantes rotos, papeles innecesarios, etc.

En la Figura 8 se muestra el formato de tarjeta roja utilizado para el desarrollo de esta fase, como se observa en esta tarjeta se especifica el nombre del artículo, la cantidad, la categoría en el que se clasifica, la razón por el cual es identificado y su destino final.

Tarea		Proceso	
Empresa	GEELVA E.I.R.L.	Área	
Fecha		Analista	
CATEGORÍA			
1	<input type="checkbox"/>	Accesorios o herramientas	
2	<input type="checkbox"/>	Baldes, recipientes	
3	<input type="checkbox"/>	Equipos de oficina	
4	<input type="checkbox"/>	Instrumentos de medición	
5	<input type="checkbox"/>	Librería, papelería	
6	<input type="checkbox"/>	Maquinaria	
7	<input type="checkbox"/>	Otro	
RAZON			
1	<input type="checkbox"/>	Contaminante	
2	<input type="checkbox"/>	Defectuoso	
3	<input type="checkbox"/>	Descompuesto	
4	<input type="checkbox"/>	No se necesita	
5	<input type="checkbox"/>	Uso desconocido	
6	<input type="checkbox"/>	Otro	
DESTINO			
1	<input type="checkbox"/>	Descartar	
2	<input type="checkbox"/>	Transferir	
3	<input type="checkbox"/>	Reparar	
4	<input type="checkbox"/>	Venta	
Fecha de ejecución		Firma del responsable	

Figura 8. Tarjeta roja

Fuente: Elaboración propia

- b) SEITON:** Tras la clasificación, encontramos el orden (SEITON). El concepto principal de esta técnica es la de determinar lo que no es necesario. Es decir, una vez eliminados los elementos u objetos que no son obligatorios

para desempeñar correctamente el trabajo, deben ordenarse aquellos que sí se han considerado como imprescindibles.

Al igual que la anterior, esta técnica ayudará a ser más rápido a la hora de encontrar las herramientas necesarias, así como en una gran claridad a la hora de abordar el trabajo.

Al igual que en la primera S, se estableció un procedimiento para poder desarrollar esta fase y el cual se resume en la Figura 9.

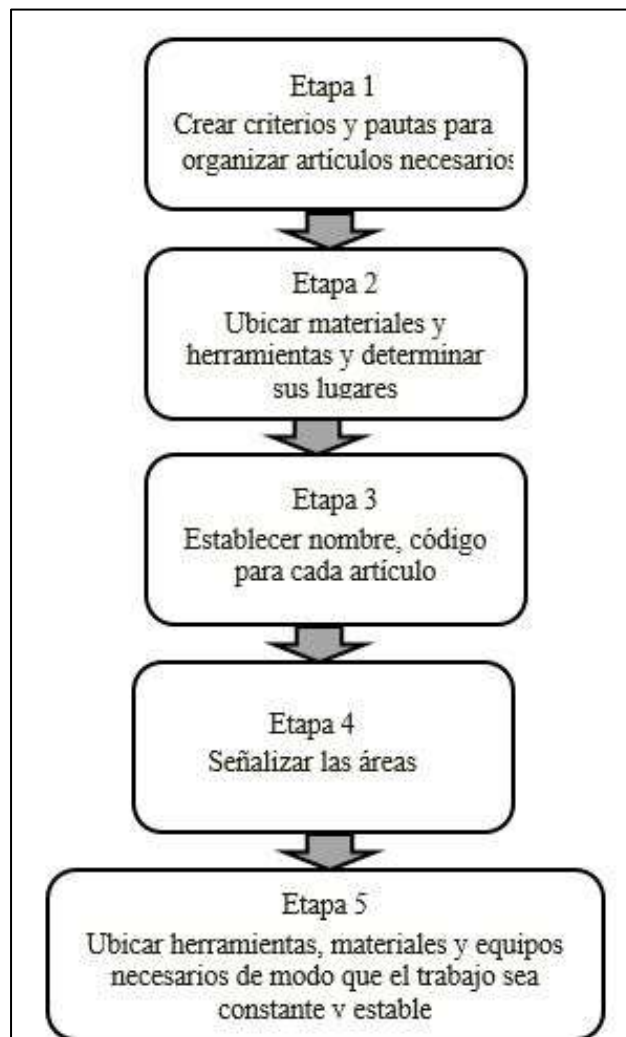


Figura 9. Procedimientos para la implementación del SEITON

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 10 se señaló las estaciones de trabajo para poder guiar al personal donde encontrar sus correspondientes áreas ya que en muchas ocasiones suelen perderse. También es importante visualizar la presencia y ausencia (disponibilidad) para prevenir la falta de objetos. Organizar todos los artículos que necesita, incluyendo repuestos, herramientas y equipo, documentos, etc. Determinar claramente qué se usa, dónde se ubican o se guardan todos los artículos y cuántos de cada uno se tienen disponibles.

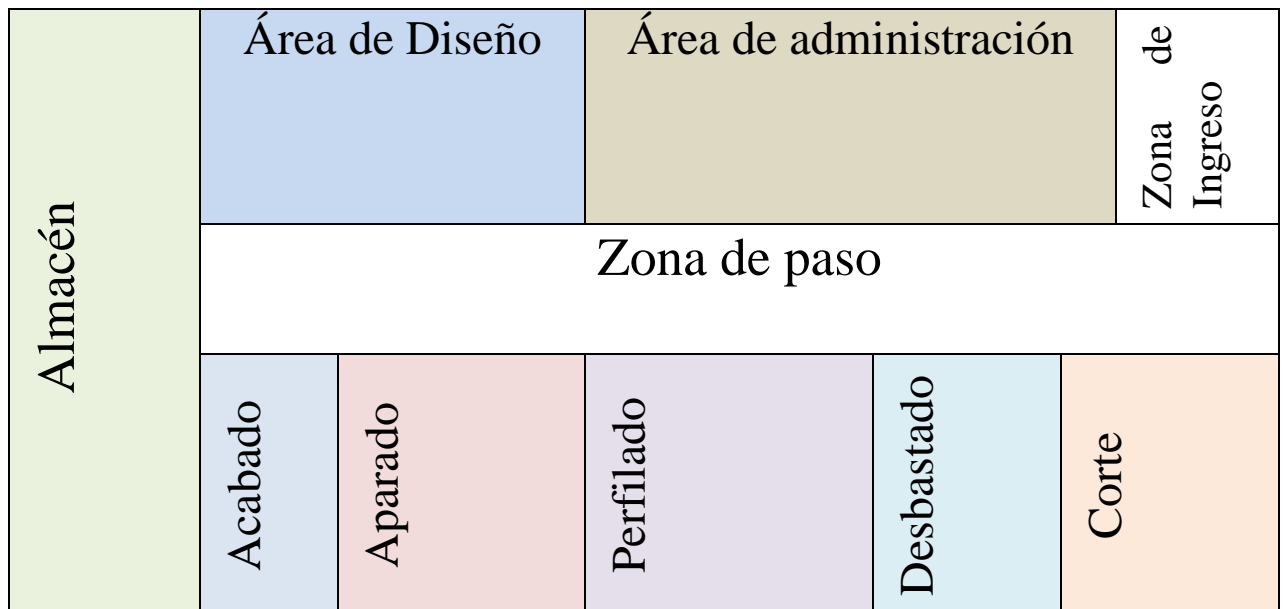


Figura 10. Distribución de planta física

Fuente: Elaboración propia

- c) **SEISO**, es la tercera S, significa tener la necesidad de suprimir la suciedad, es mejorar el nivel de limpieza de los lugares de trabajo y alrededores para lograr reducir los accidentes de trabajo, incrementando exponencialmente la seguridad. Se buscó integrar la limpieza como parte del trabajo mediante un programa de actividades de mejoramiento del medio ambiente, semanales en busca de eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

A continuación se presenta los pasos realizar para el desarrollo de esta fase de las 5s:

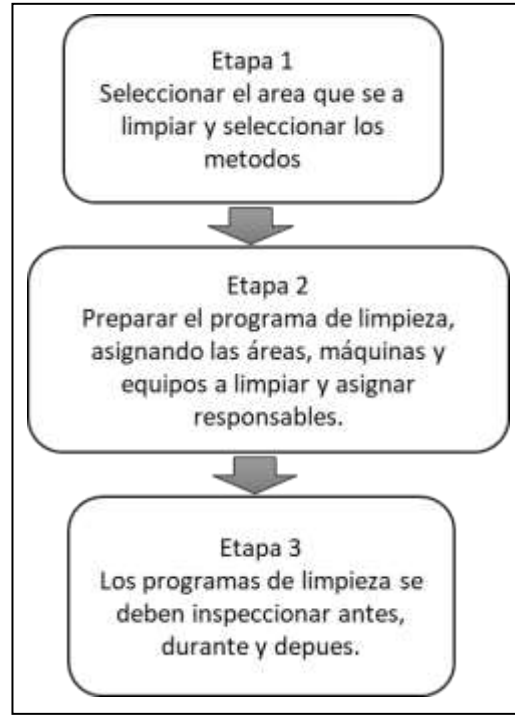


Figura 11. Procedimientos para la implementación del SEISO

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se realizó un programa de limpieza para las áreas de producción de la empresa de Calzados el cual se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

Programa de limpieza del área de producción

Tarea:	Implementación del SEISO		Empresa:	Empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo		
Fecha:	22/10/2019			Área:	Producción	
Analistas:	Fuentes Valdivia Arnold					
ÁREAS	ACTIVIDADES	TAREAS	UTENSILIOS	RESPONSABLES	DIAS	
					LU	MAR
					N	T
					MIE	JU
					R	E
					VIE	SA
					R	B
CORTADO	Barrer y limpiar la estación de CORTADO	Barrer y limpiar Las herramientas Recoger el agua del piso	Escoba, recogedor, trapo industrial y agua.	Operario del área y personal de limpieza	X	X

DESBASTADO	Limpieza de la estación de DESBASTADO	Limpieza del piso de las estaciones.	Escoba, recogedor, trapo industrial y agua.	Operario del área y personal de limpieza	X	X	X	X	X	X
		Recoger los desperdicios de la materia prima Colocar en su lugar los materiales utilizados								
PERFILADO	Limpieza de la estación PERFILADO	Limpieza del piso de las estaciones.	Escoba, recogedor, trapo industrial y agua.	Operario del área y personal de limpieza	X	X	X	X	X	X
		Colocar los desechos en los cilindros de basura. Colocar en su lugar los restos								
APARADO	Limpieza de la estación de APARADO	Limpieza de la máquina después de su uso.	Escoba, recogedor, trapo industrial y agua.	Operario del área y personal de limpieza	X	X	X	X	X	
		Limpieza de la máquina después de su uso. Limpiar el suelo y recoger los materiales utilizados.								
ACABADO	Limpieza de la estación de ACABADO	Limpieza de la máquina después de su uso.	Escoba, recogedor, trapo industrial y agua.	Operario del área y personal de limpieza	X	X	X	X	X	X
		Limpieza de la máquina después de su uso. Limpiar el suelo y recoger los sobrantes de la materia prima.								

Fuente: Elaboracion propia

Asimismo para asegurar que la limpieza se realice según lo planificado se elaboró un formato de Inspección de limpieza el cual tendrá que ser aplicado diariamente por el jefe de área de producción o una persona que el delegue.

Tabla 24

Formato de Inspección de Limpieza

INSPECCION DE LIMPIEZA						
Tarea:	Implementación del SEISO	Empresa:	Empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo			
Fecha:	22/10/2019	Área:	Producción			
Analistas:	Fuentes Valdivia Arnold					
N°	ASPECTOS	BUENO	MALO	N/A	OBSERVACIONES	
1	Los equipos y maquinas se encuentran con sus protectores y guardas correspondientes					
2	Las paredes, techos, ventanas y pisos se encuentran limpios de polvo					
3	Los pisos y pasadizos se encuentran bien señalizados y libres de obstáculos					
4	Los estantes y anaqueles donde son ubicados los repuestos, insumos y materiales se encuentran clasificados, ordenados y limpios					
5	Los pisos se encuentran secos, libres de derrames de químicos, disponen de bandejas para recepción de líquidos derramados.					
6	Las herramientas están ubicadas correctamente					
7	Disponen de los equipos, herramientas y materiales necesarios para hacer la limpieza					

Fuente: Elaboración propia

- d) SEIKETSU:** En este pilar se busca crear hábitos de limpieza y orden para evitar perder todo lo que se ha logrado con las tres primeras S y de esta manera mantener las áreas de trabajo en perfectas condiciones.

De ahí la gran importancia de este pilar, el cual constituye el soporte de todo lo que se ha alcanzado, por lo que se debe de elaborar controles efectivos que garanticen el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

Responsabilidades de Limpieza

Los operarios de cada área deben de realizar las labores de limpieza, todos los operarios están en la obligación de mantener limpio sus respectivos puestos de trabajo.

Patrulla 5S

Designar un grupo que conforme la patrulla 5s quien será la encargada de llevar un estricto control de las tareas que han sido asignadas dentro de la implementación de las 5s, por este motivo esta patrulla ha sido conformada por personas relacionadas con las tareas de producción que pueden ser:

- Jefe de producción
- Supervisor de producción
- Operario líder de producción

Estas personas deberán velar por el cumplimiento de todos los procedimientos que han sido establecidos.

- e) **SHITSUKE:** La quinta S (SHITSUKE) es la técnica de la disciplina se centra en el hecho de seguir mejorando. Se sitúa al final del método de las 5S, precisamente porque ha de aplicarse después de las técnicas anteriores. La disciplina rígida permite sacar el máximo partido al resto de elementos que conforman las 5S, pues facilitan su aplicación rigurosa y efectiva. El

mantenimiento de la disciplina irá en estrecha relación con la necesidad de aplicar un riguroso control del sistema en su aplicación; así como un seguimiento continuo de la productividad.

A continuación en la figura 12 se muestra el procedimiento para el desarrollo de esta fase.

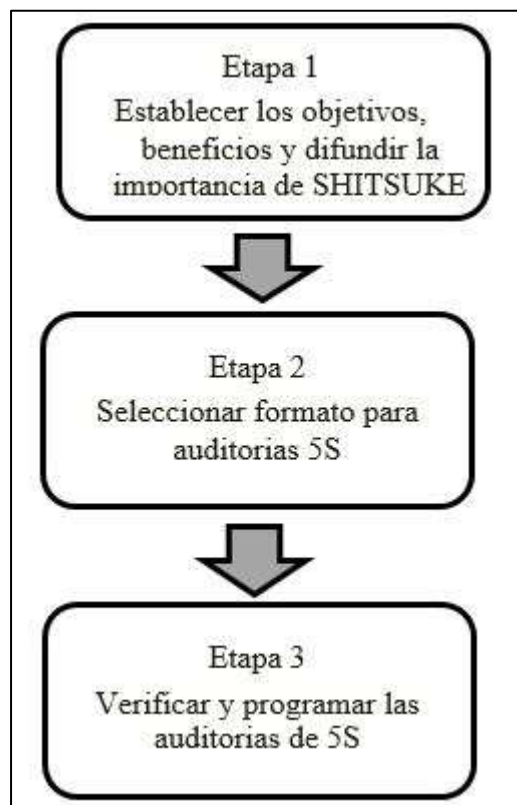


Figura 12. Procedimientos para la implementación de SHITSUKE

Fuente: Elaboración propia

El primer paso para implementar la disciplina es establecer los objetivos, identificar los beneficios y comprender la importancia, ya que al plantearlo de manera estratégica podrá ayudar a mantener el camino hacia la sostenibilidad de esta herramienta. En la tabla 25 se resumen lo descrito anteriormente.

Tabla 25

Objetivos, beneficio e importancia de SHITSUKE

SHITSUKE	
OBJETIVOS	
·	Respetar las normas para mantener el área de trabajo limpia.
·	Respetar las normas impuestas para la aplicación de las 5S
·	Promover el hábito y cultura de las buenas normas
-	Practicar la autodisciplina, respeto a sí mismo y los demás
BENEFICIOS	
·	La disciplina se convierte a un hábito en el trabajo
·	El lugar de trabajo se convierte en un lugar agradable para todos
·	La moral del trabajador aumenta al realizar las actividades
IMPORTANCIA	
·	El trabajador sigue una disciplina para mantener las 5S
·	El trabajador convierte un hábito en respetar las normas, estándares
·	Permite lograr los objetivos trazados rápidamente

Fuente: Elaboración propia

El otro paso es poder establecer el método de evaluación que se llevará para la verificación de las demás fases, en la figura13 se puede observar un formato de Check list establecido para las estaciones de producción en la empresa. El método de las 5S es un método de muy fácil aplicación, pero de enormes resultados. No obstante, hay que destacar que se trata de un método que tiene que ser de seguimiento estricto y liderado por personas rigurosas, con capacidad de observación y mente analítica.

CHECK LIST DE 5S DE LA EMPRESA DE CALZADOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO		
0 Puntos	1 Puntos	2 Puntos
No cumple	Cumple con observaciones	Cumple totalmente

PASO	CONCEPTO	Hallazgo		
		PUNTOS	CONFORME	OBSERVACIONES
CLASIFICAR	¿Sólo están los objetos necesarios en el área?			
	¿Se tiene exceso o falta de material?			
	¿En el área existe Mobiliario no previsto o equipos descompuestos o sin uso?			
	¿Se cuenta con algún procedimiento para identificar los documentos y materiales obsoletos de los que se usan a diario?			
	¿Se realiza algo con el material antiguo o en desuso?			
	¿Hay objetos personales en el área de trabajo y equipos?			
	TOTAL			
	ORDENAR	¿Los Pasillos, áreas de almacenamiento y lugares de trabajo están claramente definidos?		
¿Las Herramientas sin utilizar son debidamente guardadas?				

LIMPIEZA	¿Se cuenta con contenedores de materia prima o producto dentro de áreas señalizadas?			
	¿Las máquinas, cables, u otros objetos están puestos en su lugar?			
	¿Existen obstáculos cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?			
	¿Las estanterías están debidamente identificadas y con letreros para conocer los materiales que van depositados en ellos?			
	¿Lo necesario está identificado y almacenado correctamente ?			
	¿Se cuenta con algún método de identificación en las estanterías?			
	¿Existe identificación y señalización de áreas?			
	TOTAL			
	Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de			

	acceso y los alrededores de los equipos, ¿puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?			
	¿Hay partes de las máquinas o áreas de trabajo sucias?			
	¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?			
	¿Se limpian las máquinas o áreas de trabajo con frecuencia y se mantienen libres de grasa, polvo, etc.?			
	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?			
	¿Se barre y limpia el suelo, equipos y áreas de trabajo normalmente sin ser dicho?			
	TOTAL			
ESTANDARIZACIÓN	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?			
	¿Se actúa generalmente			

	sobre las ideas de mejora?			
	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?			
	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar lo innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos y áreas, limpieza)?			
	TOTAL			
DISCIPLINA	¿Se tiene algún control de limpieza?			
	¿Se realiza a diario el control de limpieza?			
	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándar definidos?			
	¿Las herramientas se almacenan correctamente?			
	¿Se están cumpliendo con los controles de identificación de herramientas?			
	¿Todas las actividades definidas en las 5s se llevan a cabo y se realizan			

	los seguimientos definidos?			
	TOTAL			

Figura 13. Check list para las 5s

Fuente: Elaboración propia

Pero para llegar a ese nivel de compromiso, es necesario promocionar continuamente las 5s e incentivar a todo el personal involucrado, por lo cual se debe conformar un Consejo de Promoción 5's que se encargue de la difusión continúa de la metodología y de estimular a los trabajadores en el cumplimiento de las actividades que les sea asignada.

Este consejo colocará carteles en donde se explique que son las 5's y sus beneficios. De igual manera se colocará posters y afiches con mensajes que motiven al cumplimiento de las tareas asignadas y que además hagan sentir orgullosos a los trabajadores de los logros alcanzados.

Presupuesto

El costo total de la propuesta es de S/. 9,009.00 soles y en la tabla 26 se muestra el detalle de estos costos.

Tabla 26

Costo de la propuesta de 5S

Inversión 5S	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil (años)	Depreciación mensual
Pintura para demarcación de espacios	6	S/. 65.00	S/. 390.00		
Material informativo (Lups, instructivos, procedimientos , etc.)	6	S/. 100.00	S/. 600.00		
Escobas	5	S/. 10.00	S/. 50.00		
Recogedores	5	S/. 10.00	S/. 50.00		
Una aspiradora	1	S/. 799.00	S/. 799.00	5	S/. 13.32
Ventiladores	5	S/. 200.00	S/. 1,000.00	5	S/. 16.67
Andamios metálico grande	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00	5	S/. 75.00
Contenedores de basura (punto ecológico)	3	S/. 300.00	S/. 900.00	5	S/. 15.00
Bolsas para la basura(10 unidades)	36	S/. 20.00	S/. 720.00		
Total			S/. 9,009.00		S/. 119.98

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello será necesario invertir en capacitaciones para que el personal pueda implementar de la mejor manera esta herramienta, es por ello que en la tabla 27 se desarrolló un plan de capacitaciones:

Tabla 27

Plan de capacitación para el desarrollo de las 5S

CAPACITACIÓN	MÓDULO	DIRIGIDO	DURACIÓN	OBJETIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	INVERSIÓN
	Fundamentos de la cultura 5S		3 horas		x							
5s	5S en toda la organización	Personal del área de Producción	3 horas	Conocer y mantener la Metodología 5S con la finalidad de lograr equipos de trabajo eficientes y productivos, con espacios limpios, despejados y ordenados, eliminando actividades sin valor agregado y no productivas			x					S/. 4,500.00
	Explicación de la propuesta de implementación de 5S en la empresa		3 horas							x		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 27 para la realización de las capacitaciones para las 5S se necesita una inversión de S/ 4,500.00.

A continuación en la figura 14 se presenta el diagrama de Gantt para la implementación de la metodología de las 5S.

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO(día)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL	
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	Formación del equipo organizador	Equipo Calidad	1														
	Preparación de materiales de trabajo para supervisión, guía de auditorías internas, colocación y registro de tarjetas rojas	Comité Calidad	1														
	Análisis y presentación de las zonas de aplicación y compromiso de colaboradores	Comité Calidad	1														
	Motivación y compromiso	Gerencia	1														
FASE 1 SEIRI-SELECCIÓN																	
2	Identificación de puntos críticos	Equipo Calidad	1														
	Establecer criterios para descartar artículos innecesarios	Gerencia-Equipo	1														
	Descartar artículos innecesarios conforme a criterios establecidos	Equipo Calidad	1														
	Agrupar en calidad de almacenamiento temporal (en el patio de la empresa), los artículos innecesarios que han sido desechados en las áreas intervenidas	Todo el equipo	2														
	Aplicar tarjeta roja a aquellos artículos sobre cuya utilización se tiene duda	Grupo Responsable	3														
FASE 2 SEITON-ORDEN																	
3	Establecer pautas y criterios para organizar artículos necesarios	Equipo Calidad	1														
	Rotular todos los materiales, herramientas y determinar sus lugares	Todo el equipo	1														
	Definir nombre, código o color para cada artículo	Todo el equipo	2														
	Señalizar las áreas del piso	Todo el equipo	2														
	Colocar en forma sistemática, herramientas, materiales, y equipos necesarios, de modo que el flujo de trabajo sea constan	Todo el equipo	1														

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO(día)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL	
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
FASE 3 SEISON-LIMPIEZA																	
4	Determinar que se va a limpiar y que método de limpieza se usara	Equipo Calidad	1														
	Preparar el programa de limpieza, asignando las áreas, máquinas y equipos a limpiar y los responsables	Todo el equipo	1														
	Las actividades de limpieza deben incluir inspección antes, durante y al final de los turnos	Todo el equipo	1														
FASE 4 SEIKETSU-ESTANDARIZACION																	
5	Establecer los objetivos, determinar los beneficios e informar la importancia de SEIKETSU	Todo el equipo	1														
	Establecer estándares de orden y limpieza	Todo el equipo	1														
	Establecer estándares de orden al final del turno	Todo el equipo	2														
FASE 5 SHITSUKE-DISCIPLINA																	
6	Establecer los objetivos, determinar los beneficios e informar la importancia de SHITSUKE	Todo el equipo	5														
	Establecer formato para auditorías 5S	Equipo Calidad	5														
	Medir y programar las auditorías de 5S	gerencia	5														

Figura 14. Diagrama de gantt de la implementación de las 5S

Fuente: Elaboración propia

C) CR3 - TPM

En la empresa no se cuenta con un plan de mantenimiento a seguir, por lo que el personal de planta no tiene una secuencia de trabajo estandarizado, ni tampoco parámetros con los cuales se pueda medir la eficacia y eficiencia de sus trabajos que nos puedan garantizar que el mantenimiento de las máquinas sea la más óptima, ello se ve reflejado en que los tiempos de mantenimiento empleados por cada trabajador varían constantemente y se extienden más del tiempo necesario para ejecutarlo, prolongando así el tiempo de parada de los equipos, lo cual genera reclamos constantes por parte de los clientes, pérdida de clientes, generalmente los técnicos no logran culminar con los mantenimientos diarios a realizar, generando pérdidas monetarias en la empresa.

Con la implantación del sistema TPM se logra tener equipos e instalaciones productivas más eficaces, un aumento de la flexibilidad del sistema productivo y un mantenimiento perfectamente integrado en la producción. Consigue una implicación de todas las personas que participan en el proceso productivo.

Desarrollo del TPM

El Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) desarrolló un método en siete pasos cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa. Los pasos para desarrollar es cambio de actitud son los siguientes:

a) Fase 1. Aseo inicial

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se realiza una puesta a punto del equipo (se reparan todos los defectos conocidos)

b) Fase 2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular (fugas de aceite, por ejemplo), se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

c) Fase 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

d) Fase 4. Inspecciones generales

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

e) Fase 5. Inspecciones autónomas

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

f) Fase 6. Orden y Armonía en la distribución

La estandarización y la procedimentación de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc.

Para dar solución a esta causa raíz aplicando TPM, se desarrollará un plan de mantenimiento preventivo el cual tendrá a función de cumplir las 6 fases anteriores.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE CALZADOS DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para los equipos encargados de la producción de la empresa de Calzados, se tendrá que seguir los siguientes pasos:

1. Inventario de los equipos

Actualmente la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo no tiene un inventario de todos sus equipos ya que a medida que ha ido incrementando la demanda de sus productos ha ido adquiriendo más equipos.

Es por ello que se considera necesario para realizar un adecuado plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción se debe tener inventariado los equipos.

Se procedió a realizar el inventario de los equipos con los que actualmente cuentan en el área de producción.

Tabla 28

Inventario de equipos del área de producción

N°	NOMBRE DEL EQUIPO	N° DE EQUIPOS	MARCA
1	Horno reactivador	2	Janome
2	Devastadora de cuero	2	Brother
3	Cortadora	1	Gemsy
4	Máquina Mitsubishi de corte	2	Mitsubishi
5	Rebabeadora	1	Deyee
6	Plana 2 agujas	3	Janome
7	Conformadora de talón	2	Janome
8	Devastadora de talón	2	Janome
9	Conformadora de punta	2	Janome
10	Armadora de punta	2	Gemsy
11	Prensadora de talón	2	Gemsy
12	Prensadora de punta	1	Gemsy
13	Rematadora	2	Jaki
14	Horno frio y calor	1	Gemsy
15	Cosedora	1	Gemsy
16	Ojalilladora	2	Jaki
17	Cortadora de rebaba	2	Singer
18	Lijadora	2	Singer
19	Etiquetadora	1	Singer

Fuente: Elaboración Propia

2. Codificación de los equipos

Luego de realizado el inventario de los equipos con los que cuenta la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, en su proceso de producción, se procedió a codificarlos.

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

- Carácter 1 y 2: Indica el área a la cual pertenecen los equipos, en el ejemplo se ve una OR porque pertenecen al área de Producción.
- Carácter 3,4 y 5: se coloca las iniciales del nombre del equipo, en el ejemplo se pone TRO, ya que describe a la máquina TROQUEL.
- Carácter 6: se coloca un número correlativo por la cantidad de equipos que se tenga en cada área.

A continuación en la tabla 29, se muestra la codificación de los equipos de producción.

Tabla 29

Código de los equipos de producción

EQUIPOS	N° DE EQUIPOS	CODIFICACIÓN				CÓDIGO
		1 Y 2 CARÁCTER	3,4Y 5CARÁCTER	6 CARÁCTER		
Horno reactivador	2	PR	HOR	2	PRHOR-2	
Devastadora de cuero	2	PR	DEV	4	PRDEV-4	
Cortadora	1	PR	COR	5	PRCOR-5	
Maquina Mitsubishi de corte	2	PR	MIT	7	PRMIT-7	
Rebabeadora	1	PR	REB	8	PRREB-8	
Plana 2 agujas	3	PR	PLA	11	PRPLA-11	
Conformadora de talón	2	PR	CON	13	PRCON-13	
Devastadora de talón	2	PR	DEV	15	PRDEV-15	
Conformadora de punta	2	PR	CON	17	PRCON-17	
Armadora de punta	2	PR	ARM	19	PRARM-19	
Prensadora de talón	2	PR	PRT	21	PRPRT-21	
Prensadora de punta	1	PR	PRP	22	PRPRP-22	
Rematadora	2	PR	REM	24	PRREM-24	
Horno frío y calor	1	PR	HOR	25	PRHOR-25	
Cosedora	1	PR	COS	26	PRCOS-26	
Ojalilladora	2	PR	OJA	28	PROJA-28	
Cortadora de rebaba	2	PR	COR	30	PRCOR-30	
Lijadora	2	PR	LIJ	32	PRLIJ-32	
Etiquetadora	1	PR	ETI	33	PRETI-33	

Fuente: Elaboración propia

3. Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a cuales equipos es necesario realizar el mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los equipos del área de producción y para ello se analizara la criticidad con respecto de 4 factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

La escala usada es:

- clasificación A: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 80% del total de los costos directos de reparación.
- clasificación B: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 15% del total de los costos directos de reparación.
- clasificación C: equipamiento que pertenece al grupo correspondiente al 5% del total de los costos directos de reparación.

Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso, el cual se muestra a continuación:

- De Velocidad de manifestación de falla: 30%
- De Seguridad del Personal y Ambiente: 10%
- De Costos de la parada de producción: 30%
- De Costos de Reparación: 30%

Luego de sumar todos los factores, se determinan 3 niveles de criticidad:

- Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.
- Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.
- No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

A continuación en la tabla 30 se presenta el resultado del análisis de criticidad en los equipos de producción.

Tabla 30

Resultados del análisis de criticidad

Codigo	Resultado de Criticidad	Puntaje	Clasificación
PRHOR-2	Horno reactivador	54	Semi-crítico
PRDEV-4	Devastadora de cuero	64	Semi-crítico
PRCOR-5	Cortadora	64	Semi-crítico
PRMIT-7	Maquina Mitsubishi de corte	94	Crítico
PRREB-8	Rebabeadora	94	Crítico
PRPLA-11	Plana 2 agujas	49	No crítico
PRCON-13	Conformadora de talón	94	Crítico
PRDEV-15	Devastadora de talón	94	Crítico
PRCON-17	Conformadora de punta	49	No crítico
PRARM-19	Armadora de punta	49	No crítico
PRPRT-21	Prensadora de talón	94	Crítico
PRPRP-22	Prensadora de punta	79	Semi-crítico
PRREM-24	Rematadora	94	Crítico
PRHOR-25	Horno frio y calor	49	No crítico
PRCOS-26	Cosedora	94	Crítico
PROJA-28	Ojalilladora	94	Crítico
PRCOR-30	Cortadora de rebaba	94	Crítico
PRLIJ-32	Lijadora	94	Crítico
PRETI-33	Etiquetadora	94	Crítico

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 30, de los 19 equipos con los que cuenta la empresa solo 11 equipos son Críticos según el análisis de criticidad realizado en la tabla 31, por lo tanto el mantenimiento preventivo estará dirigido a estos equipos.

Tabla 31

Análisis de criticidad de equipos del área de producción

		Análisis de Criticidad													
CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	VELOCIDAD				SEGURIDAD				COSTO DE PARADA		COSTO DE REPARACIÓN			
		May corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO	Clasificación C: ELEVADO
PRHOR-2	Horno reactivador	1				1						1	1		
PRDEV-4	Devastadora de cuero	1				1						1	1		
PRCOR-5	Cortadora		1			1						1	1		
PRMIT-7	Maquina Mitsubishi de corte	1				1						1		1	
PRREB-8	Rebabeadora	1				1						1		1	
PRPLA-11	Plana 2 agujas		1			1						1	1		
PRCON-13	Conformadora de talón	1				1						1		1	
PRDEV-15	Devastadora de talón	1				1						1		1	
PRCON-17	Conformadora de punta		1			1						1	1		
PRARM-19	Armadora de punta		1			1						1	1		
PRPRT-21	Prensadora de talón	1				1						1		1	
PRPRP-22	Prensadora de punta	1				1						1	1		
PRREM-24	Rematadora	1				1						1		1	
PRHOR-25	Horno frio y calor		1			1						1	1		
PRCOS-26	Cosedora	1				1						1		1	
PROJA-28	Ojalilladora	1				1						1		1	
PRCOR-30	Cortadora de rebaba	1				1						1		1	
PRLIJ-32	Lijadora	1				1						1		1	
PRETI-33	Etiquetadora	1				1						1		1	
	Factores	1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se desarrollará el plan de mantenimiento preventivo para los equipos del área de producción con la finalidad de incrementar la disponibilidad ya que se reducirá las fallas correctivas.

4. Elaboración del programa de mantenimiento preventivo

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de producción se tuvo que revisar el manual del fabricante para determinar las frecuencias de inspección y realización del mantenimiento. A continuación en la tabla 32 se muestra el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla 32

Programa de mantenimiento preventivo en los equipos de producción 1

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO -2020							
Equipo	Actividad	Frecuencia	N° OT	Min por cada mantto.	Tiempo total por equipo	Tiempo total	Tiempo total para todos los equipos
Maquina Mitsubishi de corte	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1320	2
	Engrase	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
Prensadora de talón	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1320	2
	Engrase	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
Rebabeadora	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1680	1
	Engrase	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
Conformadora de Talón	Cambio de cuchillos	mensual	12	30	360	960	2
	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
Devastadora de Talón	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1080	2
	Revisión parte mecánica	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
	Rebobinado del motor	trimestral	4	30	120		
Rematadora	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1320	2
	Lubricación	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
Cosedora	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1440	1
	Engrase	Quincenal	24	15	360		
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360		
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360		
	Rebobinado del motor	trimestral	4	30	120		

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO -2020								
Equipo	Actividad	Frecuencia	N° OT	Min por cada mantto.	Tiempo total por equipo	Tiempo total	Tiempo total para todos los equipos	
Ojalilladora	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1320	2	15840
	Engrase	Quincenal	24	15	360			
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360			
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360			
Cortadora de rebaba	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1320	2	2640
	Lubricación	Quincenal	24	15	360			
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360			
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360			
Lijadora	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240	1440	2	2880
	Engrase	Quincenal	24	15	360			
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360			
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360			
Etiquetadora	Rebobinado del motor	trimestral	4	30	120	1320	1	1320
	Limpieza del equipo	Semanal	48	5	240			
	Engrase	Quincenal	24	15	360			
	Revisión parte mecánica	mensual	12	30	360			
	Revisión parte eléctrica	mensual	12	30	360			
Total			752	685	10440	10440	19	30960
				Horas al año				516.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en el cuadro anterior el número total de horas para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo propuesto es de 516 horas durante todo un año.

5. Costo para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

Herramientas y equipos

Cabe mencionar que la empresa no cuenta con equipos y herramientas para el desarrollo de actividades de mantenimiento, es por ello que se debe adquirir herramientas y equipos adicionales que le permita desarrollar un adecuado mantenimiento preventivo. Los equipos y herramientas que se debe adquirir se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 33

Inversión en equipos y herramientas

LISTA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	COSTO UNITARIO	VIDA UTIL (AÑOS)	CANTIDAD	TOTAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Vibrometro	S/. 827.01	5	1	S/. 827.01	S/. 13.78
Termógrafo	S/. 732.60	5	1	S/. 732.60	S/. 12.21
Viscosímetro	S/. 1,498.50	5	1	S/. 1,498.50	S/. 24.98
Banco	S/. 800.00		1	S/. 800.00	
Mesa de trabajo	S/. 360.00		1	S/. 360.00	
Esmeril	S/. 500.00	5	1	S/. 500.00	S/. 8.33
Juego de llaves	S/. 300.00		1	S/. 300.00	
Caja de heramientas	S/. 200.00		1	S/. 200.00	
TOTAL				S/. 5,218.11	S/. 59.30

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla anterior el costo total de los equipos y herramientas es de S/.5, 208.11.

Capacitación

Se considera necesario brindar capacitaciones al personal de producción para que pueda desarrollar algunas actividades de mantenimiento básico. Es por ello que se realizó un diagrama de Gantt de las capacitaciones a brindar al personal de mantenimiento y los operarios de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

Tabla 34

Cronograma de Capacitaciones

N°	TEMA	CRONOGRAMA												Horas	COSTO	
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
1	Mantenimiento preventivo de equipos industriales	X													3	S/. 2,000
2	Herramientas para la gestión de mantenimiento					X									3	S/. 2,000
3	Costos de Mantenimiento de equipos industriales								X						3	S/. 2,000
4	Manejo adecuado de los equipos de producción											X			3	S/. 2,000
	TOTAL													12	S/. 8,000.00	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar el costo de las capacitaciones es de S/.8, 000.

A continuación en la figura 15 se presenta el diagrama de gantt para el desarrollo de las mejoras del TPM en los equipos de producción de la empresa Calzados de la ciudad de Trujillo.

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO(día)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL	
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	Identificación de los equipos de producción	Analista de producción y mecánico	2														
2	Recolección de información de mantenimiento cada equipo de producción	Analista de producción y mecánico	2														
3	Codificación de los equipos de producción	Analista de producción y mecánico	2														
4	Análisis de criticidad de los equipos de producción	Analista de producción y mecánico	1														
5	Cálculo de indicadores de mantenimiento actuales	Analista de producción y mecánico	3														
6	Cálculo de la disponibilidad actual	Analista de producción y mecánico	3														
7	Elaboración del plan de mantenimiento para equipos críticos	Analista de producción y mecánico	3														
8	Comunicación a los trabajadores	Todo el equipo	3														

Figura 15. Diagrama de Gantt de la implementación del TPM

Fuente: Elaboración propia

D) CR4 - Desarrollo del KANBAN

Esta herramienta permite evaluar el aprovisionamiento a tiempo en las áreas de trabajo, dado que es muy frecuente que no exista comunicación efectiva entre el área de producción con logística, por lo cual es importante alinear los inventarios intermedios y el flujo del proceso de fabricación de acuerdo al comportamiento de la demanda y de avance en la fábrica.

Por esta razón surge la necesidad de aplicar la metodología Kanban como herramienta que permita controlar los materiales y la producción, mediante señales logra mantener en constante movimiento los diversos materiales necesarios para las diferentes etapas de producción logrando así disminuir las horas de tiempos improductivos que surgen por la falta de aprovisionamiento interno.

1. Objetivo del kanban en el área de producción de la empresa

“Integrar los procesos de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo de tal forma que los materiales lleguen en el tiempo y en la cantidad requerida a cada etapa del proceso de elaboración de pasamanos”.

2. Tipo de Kanban a utilizar

El tipo de kanban a utilizar se elige de acuerdo al tipo de instrucción que el proceso subsecuente envíe al proceso anterior. Si el proceso anterior envía una señal para obtener material se utiliza un kanban de material; mientras que si el proceso anterior lo que desea enviar es una señal de iniciar la producción se emplea un kanban de producción. Para efectos

prácticos de la representación de las etiquetas kanban se define lo siguiente:

Kanban de producción: será identificado como Kanban P.

Kanban señalador o de material: será identificado como Kanban S.

Para diferenciar los dos tipos de kanban se presenta el siguiente ejemplo:

Entre el área donde se hace el corte del cuero y el almacén de MP, la situación es que el área de corte requiere el cuero que proviene del almacén, entonces envía una señal de material al área de almacén, el cual no produce nada, solo examina si tiene el cuero solicitado; por lo cual se utiliza un kanban S.

Reglas del Kanban

- Regla 1: no se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes

El proceso que ha producido un corte defectuoso o pegado defectuoso, lo puede descubrir inmediatamente. El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal de producción para evitar que vuelva a pasar. Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para que este no vuelva a ocurrir.

- Regla 2: Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario.
 - a. No se debe requerir material sin una tarjeta Kanban.
 - b. Una etiqueta de kanban debe siempre acompañar a cada componente.

- c. Enviar únicamente la cantidad solicitada en el kanban.
 - Tareas Regla 3: Producir solamente la cantidad exacta requerida
 - a. No producir más que el número de kanbanes.
 - b. Producir en la secuencia en la que los kanbanes son recibidos (en orden).
 - Tareas Regla 4: Balancear la producción

Mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.
 - Tareas Regla 5: Kanban es un medio para evitar especulaciones.
 - a. El proceso subsecuente no puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente proceso un poco más temprano.
 - b. Los procesos solo pueden enviar la información contenida en las tarjetas kanban.
 - Tareas Regla 6: Estabilizar y racionalizar el proceso.

Cumplir siempre las cinco reglas anteriores.

Etiquetas Kanban

A continuación se presenta las etiquetas de Kanban a utilizar en el proceso de producción:

Descripción del Producto			Proceso
Accesorios			
Medidas			
Cantidad		Unidad de medida	
Área de almacenamiento			
Área de entrega		Tarjeta N°:	

Figura 16. Kanban de Producción

Fuente: Elaboración propia

Descripción del Producto			Proceso predecesor
Accesorios			
Medidas			
Cantidad		Unidad de medida	
Estante de almacenamiento			Proceso subsecuente
Tarjeta N°:			

Figura 17. Kanban de material

Fuente: Elaboración propia

Inversión para el desarrollo del Kanban

Para el desarrollo del kanban se hará una inversión de S/. 3, 625,00, así como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35

Inversión para el desarrollo del Kanban

INVERSIÓN	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Laptop	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Papel para etiquetas	150	S/. 0.50	S/. 75.00
Tinta	8	S/. 30.00	S/. 240.00
Impresora A4	1	S/. 450.00	S/. 450.00
	Total		S/. 3,265.00

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello será necesario invertir en capacitaciones para que el personal pueda implementar de la mejor manera esta herramienta, es por ello que en la tabla 36 se desarrolló un plan de capacitaciones:

Tabla 36

Plan de capacitación para el desarrollo del KANBAN

CAPACITACIÓN	MÓDULO	DIRIGIDO	DURACIÓN	OBJETIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	INVERSIÓN
	Sistemas de producción justo a tiempo		3 horas	Controlar el flujo de material y la producción de acuerdo con el principio "pull".			x					
KANBAN	Sistema Kanban	Personal del área de Producción	3 horas	Los llamados circuitos de control de autorregulación se aplican para garantizar el suministro de material						x		S/. 4,500.00
	Explicación de la propuesta de implementación de Kanban		3 horas								x	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 36 para la realización de las capacitaciones para el Kanban se necesita una inversión de S/ 4,500.00.

A continuación se presenta el diagrama de gantt para el desarrollo de la implementación del Kanban.

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TIEMPO(día)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL	
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	Formación del equipo organizador	Analista de producción	2														
2	Preparación de materiales de trabajo para la realización del kanban	Analista de producción	2														
3	Análisis y presentación de las zonas de aplicación del estudio	Analista de producción	2														
4	Motivación y compromiso	Gerencia	1														
5	Análisis del proceso productivo actual	Analista de producción	3														
6	Análisis de los tiempos de demora en el proceso por falta de materiales	Analista de producción	3														
7	Desarrollo del procedimiento kanban a implementar	Analista de producción	3														
8	Elaboración de las fichas kanban	Analista de producción	3														
9	Difusión al personal de producción	Todo el equipo	3														

Figura 18. Diagrama de gantt para la implementación de la herramienta Kanban.

Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Impacto de las propuestas de mejora

1. CR1: Falta de control del setup en el proceso productivo

Con la propuesta de mejora del SMED se logró reducir el % de actividades realizadas con máquina parada de 63% a 37%, con lo cual se logró reducir el tiempo de producción e una docena de calzado de 8.85 a 6.94 horas con lo cual se generó un ahorro de tiempo de 4089.56 horas con lo cual se produjo 589.13 docenas adicionales con lo cual se obtuvo un ingreso de S/. 86, 602,41. Así como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37

Beneficio obtenido luego del SMED

Falta de estandarización del proceso productivo	Actual	Con el SMED
% de actividades con máquina parada	63%	37%
Docenas producidas	2143.00	2143.00
Tiempo de producción (horas)	8.85	6.94
Tiempo total de producción (horas)	18965.55	14875.99
Reducción de horas de producción (horas)		4089.56
Tiempo de fabricación por docena (horas)		6.94
Docenas adicionales producidas		589.13
Utilidad por docena		S/. 147.00
Beneficio por docenas adicionales		S/. 86,602.41

Fuente: Elaboración propia

2. CR1: Falta de orden y limpieza

Con el desarrollo de la metodología de las 5S se logró mejorar el orden y limpieza en el área de producción por lo cual se redujo el % de ítems deteriorados de 5% a 1.2% con lo cual se redujo la pérdida pro materiales deteriorados de S/. 7, 035.00 a S/. 1, 740.00, obteniendo un ahorro anual de S/. 5, 294.89, así como se muestra en la tabla 38.

Tabla 38

Reducción del % de materiales deteriorados

	Materiales deteriorados antes de las 5S	Materiales deteriorados con las 5S	Beneficio
Número de materiales en el almacén	5660	5660	
Numero de materiales deteriorados	283	70	-213
% de materiales deteriorados por la falta de orden y limpieza	5.0%	1.2%	-3.8%
Pérdida por materiales deteriorados	S/. 7,035.00	S/. 1,740.11	S/. 5,294.89

Fuente: Elaboración propia

3. CR3: Falta de un plan de mantenimiento preventivo

Con la propuesta de mejora del TPM se logró reducir el número de paraos no programados de 2035 a 1221 con lo cual se redujo el tiempo total de reparaciones de TTR de 6620 a 3972 horas con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de los equipos de producción de 86% a 92%, es por ello que se logró reducir la pérdida por el Costo lucro cesante por paros no programados de S/ 126,986.00 a S/ 78,830.00, así como se muestra en la tabla 39.

Tabla 39

Disponibilidad y pérdida actual por paros no programados con el TPM

CON EL PLAN DE MANTENIMIENTO									
DESCRIPCIÓN	N°	N PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Horno reactivador	2	33	108	2388	2496	3.27	72	95.7%	S/. 2,455
Devastadora de cuero	2	76	168	2328	2496	2.22	31	93.3%	S/. 3,818
Cortadora	1	76	240	2256	2496	3.17	30	90.4%	S/. 2,727
Maquina Mitsubishi de corte	2	68	244.2	2251.8	2496	3.57	33	90.2%	S/. 5,550
Rebabeadora	1	46	246	2250	2496	5.32	49	90.1%	S/. 2,796
Plana 2 agujas	3	59	229.2	2266.8	2496	3.90	39	90.8%	S/. 7,814
Conformadora de talón	2	56	300	2196	2496	5.32	39	88.0%	S/. 6,819
Devastadora de talón	2	66	240	2256	2496	3.64	34	90.4%	S/. 5,455
Conformadora de punta	2	75	118.2	2377.8	2496	1.58	32	95.3%	S/. 2,687
Armadora de punta	2	67	255.6	2240.4	2496	3.80	33	89.8%	S/. 5,809
Prensadora de talón	2	63	168	2328	2496	2.67	37	93.3%	S/. 3,818
Prensadora de punta	1	64	132	2364	2496	2.06	37	94.7%	S/. 1,500
Rematadora	2	67	153	2343	2496	2.28	35	93.9%	S/. 3,478
Horno frio y calor	1	67	180	2316	2496	2.70	35	92.8%	S/. 2,046
Cosedora	1	71	206.4	2289.6	2496	2.92	32	91.7%	S/. 2,346
Ojalilladora	2	45	236.4	2259.6	2496	5.25	50	90.5%	S/. 5,373
Cortadora de rebaba	2	78	231	2265	2496	2.96	29	90.7%	S/. 5,250
Lijadora	2	71	283.8	2212.2	2496	4.01	31	88.6%	S/. 6,450
Etiquetadora	1	73	232.2	2263.8	2496	3.17	31	90.7%	S/. 2,639
Total	33	1221	3972	2287	2496	3.36	37.29	92%	S/. 78,830

Fuente: Elaboración propia

4. CR3: Incumplimiento de la producción planificada

Con la propuesta de mejora del Kanban se logró incrementar la producción de 2143 a 2252 docenas con lo cual se incrementó el % de cumplimiento de producción de 90.8% a 95.3% con lo cual se redujo la pérdida anual de S/. 32, 487.00 a S/. 16, 464.00, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 40

Reducción de la pérdida por incumplimiento de la producción planificada

Pérdida luego del KANBAN	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Docenas producidas (2019)	155.00	169.00	272.00	177.00	186.00	184.00	181.00	177.00	191.00	180.00	173.00	207.00	2,252.00
Docenas dejadas de producir	4	3	10	12	5	10	11	12	11	12	9	13	112.00
Docenas planificadas	159.00	172.00	282.00	189.00	191.00	194.00	192.00	189.00	202.00	192.00	182.00	220.00	2,364.00
% Cumplimiento de la producción	97.5%	98.3%	96.5%	93.7%	97.4%	94.8%	94.3%	93.7%	94.6%	93.8%	95.1%	94.1%	95.3%
Utilidad por docena	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00	S/. 147.00
Pérdida por docenas dejadas de producir	S/. 588.00	S/. 441.00	S/. 1,470.00	S/. 1,764.00	S/. 735.00	S/. 1,470.00	S/. 1,617.00	S/. 1,764.00	S/. 1,617.00	S/. 1,764.00	S/. 1,323.00	S/. 1,911.00	S/. 16,464.00

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Impacto de las propuestas de mejora en la reducción de costos

A continuación, se procedió a determinar la reducción de los costos para la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo.

Tabla 41

Reducción de las pérdidas por cada causa raíz

Causa	Descripción	Pérdidas actuales (S./anual)	Pérdidas esperadas (S./anual)	Reducción	% de reducción de los costos
CR1	Falta de control del setup en el proceso productivo	S/. 86,602.41	S/. 0.00	-S/. 86,602.41	-100%
CR2	Falta de orden y limpieza	S/. 7,035.00	S/. 1,740.11	-S/. 5,294.89	-75%
CR3	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	S/. 126,985.74	S/. 78,830.26	-S/. 48,155.48	-38%
CR4	Incumplimiento de la producción planificada	S/. 32,487.00	S/. 16,464.00	-S/. 16,023.00	-49%
	Total	S/. 253,110.15	S/. 97,034.36	-S/. 156,075.79	-62%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 41 se tuvo una reducción de las pérdidas en un 62% ya que se tuvo un ahorro anual de S/ 156,075.79.

Asimismo se determinó el % de reducción que representa este ahorro en los costos de producción de la empresa, logrando hallar que se redujo en 27% los costos de producción, así como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42

Porcentaje de reducción de los costos de producción

% DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS TOTALES	
Costo de producción por docena	S/. 273.00
Total de docenas producidas en el año 2019	2143.00
Costo total de producción	S/. 585,039.00
Reducción de los costos	-S/. 156,075.79
% de reducción de los costos de producción	-26.68%

Fuente: Elaboración propia

2.3.6. Evaluación Económica

a) Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa de Calzados es necesario realizar una inversión total de S/.40, 762, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 43

Inversión para el SMED

Inversión en SMED	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Depreciación mensual
Capacitación de SMED	S/. 1,500.00	4	S/. 6,000.00	
Alquiler de proyector (hora)	S/. 4.00	45	S/. 180.00	
Material impreso	S/. 3.00	30	S/. 90.00	
Total			S/. 6,270.00	S/. 0.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que para el desarrollo del SMED se tuvo inversión de S/.6,270.00 y una depreciación mensual de S/.0.

Tabla 44

Inversión para las 5S

Inversión 5S	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Depreciación mensual
Pintura para demarcación de espacios	6	S/. 65.00	S/. 390.00	
Material informativo (Lups, instructivos, procedimientos , etc.)	6	S/. 100.00	S/. 600.00	
Escobas	5	S/. 10.00	S/. 50.00	
Recogedores	5	S/. 10.00	S/. 50.00	
Una aspiradora	1	S/. 799.00	S/. 799.00	S/. 13.32
Ventiladores	5	S/. 200.00	S/. 1,000.00	S/. 16.67
Andamios metálico grande	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00	S/. 75.00
Contenedores de basura(punto ecológico)	3	S/. 300.00	S/. 900.00	S/. 15.00
Bolsas para la basura(10 unidades)	36	S/. 20.00	S/. 720.00	
Capacitación	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00	
Total			S/. 13,509.00	S/. 119.98

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de las 5S se tuvo inversión de S/.13,509.00 y una depreciación mensual de S/.119.98.

Tabla 45

Inversión para el TPM

Inversión en TPM	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Depreciación mensual
Equipos y herramientas	S/. 5,218.11	1	S/. 5,218.11	S/. 59.30
Capacitación	S/. 2,000.00	4	S/. 8,000.00	
Total			S/. 13,218.11	S/. 59.30

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del TPM se tuvo inversión de S/.13,218.11 y una depreciación mensual de S/.59.30.

Tabla 46

Inversión para el KANBAN

Inversión KANBAN	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Depreciación mensual
Laptop	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 41.67
Papel para etiquetas	150	S/. 0.50	S/. 75.00	
Tinta	8	S/. 30.00	S/. 240.00	
Impresora A4	1	S/. 450.00	S/. 450.00	S/. 7.50
Capacitación	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00	
Total			S/. 7,765.00	S/. 49.17

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo del Kanban se tuvo inversión de S/.7,765.00 y una depreciación mensual de S/.49.17.

b) Beneficios de las propuestas de mejora

A continuación en la tabla 47 se detalla los ingresos obtenidos con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Tabla 47

Ingresos anuales generados por la propuesta de mejora

Causa	Descripción	Beneficio anual	Propuesta de mejora
CR1	Falta de estandarización del proceso productivo	S/. 86,602.41	SMED
CR2	Falta de orden y limpieza	S/. 5,294.89	Metodología de las 5S
CR3	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	S/. 48,155.48	TPM
CR4	Incumplimiento de la producción planificada	S/. 16,023.00	KANBAN
TOTAL		S/. 156,075.79	

Fuente: Elaboración propia

c) Estado de resultados

Inversión total: S/. 70,762. Costo de oportunidad anual: 18% anual

Tabla 48

Estado de resultados anual

Anual	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 156,076	S/. 159,197	S/. 162,381	S/. 165,629	S/. 168,941
Costos Operativos		S/. 112,375	S/. 119,398	S/. 121,786	S/. 124,222	S/. 126,706
Depreciación		S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741
Utilidad bruta		S/. 40,960	S/. 37,058	S/. 37,854	S/. 38,666	S/. 39,494
Gav		S/. 9,365	S/. 9,552	S/. 9,743	S/. 9,938	S/. 10,136
Utilidad antes de impuestos		S/. 31,595	S/. 27,506	S/. 28,111	S/. 28,728	S/. 29,357
Impuesto a la renta		S/. 9,321	S/. 8,114	S/. 8,293	S/. 8,475	S/. 8,660
Utilidad después de impuestos		S/. 22,275	S/. 19,392	S/. 19,818	S/. 20,253	S/. 20,697

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 49

Flujo de caja anual

Anual	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/. 22,275	S/. 19,392	S/. 19,818	S/. 20,253	S/. 20,697
Depreciación		S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741	S/. 2,741
FNE	-S/. 40,762	S/. 25,016	S/. 22,133	S/. 22,559	S/. 22,993	S/. 23,435

Fuente: Elaboración propia

e) Calculo del TIR/VAN

Tabla 50

Indicadores económicos

Anual	0	1	2	3	4	5
Flujo neto Efectivo	-S/. 40,762	S/. 25,016	S/. 22,133	S/. 22,559	S/. 22,993	S/. 23,435
Ingresos totales		S/. 156,076	S/. 159,197	S/. 162,381	S/. 165,629	S/. 168,941
Egresos totales		S/. 131,060	S/. 137,064	S/. 139,822	S/. 142,634	S/. 145,503
VAN ingresos	S/. 504,706					
VAN egresos	S/. 431,774					
PAYBACK	33.54	meses				
VAN	S/. 72,929					
TIR	50.1%	> COK	18% ANUAL			
B/C	1.17					

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 50, se hizo una evaluación económica con 5 años de horizonte de tiempo, cabe mencionar que para el segundo año en adelante consecutivos se proyectó que las ventas se incrementarían en un 2%.

Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/. 72,929.
- Un TIR de 50.1% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18% anual.

- Un B/C de 1.17, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.17.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 33.54 meses

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es **RENTABLE**.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

1. Con la propuesta de mejora del SMED se logró reducir el % de actividades realizadas con máquina parada de 63% a 37%, con lo cual se logró reducir el tiempo de producción de una docena de calzado de 8.85 a 6.94 horas con lo cual se generó un ahorro de tiempo de 4089.56 horas con lo cual se produjo 589.13 docenas adicionales con lo cual se obtuvo un ingreso de S/. 86, 602,41, así como se muestra en la figura 19.

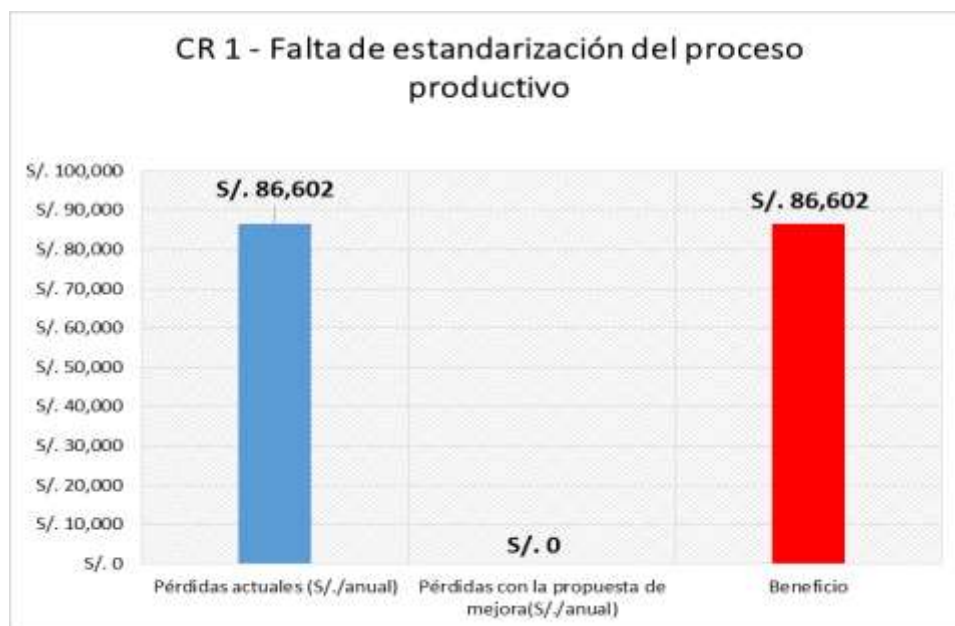


Figura 19. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr1

Fuente: Elaboración propia

2. Con el desarrollo de la metodología de las 5S se logró mejorar el orden y limpieza en el área de producción por lo cual se redujo el % de ítems deteriorados de 5% a 1.2% con lo cual se redujo la pérdida pro materiales deteriorados de S/. 7, 035.00 a S/. 1, 740.00, obteniendo un ahorro anual de S/. 5, 294.89, así como se muestra en la figura 20.

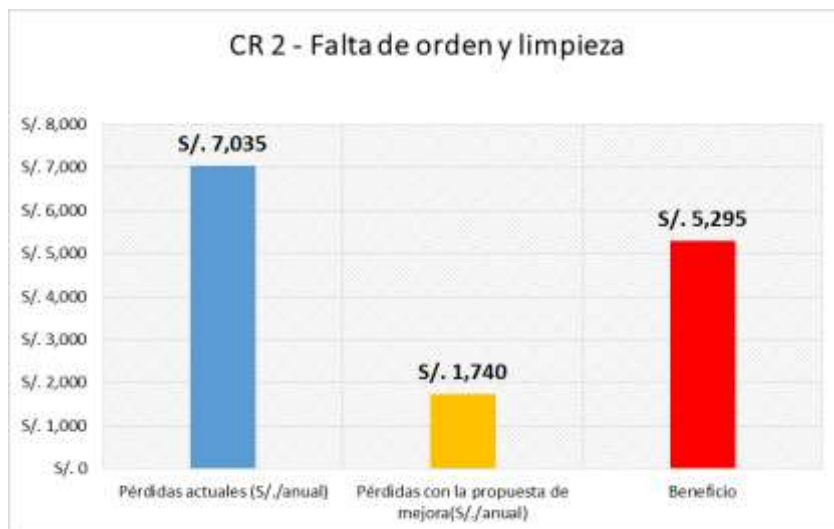


Figura 20. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr2

Fuente: Elaboración propia

- Con la propuesta de mejora del TPM se logró reducir el número de paros no programados de 2035 a 1221 con lo cual se redujo el tiempo total de reparaciones de TTR de 6620 a 3972 horas con lo cual se logró incrementar la disponibilidad de los equipos de producción de 86% a 92%, es por ello que se logró reducir la pérdida por el Costo lucro cesante por paros no programados de S/ 126,986.00 a S/ 78,830.00, así como se muestra en la figura 21.

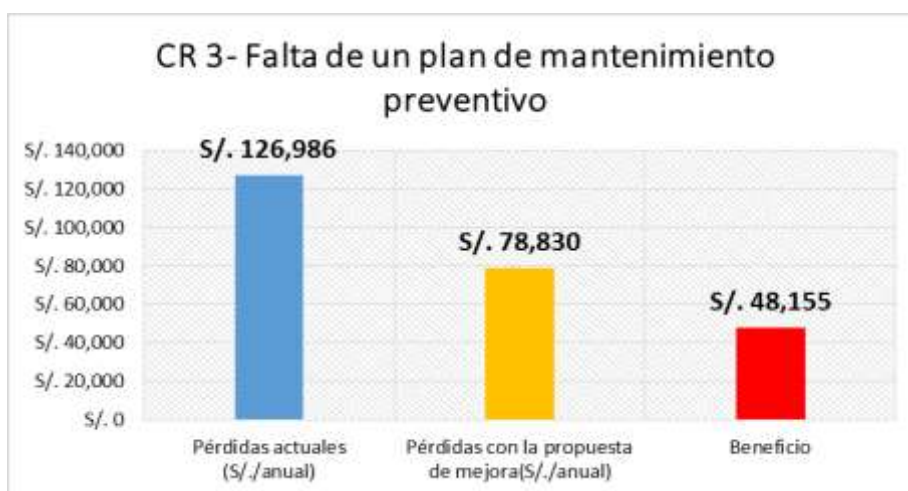


Figura 21. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr3

Fuente: Elaboración propia

4. Con la propuesta de mejora del Kanban se logró incrementar la producción de 2143 a 2252 docenas con lo cual se incrementó el % de cumplimiento de producción de 90.8% a 95.3% con lo cual se redujo la pérdida anual de S/. 32, 487.00 a S/. 16, 464.00, así como se muestra en la figura 22.

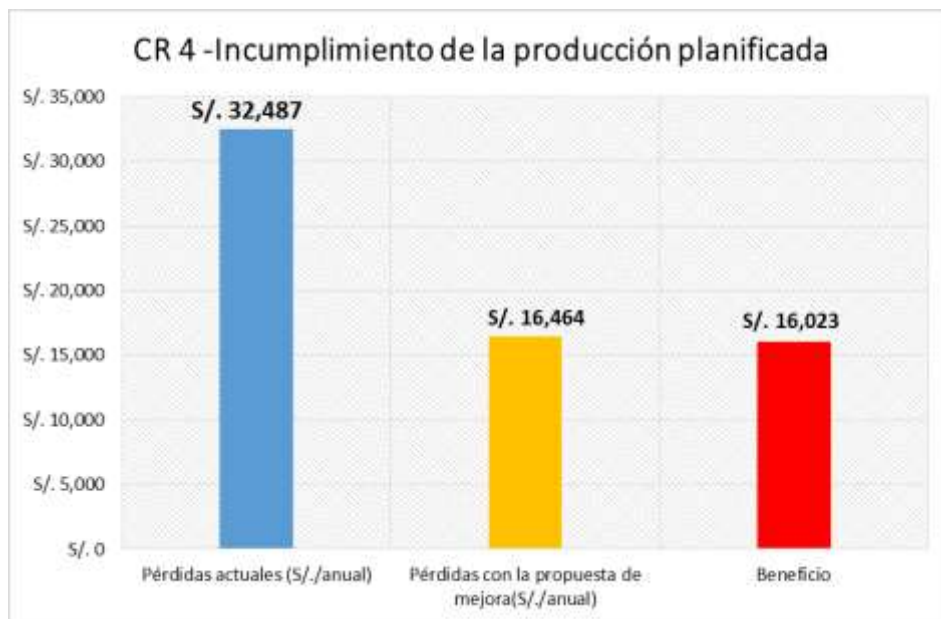


Figura 22: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la figura 23 se presenta el esquema general de la propuesta de mejora.

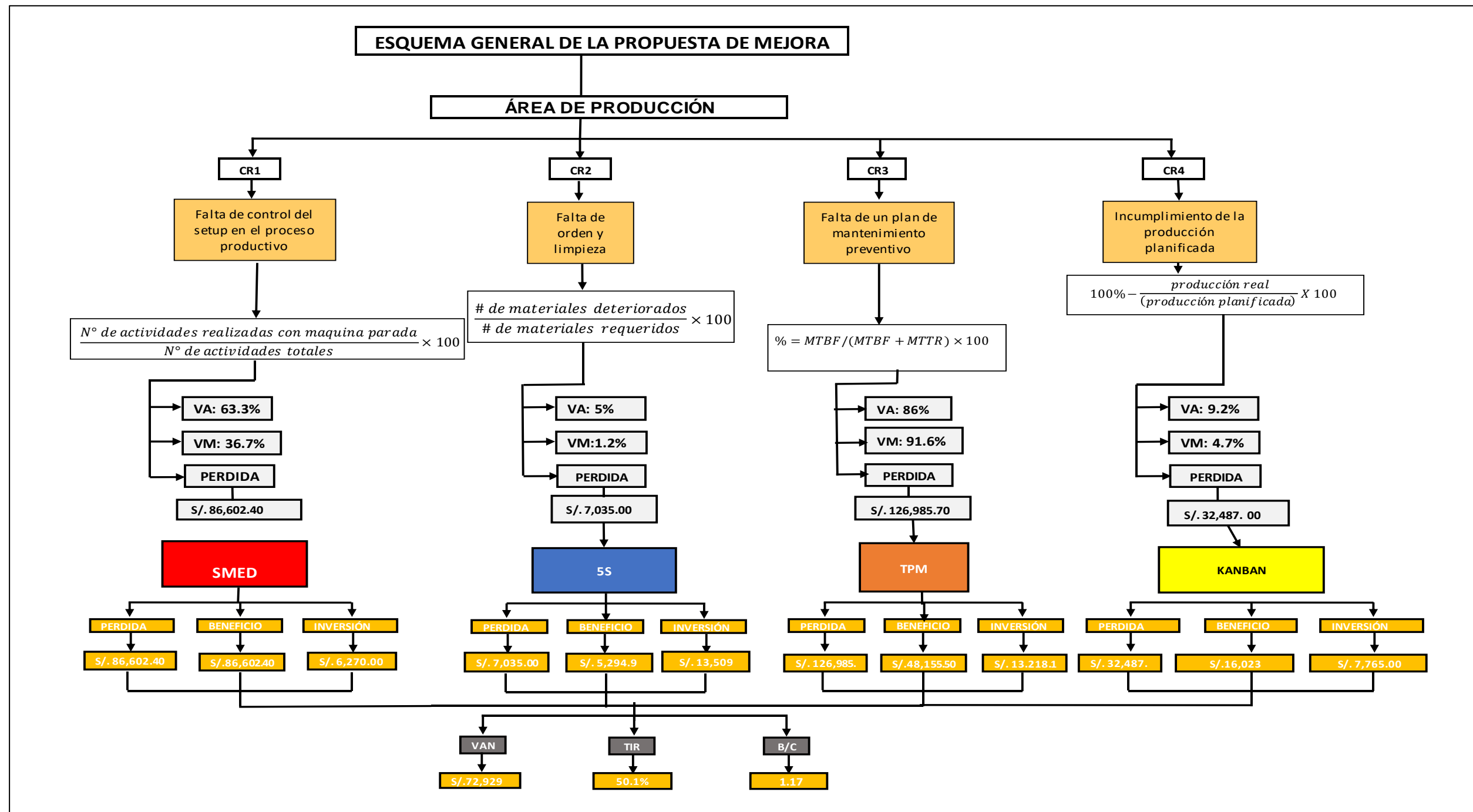


Figura 23. Esquema general de la propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se determinó que el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción sobre los costos de la empresa Calzados de la ciudad de Trujillo, fue la reducción de los costos de producción en 27% ya que se tuvo un ahorro de S/. 156,075, esto se corrobora ya que en los estudios realizados por Estrada (2017) en donde aplicó el SMED en la sub área de Empaquetado con el uso de la PTH Hopper se ha proyectado un ahorro diario de S/. 265.63 y con la propuesta de implementación de un Sistema Poka-Yoke se proyectó un ahorro de S/. 1,506.76 por día.

Al igual que en el estudio realizado por Hernández (2018), en donde se concluye que las herramientas de Lean manufacturing permitieron reducir los tiempos de fabricación en un 11%, y llevó a obtener un ahorro del 10 % en los costos de producción es decir se logró ahorrar 13 087 soles anuales.

Como se puede apreciar la aplicación de herramientas Lean Manufacturing permite reducir los costos del área en donde se implemente y así lo confirma Chirinos. (2018), quien determina que la aplicación de Lean Manufacturing en la empresa fue favorable ya que los costos de producción se optimizaron con esta técnica y se reflejaron en la reducción del 5.58% de ellos en un periodo de 3 años y así también lo corrobora Campos (2018). quien comprobó que la aplicación de Lean Manufacturing influyó significativamente en la reducción de los costos de producción total evidenciada con un 6%.

4.2 Conclusiones

Se determinó que el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción sobre los costos de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, fue la reducción de los costos en 27% ya que se tuvo un ahorro de S/. 156,075.

Se diagnosticó la situación actual del área producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, encontrando que los principales problemas de los altos costos son: la falta de control del setup en el proceso productivo, la falta de orden y limpieza, la falta de un plan de mantenimiento preventivo y el Incumplimiento de la producción planificada.

Se desarrolló la propuesta de implementación de 4 herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, las cuales fueron: SMED, Metodología de las 5S, TPM y KANBAN.

Se determinó que el impacto de las propuestas de mejora logró una reducción de los costos en 27% ya que se tuvo un ahorro de S/. 156,075 y un costo de producción de S/. 585,039.

Se realizó una evaluación económica financiera de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa de Calzados de la ciudad de Trujillo, determinando que es RENTABLE ya que se obtuvo un VAN positivo de S/. 72,929, un TIR de 50.1% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 18%, un B/C de 1.17 y un periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 33.54 meses.

REFERENCIAS

- Aescuderor (2015). Teoría del Mantenimiento Industrial. Recuperado de: <https://mantenimientofacil.wordpress.com/2015/09/08/teoria-del-mantenimiento-industrial/>
- Castellano, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la Eficiencia de los procesos. Recuperado de: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/03/ART.-2-TECNO-Ed.-29_Vol.-8_n%C2%BA-1-1.pdf
- Chirinos, A. (2018). Aplicación de Lean Manufacturing para la reducción de costos en una empresa que produce y comercializa prendas textiles. Recuperado de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7917/44.0585.II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chirinos, A. (2018). Aplicación de Lean Manufacturing para la Reducción de Costos en una Empresa que Produce y Comercializa Prendas Textiles. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_58bb766ab53f8a6d23bcf16130205159
- Digalwar, A. y Nayagam, P. (2014). Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries: A Literature-Based Metadata Analysis. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=086e758d23264b8da5bd0657b458f8cb%40sessionmgr104&vid=0&hid=124&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#AN=95118811&db=bth>
- Ekar, E. et al. (2015). An ANFIS Algorithm for Forecasting Overall Equipment Effectiveness Parameter in Total Productive Maintenance. Recuperado de:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=7f9b5d4a4a87432a89b4b1533793c166%40sessionmgr4001&vid=0&hid=4101&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#AN=111891297&db=iih>

Estrada, D. (2017). Propuesta de aplicación de herramientas Lean Manufacturing para disminuir costos a través de la reducción de desperdicios en el área de envasado de panadería San Jorge S.A. – planta Galletera del Norte. Recuperado de:<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10161/Estrada%20Salda%c3%b1a%20Diego%20Alonso.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Gómez, O. (2011). Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga. <i>Revista Escuela de Administración de Negocios, </i> (70), undefined-undefined. [Fecha de Consulta 19 de Septiembre de 2019]. ISSN: 0120-8160. Disponible en:

Gupta, S. y Kumar. S. (2015). Analyzing the Benefits of Lean Tools: A Consumer Durables Manufacturing Company Case Study. Recuperado de:
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=01cdd97f-0315-45b3-8aa39b77cc1e4203%40sessionmgr4004&vid=0&hid=4107&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#AN=67764342&db=a9h>

Hernández, L. (2012). Concepto de capacitación, objetivos e importancia. Recuperado de:
<http://lunitahernandez.blogspot.com/2012/04/concepto-de-capacitacion-objetivos-e.html>

- Hernández, M. (2018). Aplicación del Lean Manufacturing para reducir los costos en el área de producción de la empresa dual corporación de servicios generales. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11071/HERN%20FERNANDEZ%20MAYBY%20MILAGROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Horna, F. y Flores, J. (2013). Propuesta de aplicación de herramientas y técnicas de Lean Manufacturing para incrementar el margen de utilidad bruto en la empresa Calzature. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6381>
- Restrepo, J., Medina, P. y Cruz, E. (2009). Como reducir el tiempo de preparación. Scientia Et Technica [en línea]. 2009, XV (41), 177-180. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84916680031>
- Sweta. (2014). Implementing 5S Methodology. Recuperado de: (<http://search.proquest.com/docview/1522321070/fulltextPDF/E2E5A52C10804ED8PQ/20?accountid=43860>)
- Velasco, J. (2014). Organización de la producción: distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos, teoría y práctica. Recuperado de: (<http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11072890>)
- Villalobos, N., Altahona, O. y Fontalvo, T. (s.f.). Gestión de la Producción y Operaciones. Recuperado de http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf.