

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE  
HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA  
ESBELTA PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS  
EN LA EMPRESA R.A.H.O S.A.C.”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Jose Luis Holguin Mendez  
Erick Daniel Quezada Ramos

**Asesor:**

Mg. Oscar Alberto Goicochea Ramírez  
<https://orcid.org/0000-0002-0657-4596>  
Trujillo - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña	17806063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS QUEZADA / HOLGUIN (3)

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**17%**

INDICE DE SIMILITUD

**17%**

FUENTES DE INTERNET

**3%**

PUBLICACIONES

**0%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>unividafup.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.larepublica.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedicamos principalmente a dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso.

A nuestras madres, por el amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de formación profesional.

Es para nosotros una gran satisfacción poder dedicarles a ellas, la presente investigación, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo nos lo hemos ganado.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la universidad privada del norte por habernos abierto las puertas de su ceno científico, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo en nuestra formación profesional.

Agradecemos también a nuestro asesor Ing. Oscar Goicochea Ramirez, por el tiempo y la disposición que nos brindó en la ejecución de este proyecto.

## Tabla de contenido

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>II</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	25
Tabla 2 Instrumentos y métodos de procesamiento de datos .....	25
Tabla 3 Resumen de etapas y procedimientos.....	26
Tabla 4 Operacionalización de variables.....	27
Tabla 5 Pérdidas por hora por falta de capacitación.....	29
Tabla 6 Costo por falta de mantenimiento de preventivo.....	29
Tabla 7 Tiempo de actividades en el despacho de suministro.....	30
Tabla 8 Costo pérdida por falta de criterio de priorización para ubicación .....	30
Tabla 9 Cálculo de costo pérdida por falta de inspección de repuestos en almacén .....	31
Tabla 10 Costo por contratar a personal de limpieza .....	32
Tabla 11 Costo de multas por accidentes provocados por falta de orden y limpieza.....	32
Tabla 12 Costo de perdida por servicio incompleto .....	33
Tabla 13 Costo de servicios incompletos o rechazados .....	33
Tabla 14 Matriz de priorización .....	34
Tabla 15 Matriz de indicadores .....	36
Tabla 16 Disponibilidad promedio de equipos antes del plan.....	37
Tabla 17 Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE .....	39
Tabla 18 Cronograma de implementación del TPM .....	40
Tabla 19 Plan de actividades de mantenimiento del elevador hidráulico.....	43
Tabla 20 Plan de actividades de mantenimiento del compresor de aire .....	43
Tabla 21 Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo.....	44
Tabla 22 Cronograma de implementación del mantenimiento autónomo.....	45
Tabla 23 Disponibilidad después de un plan de mantenimiento .....	46

Tabla 24 Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE después de la mejora .....	48
Tabla 25 Registro de elementos dentro del área de mantenimiento vehicular .....	49
Tabla 26 Actividades internas y externas del servicio de mantenimiento preventivo.....	55
Tabla 27 Relación de tiempo de actividades internas y externas. ....	56
Tabla 28 Conversión de actividades internas a externas .....	57
Tabla 29 Actividades luego de conversión de actividades internas en externas. ....	57
Tabla 30 Relación de actividades internas y externas, segunda etapa.....	58
Tabla 31 Actividades luego de minimización de actividades internas y externas. ....	59
Tabla 32 Relación de actividades internas y externas, tercera etapa .....	60
Tabla 33 Inversión de materiales y equipos (en soles).....	64
Tabla 34 Depreciación de materiales y equipos (en soles).....	64
Tabla 35 Contratación del Ingeniero Industrial (en soles) .....	65
Tabla 36 Flujo de caja proyectado (en soles) .....	66
Tabla 37 Indicadores económicos .....	70

## Índice de figuras

Figura 1 Producción de autopartes a nivel mundial .....	13
Figura 2 Monetización de importación de repuestos automotrices en Perú .....	14
Figura 3 Herramienta 5S.....	18
Figura 4 Metodología SMED .....	19
Figura 5 Kanban .....	21
Figura 6 Diagrama Ishikawa del área operativa .....	28
Figura 7 Diagrama de Pareto pérdidas .....	35
Figura 8 Impacto de las pérdidas en el indicador OEE .....	40
Figura 9 Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE después de la mejora .....	49
Figura 10. Proceso de preparación para cambio de vehículo .....	54
Figura 11 Asignación de tarjetas Kanban.....	62
Figura 12 Tablero Kanban.....	63
Figura 13 Lucro Cesante por Causa Raíz .....	67
Figura 14 Porcentaje de tiempo improductivo antes y después de la mejora.....	68
Figura 15 Porcentaje de cumplimiento de actividades de la metodología 5s.....	68
Figura 16 Porcentaje de servicios rechazados .....	69
Figura 17 Porcentaje de tiempo de cambio de servicio .....	70

## Índice de anexos

ANEXO 1 Ficha de reporte de fallas de mantenimiento .....	78
ANEXO 2 Ficha de Sugerencia de mejora .....	79
ANEXO 3 Formato de Tarjeta Roja .....	79
ANEXO 4 Diagrama de Flujo de organización .....	80
ANEXO 5 Formato de Tarjeta Amarilla.....	80
ANEXO 6 Formato de Control de Tarjetas Rojas .....	81
ANEXO 7 Formato de Control de Tarjetas Amarillas .....	81
ANEXO 8 Formato de Control de Limpieza.....	82
ANEXO 9 Formato de Tarjeta Roja Kanban.....	82

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta en reducir costos operativos en la empresa R.A.H.O. S.A.C. Acto seguido, se realizó un diagnóstico en el área operativa encontrando 7 causas raíces, las cuales fueron plasmadas en un diagrama de Ishikawa, éstas fueron: Falta de capacitación al personal, falta de mantenimiento preventivo, ausencia de priorización para ubicar los suministros, falta de inspección de repuestos en almacén, falta de orden y limpieza, ausencia de gestión de tiempo de servicio y falta de control de servicios finales. Posterior a lo diagnosticado, se determinó utilizar las siguientes herramientas de manufactura esbelta: TPM, SMED, 5S y Kanban, las cuales permitieron que el área operativa de la empresa pueda desarrollarse con mayor orden, efectividad y resultados óptimos. Se identificó que existía una pérdida anual de S/ 50,139.00, aplicando las herramientas de manufactura esbelta se redujo a S/ 14,175.15, permitiendo un beneficio de S/ 35,963.85. Por último, realizando la evaluación económica se obtuvieron los siguientes indicadores: VAN, TIR, B/C y PRI, se obtiene un valor de S/64,689.31, 216%, 7.81 y un periodo de recuperación de la inversión de 0.46 (años) lo cual se traduce a 5 meses con 21 días, indicando que es factible y rentable la propuesta ejecutada.

**PALABRAS CLAVES:** Manufactura esbelta, costos operativos, área operativa.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El sector automotor, al igual que otras ramas manufactureras de alto dinamismo internacional, ha experimentado un desenvolvimiento persistente de impacto favorable para la región Asia-Pacífico y de efectos socioeconómicos menores en otras zonas. (Basurto, 2013). Esta industria es un motor de desarrollo en las economías de los países donde se asienta, pues entre otros beneficios, representa una importante fuente de empleo, trae consigo la innovación en procesos productivos, promueve el crecimiento de la industria extractiva y manufacturera locales, y genera divisas gracias a las exportaciones que realiza (Regalado Pezúa & Zapata, 2019); sin embargo, según la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) la producción mundial de automóviles durante el 2020 se vio afectada por la crisis sanitaria un 16%, siendo indicador con tendencia negativa el cual frenó el constante crecimiento del parque automotor.

Cronológicamente, el negocio de las autopartes a nivel internacional ha tenido un incremento a un ritmo elevado, incluso mayor que la propia producción de vehículos. Factores como la mayor actividad económica y productiva de los países, la tendencia a menores barreras arancelarias, así como una mayor demanda de componentes para el mercado original y para reposición, entre otros factores, explican el dinamismo del intercambio global en el período reciente. (Sica, Scarlan, Rossini, Beinstein & Figueroa, 2012). México es un importante productor de autopartes y tiene un papel protagónico en el comercio internacional de las mismas. Durante 2011, el país concentró 5.6% de la producción mundial, cifra que lo situó en sexto lugar del rubro, sólo después de China

(25.6%), Japón (20.5%), Alemania (7.8%), Estados Unidos (7.4%) y Corea del Sur (5.8%). (Medina, 2013). La importancia de la industria de autopartes se manifiesta por el hecho de que un automóvil promedio cuyo peso es de 1.4 toneladas se compone de unas 15,000 partes manufacturadas con una gran diversidad de materias primas. (Calderón, 2010).

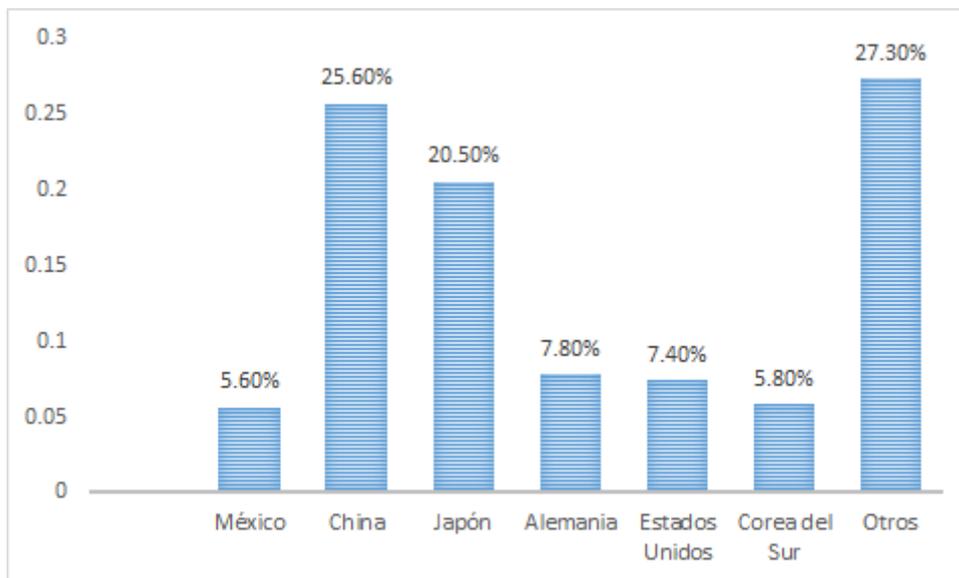


Figura 1 Producción de autopartes a nivel mundial

Fuente: Elaboración propia

Durante los últimos años, cada vez es más común observar que las empresas automotrices ofertan, además de vehículos eléctricos, más autos híbridos al mercado. (García & Reyes, 2015). En Colombia, diferentes instancias administrativas han optado por implementar políticas que benefician a los propietarios de vehículos eléctricos, aspecto que ha hecho mucho más interesante el mercado. Según el informe de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible, la variación de la cantidad de eléctricos comprados en octubre de 2018 y 2019 fue de 134,9%, mientras que en lo corrido del año esta fue equivalente a 268,4% al pasar de 522 vendidos en 2018 a 1.923 en 2019. (González, 2019).

A nivel nacional, la industria automotriz no es ajena al contexto internacional, pues se ha visto en constante crecimiento, es por ello que la demanda de autopartes se muestra ascendente. De acuerdo con la Asociación Automotriz del Perú, respecto al año 2022, en los meses de enero – abril, se registra una importación de más de 680 millones de dólares en repuestos automotrices, indicador que asciende en 7.9% frente al periodo del 2021.

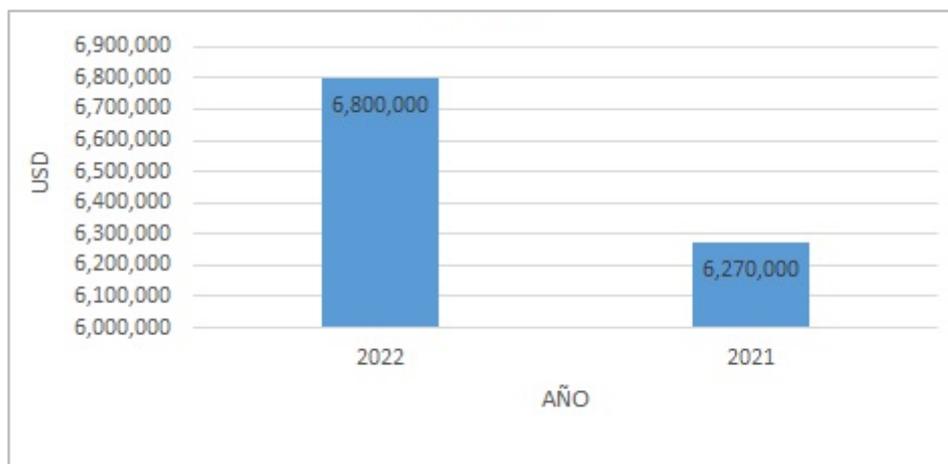


Figura 2 Monetización de importación de repuestos automotrices en Perú

Fuente: Elaboración propia

## 1.2. Antecedentes

En el presente trabajo de investigación realizada por (Carrillo, Alvis, Mendoza & Cohen, 2018) de título: “Lean Manufacturing: 5s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”, concluye que: respecto a la implementación de las 5S, en las primeras 3S, obtiene resultados notorios, para el área de lavado, un total de material eliminado de 37,1 kg, despejando un espacio de 22% del total del área; así mismo, con la propuesta de rutinas de inspección de equipos, se reduce de un 47% a un 27% las probabilidades de fallo, e incluso un 10% extra, luego de una revisión y ajuste posterior a dos meses luego de iniciado el proceso Lean, todas estas acciones

Holguin Mendez, Jose Luis / Quezada Ramos, Erick Daniel

mencionadas debido a la aplicación de herramientas de la manufactura esbelta reducirán los costos de operación.

Se menciona la presente investigación realizada por Sánchez (2016), de título: “Aplicación de Herramientas Específicas de Manufactura Esbelta para Etipress S.A.”, concluye que: La utilización de la cadena de valor permite determinar la prioridad más alta para la empresa; además, se logró evidenciar que los costos en los que más incurre es debido al uso descontrolado de materia prima y problemas de calidad en los procesos, lo cual se solucionó con la implementación de las 5’S, generando motivación en los colaboradores, logrando consigo una sólida organización laboral y una disminución de los costos de operación.

Se encontró la investigación realizada por Vásquez & Amoretti, (2021), de título: “Modelo operativo para mejorar la eficiencia de una PYME embotelladora de agua basado en SMED y Mantenimiento Autónomo”, concluye que: respecto al uso del Lean Manufacturing, la ejecución de la herramienta SMED ha permitido reducir los tiempos de configuración y carga de equipos en un 37%, teniendo en cuenta que el objetivo era lograr un 35%, por lo que, se ha logrado superar el objetivo; así mismo, se consiguió el objetivo principal con éxito, siendo éste aumentar la eficiencia global de un 8.74% en planta mediante el modelo operativo de mejora.

A nivel nacional, en la presente tesis realizada por Guerrero (2016) titulado: “Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing”, concluye que: Posterior a desarrollar las herramientas determinadas, se obtuvieron resultados reduciendo el nivel de reprocesos

de 17.5% a 4.4%, los costos asociados a horas extras de los colaboradores de calidad de S/12,013 a S/ 5,082; así mismo, refiere que la implementación de la estandarización es fundamental, debido a que será motivo principal de ejecutar otras herramientas con el fin de obtener mejoras empresariales, por último, referente al análisis financiero, se llega a la conclusión de que es factible realizar la implementación, obteniendo resultados de retorno de 0.19 años y un TIR de 50%.> COK y un VAN de \$14,479.

En la ciudad de Trujillo, en la presente investigación realizada por De La Cruz (2022) de título: “Propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en una empresa de calzado ubicada en la ciudad de Trujillo, 2022.”, concluye que: Posterior a implementar las herramientas de manufactura esbelta, la productividad tuvo un impacto positivo de 98.6%, reduciendo los tiempos improductivos de 69.5 horas a 15.6 horas; así mismo, mediante la utilización de la herramienta Kanban, se logró reducir los reprocesos y la cantidad de merma de 90 unidades a 17 unidades al año, logrando incrementar la productividad en la empresa, finalmente, los indicadores económicos son viables, presentó un VAN de S/26,858.27, TIR de 62%, un PRI 2.39 años y una razón de B/C de 2.27, siendo rentable la propuesta.

Se encontró la investigación realizada por Jandar (2020) de título: “Propuesta de aplicación de herramientas de gestión logística y metodología 5S para reducir los costos operativos del almacén central de la empresa de servicios eléctricos ubicada en la ciudad de Trujillo.”, concluye que: El impacto generado por las herramientas de mejora que se han propuesto han logrado reducir los sobrecostos referidos al almacén central en un 92.27%, teniendo un beneficio para la empresa de S/ 16,125.13; además, desarrollando la metodología 5S con la finalidad de estandarizar los procedimientos de las operaciones ha

Holguin Mendez, Jose Luis / Quezada Ramos, Erick Daniel

generado un ahorro de S/. 4,377.70, finalmente, respecto a la evaluación económica y financiera de la propuesta, se obtuvo un VAN de S/. 12,299.472, un TIR de 73.29% y un B/C de 8.29, determinándose la viabilidad de la propuesta.

### **1.3. Bases Teóricas**

Al hablar de manufactura esbelta es la proposición de un cambio radical orientado a las necesidades de los clientes, productos o recursos, miles de empresas en diferentes sectores han mejorado su productividad aplicando de manera sistemática y con organización las herramientas de Manufactura Esbelta (Tauro, 2013). Según Ibarra y Ballesteros, (2017). Implementar correctamente la manufactura esbelta traerá resultados, entre ellos, una mejora de la productividad, reduciendo desperdicios refiriéndose a los sistemas de producción; además, una mejora de plazos de ejecución, de la mano con una mejora del servicio al cliente, adicional a ello, existen 5 principios de la manufactura esbelta.

- Hacer únicamente lo que es necesario
- La calidad debe ser parte inherente del proceso
- El tiempo total del proceso debe ser mínimo
- Alta utilización de máquinas y mano de obra.
- Mejora continua (KAIZEN).

Al Conceptualizar la herramienta 5'S, Correa (2007) indica que la mayoría de empresas tienen conocimiento de esta herramienta, pero pocas la implementan. Las 5'S tiene como principal esencia crear una organización de trabajo más limpia, con una mayor calidad

de vida, debido a que es una mejora aplicada para los colaboradores de una empresa. Las 5S son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.



Figura 3 Herramienta 5S.

Fuente: Lean Construction México

Al respecto de la definición de cada S, (Nava, León, Toledo & Kido, 2017) manifiestan:

Seiri: Consiste en desechar lo que no se necesita, se retira del área o acción de trabajo, elementos que no son necesarios o no agregan valor.

Seiton: Consiste en ordenar y designar un lugar para cada objeto, promoviendo el orden y la identificación con precisión de los objetos que se usen para fines productivos, sin embargo, es indispensable que la identificación trabaje en sincronización con el orden, de lo contrario, difícilmente se obtendrán resultados óptimos.

Seiso: Consiste en la limpieza del lugar de trabajo y los objetos que se encuentren en él, refiere la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos con la finalidad de inspeccionar algunas fallas que puedan existir en estos.

Seiketsu: Consiste en mantener la conducta alcanzada por las primeras 3S; así mismo, los colaboradores son los protagonistas en esta etapa, puesto que son los encargados de mantener y diseñar futuros mecanismos que les permita beneficiarse a ellos mismos, con el objetivo de tener un alto nivel de organización orden y limpieza.

Shitsuke: Mantener la determinación de lo logrado en las primeras 4S, es el trabajo de esta última S, debido a que, su principal objetivo es mantener una disciplina organizacional entre los colaboradores, la retroalimentación de todas las áreas para poder lograr el mejoramiento continuo.

Cuando se define el cambio rápido (SMED) Huerta (2017) indica que es una metodología utilizada con el objetivo de acortar los tiempos de cambio en los medios de producción, obteniendo como resultados una acción más segura, fiable y sencilla.

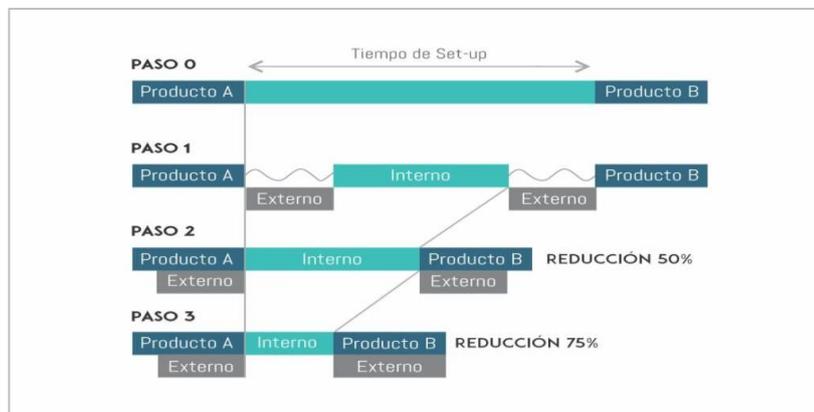


Figura 4 Metodología SMED

Fuente: Atlas Consultora

Al respecto de los beneficios y la utilización de esta herramienta, Minor (2014) indica que, el tiempo de cambio de la herramienta va al costo del producto, deduciendo por factor lógico, que mientras más largo sea el cambio, se obtendrá una mayor absorción del costo; así mismo,

cabe mencionar que los tiempos perdidos afectan a la productividad de la empresa, pudiendo caer en la errónea conclusión de que podría ser por factores de maquinaria o capital humano.

Beneficios de la Herramienta SMED:

- Mantiene un alto estándar del desempeño de la maquinaria en cualquier área operativa
- Incrementa el indicador de efectividad de la máquina
- Reduce tiempos improductivos
- Reduce inventario y libera espacio de almacenamiento
- Aumenta la productividad

Al hablar de la herramienta Kanban, Galarza (2022) refiere que, esta técnica permite reducir costos, debido a que acciona con los suministros en el momento preciso y con las cantidades necesarias, se originó en Japón en la empresa Toyota; además, es un método visual que permite controlar todas las tareas por fases de inicio a fin. Es importante respetar las responsabilidades, cargos y orientar el liderazgo con todos los colaboradores para asegurar la calidad.

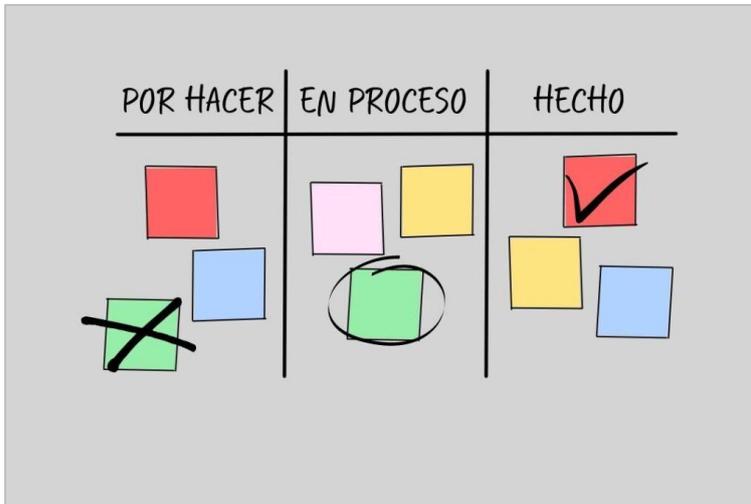


Figura 5 Kanban

Fuente: Inbound recruiting bootcamp

Al referirnos a TPM (Mantenimiento Productivo Total), Giraldo (2008) refiere que, ésta herramienta permite un mejoramiento en la organización empresarial referido a la capacidad productiva, permitiendo una mayor capacidad de mano de obra; así mismo, no sólo involucra áreas de mantenimiento y operaciones, si no también, áreas administrativas con el objetivo de lograr cero accidentes y consigo también cero pérdidas.

Es importante mencionar, que el principal objetivo de TPM es incrementar la productividad de la empresa y al mismo tiempo conseguir satisfacción con los colaboradores por el trabajo realizado, algunas de los resultados que alcanzan TPM son los siguientes:

- Elimina pérdidas que perjudican la productividad
- Mejora el índice de confiabilidad y disponibilidad de equipos
- Reduce costos de mantenimiento y producción.
- Buena calidad del producto final.

#### **1.4. Problema**

¿La propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta permitirá reducir costos operativos en la empresa R.A.H.O S.A.C.?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta en reducir costos operativos en la empresa R.A.H.O S.A.C.

##### **1.5.2 Objetivos Específicos**

Diagnosticar la situación problemática de las áreas operativas de la empresa R.A.H.O S.A.C.

Desarrollar las herramientas de manufactura esbelta adecuadas en las áreas operativas de la empresa R.A.H.O S.A.C.

Evaluar económica y financieramente la propuesta basada en las herramientas de manufactura esbelta para las áreas operativas de la empresa R.A.H.O S.A.C.

#### **1.6. Hipótesis**

La propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta, reduce los costos operativos de la empresa R.A.H.O S.A.C.

#### **1.7. Justificación**

La presente investigación se realiza con una justificación metodológica, con el propósito de que sirva de referencia a futuros trabajos de estudiantes que aborden los mismos temas mencionados, igualmente, los instrumentos pueden ser aplicados para investigaciones

posteriores. De la misma manera, puede servir de guía para las empresas del rubro automotriz. En su justificación teórica, la investigación propuesta busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de la manufactura esbelta, optimizar el área operativa mejorando los procesos y el tiempo de operación, para verse reflejado en la utilidad de la empresa. Asimismo, una justificación práctica, por lo que el estudio tiene como finalidad encontrar soluciones, ante posibles problemas como alto costos operativos que se ve reflejado en la utilidad de la empresa, por tal motivo se buscará mejorar las operaciones del área para que los trabajadores desarrollen sus funciones sin ningún problema evitando gastos adicionales que puedan perjudicar a la empresa.

Por último, la justificación social, ya que la realización de esta investigación permitirá establecer estrategias que mejorarán el área operativa y la eficiencia de los trabajadores, al obtener una reducción de costos operativos con la propuesta de implementación de herramientas de la herramienta de manufactura esbelta en la empresa R.A.H.O S.A.C.

### **1.8. Aspectos Éticos**

La presente investigación ha sido redactada teniendo en cuenta las bases del respeto a los directivos y los trabajadores de la empresa, los cuales fueron informados del desarrollo de la propuesta de implementación en el área operativa. De esta manera, se dio a conocer los beneficios que se logrará obtener por parte del estudio y la implementación de las mejoras propuestas, establecido así el principio de reciprocidad. Por último, se asegura que la información proporcionada por la empresa no será utilizada sin antes tener la autorización por ser redactada en el informe del proyecto, demostrando de esta manera confianza y honestidad.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2. 1. Tipo de investigación

#### Según su enfoque

Es cuantitativo, debido a que los datos que se obtendrán serán de forma numérica, asimismo, se hará uso de herramientas de ingeniería como 5S, Kanban, TPM y SMED, con el fin de reducir costos operativos en la empresa a través del desarrollo de la propuesta de mejora.

#### Según su alcance

Es explicativa, porque se describe la realidad problemática de la empresa, además de las herramientas de manufactura esbelta que se usará para la reducción de los costos operativos en la empresa.

#### Diseño

La investigación tendrá un diseño Pre-experimental, ya que el investigador no llevará a cabo la propuesta de mejora, puesto que no cuenta con los medios de control suficientes que permitan la validez interna.

G: O1 – X – O2
----------------

#### Donde:

G: Empresa del R.A.H.O

O1: Pre – test (Diagnóstico actual de las áreas de la empresa- Antes)

X: Propuesta de las herramientas de manufactura esbelta

O2: Post – test (Reduce los costos operativos después de la aplicación de la propuesta)

## 2.2. Población y muestra

Estuvo conformada por todas las áreas de la empresa R.A.H.O S.A.C

## 2.3. Materiales, instrumentos y métodos

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

Tabla 1 *Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado
<b>Observación Directa</b>	Permitió visualizar las acciones laborales en el área operativa de cada colaborador.	Cuaderno de apuntes Cámara fotográfica	Área operativa de la empresa
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió recoger datos registrados relevantes respecto a la demanda y los costos de la empresa	Registro de datos Microsoft Excel Laptop	Registro de datos de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 *Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Mediante esta herramienta se diagnostica e identifica los problemas de la empresa, determinando las causas raíces que conllevan al elevado costo operativo de la misma.
<b>Matriz de priorización</b>	Se desarrolló con el objetivo de clasificar las causas raíces de menor a mayor impacto, para posteriormente realizar el diagrama de Pareto.
<b>Diagrama de Pareto</b>	Mediante esta herramienta se determina el 80% de los problemas que están originados por el 20% de las causas.
<b>Matriz de indicadores</b>	Se formula indicadores por cada causa raíz que permita monetizar las pérdidas y se selecciona las herramientas de ingeniería industrial que darán solución al problema.

Fuente: Elaboración propia

## Método

El presente proyecto de investigación, trata sobre una propuesta de mejora utilizando las herramientas de la ingeniería industrial, diagnosticando y posteriormente proponiendo la solución, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3 *Resumen de etapas y procedimientos*

Etapas	Procedimiento
<b>Diagnóstico</b>	Diagrama de Ishikawa: Se realiza para identificar los problemas y/o causas raíces, brindando un panorama general de la problemática de la empresa respecto al área operativa.
	Matriz de priorización: Se clasifican las causas raíces en un comportamiento descendente respecto al impacto.
	Diagrama de Pareto: Se establecen las causas raíces que ocupen un 80% del impacto de la problemática.
<b>Solución propuesta</b>	Metodología 5'S: Se realiza una conducta sostenible en la organización logrando orden, limpieza y disciplina.
	SMED: Realizado para eliminar tiempos no productivos creados por una carencia de gestión, logrando una reducción de costos operativos.
	Kanban: Para que a través de un tablero con tarjetas se muestren abiertamente control visual de los trabajos que se están realizando con el fin de hacer eficiente el proceso.
<b>Evaluación económica financiera</b>	TPM: Para maximizar la eficacia general de los equipos, evitar las averías y garantizar un funcionamiento seguro.
	Se accionará una evaluación económica – financiera, con la finalidad de determinar la viabilidad de la propuesta para la empresa. Finalmente, se considera el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la ratio de Beneficio/Costo (B/C) y el Periodo de Retorno de la Inversión (PRI).

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4. Procedimientos

Tabla 4 Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	FORMULA
VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas de manufactura esbelta	% Índice de cumplimiento de actividades 5s	Porcentual	Actividades ejecutables/Actividad programadas*100
	% Números de servicios rechazados	Porcentual	(Número de servicio incompletos o rechazados / Total de servicios recibidos) x 100
	% Tiempo de cambio de formato	Porcentual	(Tiempo real por cambio / Tiempo asignado de cambio) x 100%
	% OEE TPM	Porcentual	(Disponibilidad X rendimiento X calidad) X 100
VARIABLE DEPENDIENTE: Reducción de costos operativos	% Var Costo	Porcentual	(Costo propuesto – Costo actual) / Costo actual x 100

Fuente: Elaboración propia

### Generalidades de la Empresa

R.A.H.O S.A.C. es una empresa dedicada al servicio automotriz, que generalmente ofrece servicios como planchado, reparación mecánica, mantenimiento preventivo, pintura al horno, tapicería, venta de repuestos, lubricentro, entre otros.

### Diagnóstico del área problemática

Objetivo 1: Diagnosticar la situación problemática de las áreas operativas

Para el diagnóstico de la empresa, se consideró las áreas operativas como el taller de mantenimiento, espacio donde se lleva a cabo los servicios que ofrece la empresa y su almacén donde se encuentran los repuestos, herramientas, materiales o suministros necesarios para llevar a cabo las actividades que realiza.

Posteriormente, se visualiza el diagrama Ishikawa, el cual ha permitido la identificación de las causas raíces en la empresa:

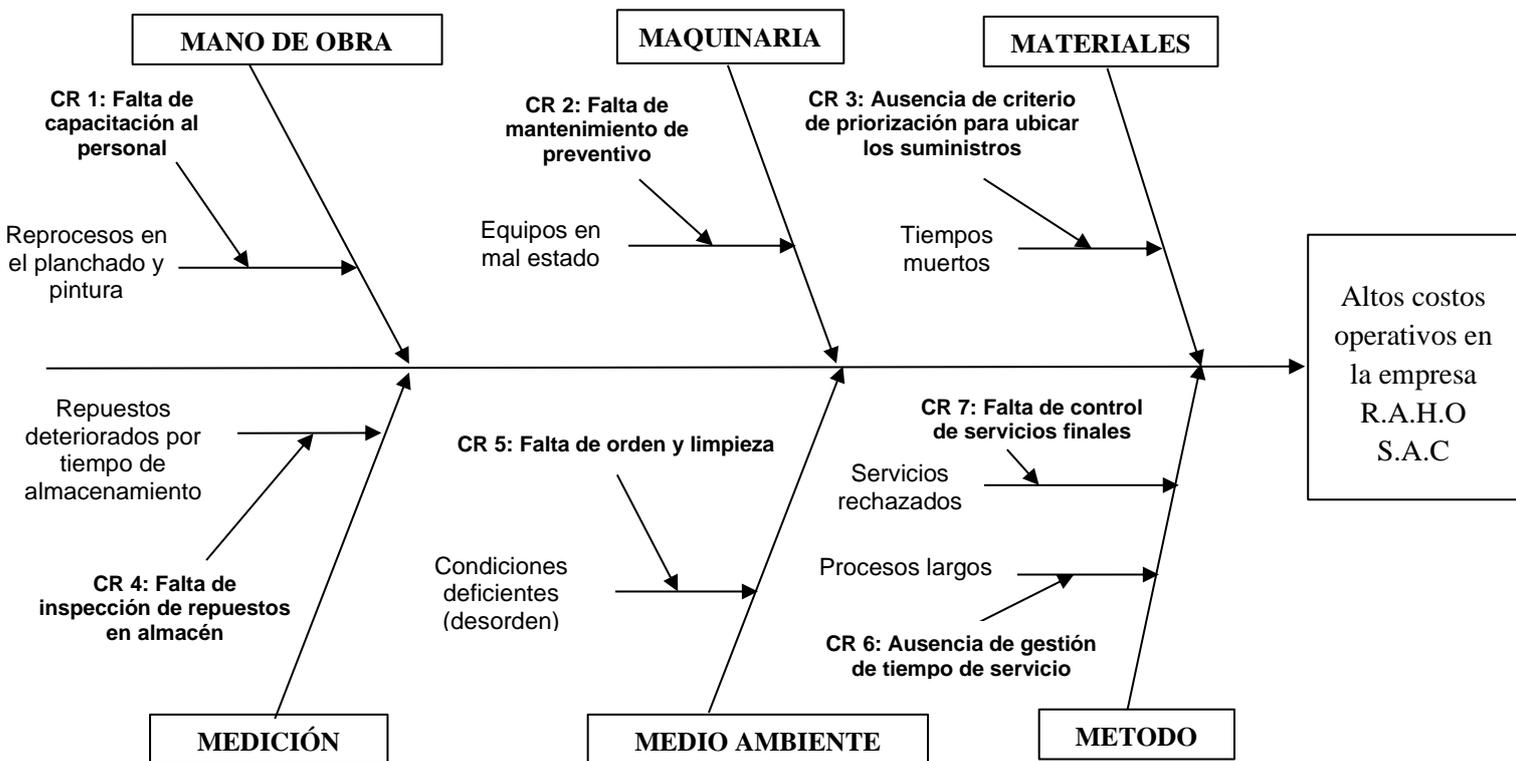


Figura 6 Diagrama Ishikawa del área operativa

Fuente: Elaboración propia.

### Monetización de perdida por cada causa raíz identificada

CR 1: Falta de capacitación al personal

La falta de capacitación se evidencia en el deficiente servicio de planchado y pintado, esto es ocasionado debido a que los trabajadores aprenden sin previa teoría a utilizar los equipos y materiales y no son capacitados para realizar su trabajo según los requerimientos de los clientes. Estas acciones ejecutadas inadecuadamente procrean una demora y, por consiguiente, pérdidas monetarias las cuales son detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 5 *Pérdidas por hora por falta de capacitación*

N° DE SERVICIO MENSUAL	HORAS DE REPROCESO DE SERVICIOS DE PINTURA Y PLANCHADO	COSTO POR HR REPROCESADO	PÉRDIDA TOTAL POR REPROCESOS (S/)
1	105	12.30	1291.03
2	120	12.30	1475.46
3	110	12.30	1352.51
<b>TOTAL</b>			<b>4,199</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CR 2: Falta de mantenimiento de preventivo

La falta de mantenimiento preventivo se centra en dos equipos importantes para la empresa, el elevador hidráulico que permite elevar cargas pesadas como es el caso del vehículo, para trabajar sobre o bajo la carga y permite realizar actividades de mantenimiento, reparación y verificación, asimismo, está el compresor de aire que permite tomar el aire del ambiente, almacenarlo y comprimirlo dentro de un depósito y su uso permite dar potencia a herramientas neumáticas, trabajos de pintura y carrocería, entre otros. Por ello, cuando no se realiza el mantenimiento a estos equipos, tiende a presentar averías que significan que una parada para solucionar el problema y terminar a tiempo el servicio solicitado.

Tabla 6 *Costo por falta de mantenimiento de preventivo*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tiempo improductivo (hr)	45.5
Costo por perdida (hr)	225
Perdida por tiempo improductivo	10237.50

Perdida por turno de trabajador	227.5
<b>PERDIDA MENSUAL EN SOLES</b>	<b>10465.0</b>

Fuente: Elaboración propia

### CR 3: Ausencia de criterio de priorización para ubicar los suministros

Referimos al problema de tiempos improductivos es exactamente a la desorganización que existe en el almacén, cuando los operarios se encuentran trabajando desperdician tiempo al esperar que encuentren el suministro que ocupan. Por ello se hallará el tiempo de un operario de almacén que despacha algún suministro:

Tabla 7 *Tiempo de actividades en el despacho de suministro*

ACTIVIDADES	ASISTENTE 1	ASISTENTE 2
Identificación de suministros y repuestos (min) m	2160	1980
Búsqueda de suministros y repuestos (min)	3060	2700
Entrega de lo requerido al área correspondiente (min)	2520	2340
<b>Tiempo total (min) mensual</b>	<b>7740</b>	<b>7020</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 *Costo pérdida por falta de criterio de priorización para ubicación*

	Tiempo asignado de despacho (min)	Tiempo real de despacho (min)	Tiempo perdido (hrs)	HH soles/hr	Costo perdido (S/)
ASISTENTE 1	2520	7740	87.00	5.00	435.00
ASISTENTE 2	2520	7020	75.00	5.00	375.00
<b>TOTAL PERDIDO AL MES</b>					<b>810.00</b>

Fuente: Elaboración propia

La pérdida que se logra monetizar referente a la falta de criterio de priorización para ubicación asciende a S/. 810 mensual.

#### CR 4: Falta de inspección de repuestos en almacén

Se identificaron repuestos deteriorados por el tiempo y el inadecuado almacenamiento que presentan, puesto que el almacén no cuenta con las condiciones necesarias. Entre ellos tenemos, las baterías con averías internas de evaporación de ácido, repuestos con resequedad como los terminales de dirección, neumáticos, bocinas, algunos amortiguadores con pérdida de su función principal debido a la evacuación del gas interno por temperatura de almacenamiento y bombillas rotas. Este problema genera un costo de pérdida para la empresa, puesto que, pueden provocar demoras en el servicio e insatisfacción del cliente.

Estos repuestos deben ser retirados de almacén, se requiere utilizar una herramienta para mejorar su almacenamiento, abastecimiento, inspección y codificación de repuestos para evitar este tipo de inconveniente. Por ello, se realizó una lista de repuestos deteriorados considerando su precio unitario, para hallar la pérdida en costos de estos suministros.

Tabla 9 Cálculo de costo pérdida por falta de inspección de repuestos en almacén

RESPUESTOS DETERIORADOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
Amortiguadores	8	175	1400
Neumáticos	4	400	1600
Baterías	7	157	1099
Terminales de dirección	4	133	532
Bocinas para suspensión	4	45.7	182.8
Bombillas	9	51.7	465.3
<b>TOTAL</b>			<b>5279.1</b>

Fuente: Elaboración propia

#### CR 5: Falta de orden y limpieza

El área de taller de mantenimiento donde se realiza las actividades de servicio automotriz, no se encuentra acondicionada para realizar las labores cotidianas. Además, se

observó que algunos equipos y/o herramientas que se utilizan para el trabajo de carrocería no son guardados nuevamente en orden, por el contrario, son reposados dentro del campo de trabajo. La empresa contrata un personal tercero para que se encargue de la limpieza del área de trabajo, siendo este un costo adicional para la compañía, el cual se evidencia como perdida en los estados financieros. Por ello, es importante que en la empresa exista una correcta gestión de orden y limpieza.

Tabla 10 *Costo por contratar a personal de limpieza*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (soles)
Costo por personal ayudante (mes)	1025
Costo aporte del empleador Essalud (mes)	92.25
Costo de alimento	240
Costo total mensual por personal ayudante	1357.25

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, por la ausencia de orden y limpieza existen zonas que se encuentran con aceites derramados, pisos resbaladizos, repuestos desordenados obstaculizando la zona de tránsito, estos factores pueden causar accidentes laborales. Acto seguido, se visualiza en la siguiente tabla las multas que costeó la empresa referente a lo registrado del accidente leve y grave que ocurrieron.

Tabla 11 Costo de multas por accidentes provocados por falta de orden y limpieza

TIPO DE ACCIDENTE	MULTA APLICADA (UIT)	PERDIDA POR MULTA (S/)
Leve	1	4600
Grave	1	4600
TOTAL		9200

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el costo total por falta de orden y limpieza es de S/ 10, 157.25.

### **CR 6: Ausencia de gestión de tiempo de servicio**

La empresa cuenta con una atención con citas previas para el servicio de mantenimiento preventivo de vehículos. Por la ausencia de gestión de tiempo de servicio, los procesos tienden a hacer largos, y en ocasiones no logran culminar con los servicios programados. Esto genera un costo de pérdida para la empresa y una insatisfacción en el cliente.

Tabla 12 *Costo de pérdida por servicio incompleto*

MANTENIMIENTOS SOLICITADOS	MANTENIMIENTOS REALIZADOS	MANTENIMIENTOS INCOMPLETOS	COSTO DE SERVICIO	PERDIDA TOTAL POR SERVICIO (S/)
13	9	4	400	1600
14	6	8	400	3200
10	5	5	400	2000
12	6	6	400	2400
<b>TOTAL</b>				<b>9200</b>

Fuente: Elaboración propia

### **CR 7: Falta de control de servicios finales**

No existe orden ni control de los servicios que se tienen a diario, por ello, muchas veces no cumplen con realizar correctamente todos los servicios que recibieron, dejando algunos incompletos y otros son rechazados por el cliente. Se calculará el costo por servicios incompletos o rechazados, considerando cuantos servicios reciben a la semana.

Por consiguiente, por no mantener un control de los servicios finales dentro del área de taller de mantenimiento ocasiona insatisfacción en el cliente.

Tabla 13 *Costo de servicios incompletos o rechazados*

ITEM	SERVICIOS RECIBIDOS SEMANAL	SERVICIOS INCOMPLETOS O RECHAZADOS	SERVICIOS REALIZADOS CORRECTAMENTE	COSTO PROMEDIO SERVICIO INCOMPLETO O RECHAZADO (S/)	COSTO PROMEDIO TOTAL DE SERVICIO INCOMPLETO O RECHAZADO (S/)
1	15	4	11	511	2044
2	12	5	7	511	2555
3	11	3	8	511	1533
4	9	7	2	511	3577
<b>TOTAL</b>					<b>9709</b>

Fuente: Elaboración propia

### Matriz de priorización

Se efectúa la matriz de priorización referente a las pérdidas monetizadas por cada causa raíz, estas tienen un comportamiento descendente, demostrando así el impacto que tienen en la problemática de la empresa.

Tabla 14 *Matriz de priorización*

CAUSA RAIZ		PERDIDA MONETARIA S/	%RELATIVO	%ACUMULADO
CR 2	Falta de mantenimiento de preventivo	10465.00	21%	21%
CR 5	Falta de orden y limpieza	10157.25	20%	41%
CR 7	Falta de control de servicios finales	9709.00	20%	61%
CR 6	Falta de estandarización de tiempos	9200.00	18%	79%
CR 4	Falta de inspección de repuestos en almacén	5279.10	11%	90%
CR 1	Falta de capacitación al personal	4119.00	8%	98%
CR 3	Ausencia de criterio de priorización para ubicar los suministros	810.00	2%	100%

Fuente: Elaboración propia

### Diagrama de Pareto

Se presenta el diagrama de Pareto, el cual nos permite identificar el 80% de problemas vitales en la investigación, y sobre ellos se desarrollarán las propuestas de mejora para reducir los costos de la empresa.

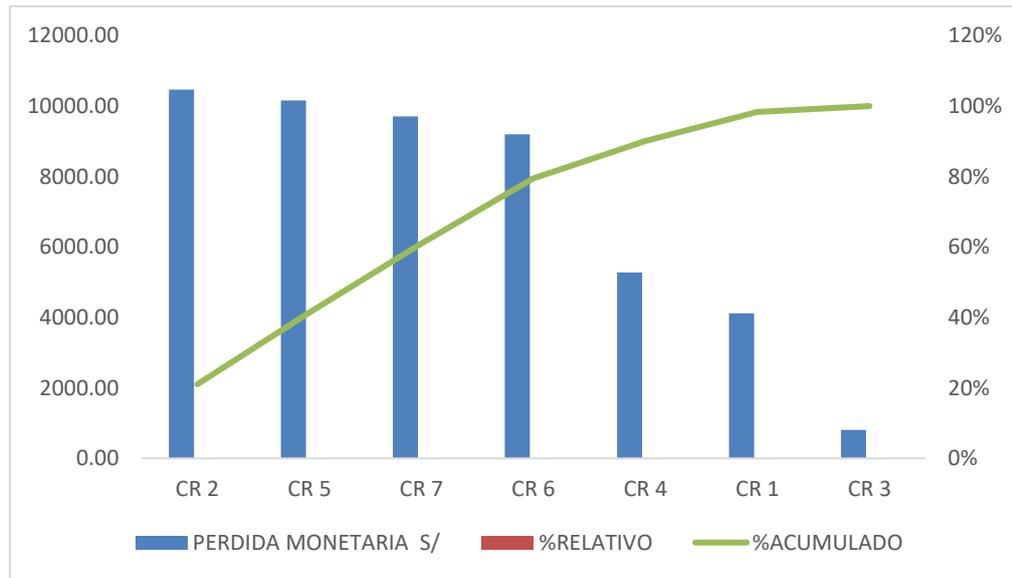


Figura 7. Diagrama de Pareto pérdidas

Fuente: Elaboración propia

## Matriz de indicadores

 Tabla 15 *Matriz de indicadores*

CAUSA RAIZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	PERDIDAS MONETARIA (S/)	VALOR META	PERDIDAS MONETARIA (S/)	BENEFICIO	METODOLOGÍA
CR5	Falta de orden y limpieza	% Cumplimiento de actividades	37%	10157.25	100%	0.00	10157.25	METODOLOGÍA 5S
		Actividades ejecutables/Actividades programadas*100						
CR2	Falta de mantenimiento	%Tiempo improductivo	9%	10465.00	2%	2617.40	7847.60	TPM
		Tiempo muerto (horas) / Tiempo total laboral *100						
CR7	Falta de control de servicios finales	% Números de servicios rechazados	40%	9709	0%	0.00	9709.00	KANBAN
		(Número de servicios incompletos o rechazados / Total de servicios recibidos) x* 100						
CR6	Ausencia de gestión de tiempo de servicio	%Tiempo de cambio de formato	44%	9200	23%	1350	7850.00	SMED
		Tiempo real por cambio / Tiempo asignado de cambio *100%						

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5. Solución de la Propuesta

Objetivo 2: Desarrollar las herramientas de manufactura esbelta

### CR 2 Falta de mantenimiento de preventivo

La herramienta mantenimiento productivo total (TPM) está relacionada con eliminar el tiempo perdido atado directamente con algunas averías que puedan presentarse en el accionar de las máquinas o equipos dentro de las operaciones. Se consideró los equipos como el elevador hidráulico, el cual facilita la elevación de automóviles para que su reparación se haga más rápida y efectiva y la compresora de aire, para realizar la apreciación y valoración correspondiente.

Tabla 16 *Disponibilidad promedio de equipos antes del plan*

Unidad	T- Max (min)	Tiempo perdido mensual	T-útil mensual	Paradas mensual	MTBF	MTTR	MTBF/ (MTBF+ MTTR)
Elevador hidráulico	14400	1557	12843	12	1070.3	129.75	89%
Compresora de aire	14400	1103	13297	9	1477.4	122.56	92%
<b>TOTAL</b>	<b>28800</b>	<b>2660</b>	<b>26140</b>	<b>21</b>	<b>1273.7</b>	<b>126.15</b>	<b>91%</b>

Fuente: Elaboración propia

### Cálculo de Indicadores de TPM: Situación Actual

#### Disponibilidad:

Este indicador expresa en resultado porcentual el tiempo de operación del equipo.

$$Disponibilidad = \frac{MTB}{MTBF + MTTR}$$

$$Disponibilidad = 91\%$$

Donde:

MTBF: Tiempo promedio de falla.

MTTR: Tiempo promedio de reparación.

**Eficiencia:**

Este indicador expresa el rendimiento del equipo durante el tiempo en que funciona.

$$Eficiencia = \frac{TNO}{TO + TF}$$

$$Eficiencia = 83\%$$

**Donde:**

TNO: Tiempo neto de operación.

TO: Tiempo de operación.

TF: Tiempo de fallas.

**Calidad:**

Este indicador expresa la fracción de los servicios que cumplieron con los estándares de calidad.

$$Calidad = \frac{TNO - TPPM}{TNO}$$

$$Calidad = 90\%$$

**Donde:**

TNO: Tiempo neto de operación.

TPPM: Tiempo de pérdida de puesta en marcha.

### Efectividad Global de los Equipos

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

$$OEE = 91\% * 83\% * 90\% = 67.91\%$$

La relación entre la disponibilidad, rendimiento, calidad y el OEE no es equilibrado, se aprecia un indicador de pérdida de productividad de (32.09%) no representa la suma de las pérdidas de los indicadores disponibilidad (9,0%), rendimiento (17,0%) y calidad (10,0%). Por tal razón, se atribuirá el porcentaje de impacto de cada una de ellas proporcionalmente al total (32.09%).

Tabla 17 *Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE*

Tipo de pérdida	Pérdida	% que representa	Impacto en OEE
Pérdida por disponibilidad	9%	25.0%	8.01%
Pérdida por rendimiento	17%	46.8%	15.03%
Pérdida de calidad	10%	28.2%	9.05%
<b>TOTAL</b>	<b>36%</b>	<b>100.0%</b>	<b>32.09%</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en la OEE.

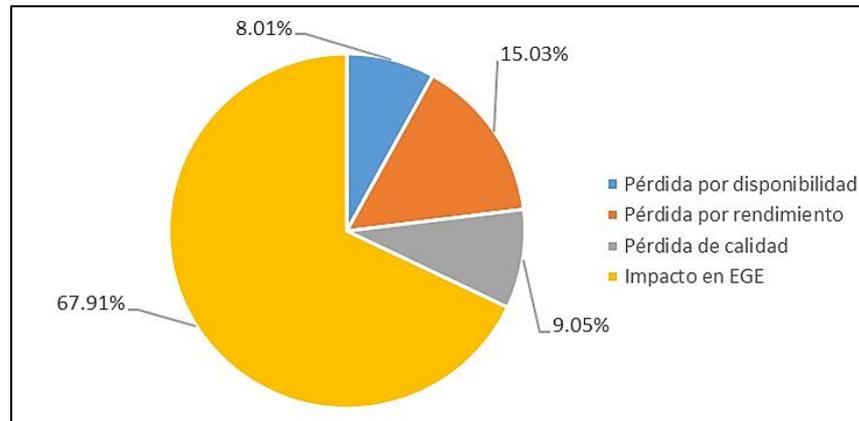


Figura 8 Impacto de las pérdidas en el indicador OEE

Fuente: Elaboración propia

Posterior a la inspección del contexto de los equipos, se implementa el cronograma de implementación del TPM, el cual se puede visualizar en la tabla siguiente:

Tabla 18 Cronograma de implementación del TPM

Ítem	Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1	Introducción de la filosofía a la alta dirección	X							
2	Difusión y formación de la filosofía TPM a los colaboradores	X							
3	Formación de los organismos internos de promoción del TPM	X							
4	Determinación de política, indicadores y metas	X	X						
5	Preparación del plan de implantación TPM		X	X					
6	Aplicación del método TPM			X					
7	Sistema de mejora de la eficiencia de equipos			X	X				
8	Mantenimiento autónomo					X	X		

9	Establecer cronograma de mantenimiento de equipos	X		
10	Optimización de las operaciones de los equipos	X	X	
11	Desarrollo del programa de gestión equipos		X	X

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que esta herramienta se basa en la idea de que todos los colaboradores deben involucrarse en el mantenimiento de su propio entorno de trabajo. Por ello, se siguió las actividades del cronograma mostrados en la tabla 18, se puede visualizar la preparación de los colaboradores y la alta dirección para informar sobre el TPM y el entrenamiento que se realizará sobre lo mencionado.

### Fases de la implementación

#### Preparación

En primer acto, se convocó a todo colaborador que tenga incidencia dentro del área de trabajo, para informarle respecto a la decisión tomada de la ejecución del TPM dentro de la empresa R.A.H.O. Por otro lado, se difunde la doctrina TPM a todo el capital humano, nombrando datos importantes como historia, tiempos improductivos, importancia, definiciones, etc. También, algunos inconvenientes y sus resultados para mejorar en el ámbito productivo, de esta manera, se espera una reducción de costos operativos.

Se formará el personal encargado de decidir las tácticas y estrategias para las operaciones del TPM, y de esta manera la implementación sea monitoreada, evaluada y controlada durante su avance en cada fase.

#### Introducción

En esta fase de implementación del TPM se les pide a los operadores de equipos asumir nuevas responsabilidades. Se menciona que se adiestrará a los operadores sobre cómo limpiar y lubricar el equipo, y se atienden los aspectos de seguridad que conllevan las nuevas funciones de los operadores.

### **Implementación**

En esta fase se realizará el mantenimiento autónomo, estas actividades buscan desenvolver las habilidades del capital humano encargado de operar y mantener operativas las máquinas. Asimismo, se realizarán retroalimentaciones con la finalidad de recordar lo instruido dentro del área laboral.

### **Consolidación**

En esta fase, se debe determinar el proceso de mejoramiento continuo, el mantenimiento y la participación de todo el capital humano de la empresa.

### **Plan de mantenimiento en planta**

El funcionamiento de estos equipos es indispensable, por ello es importante realizar un mantenimiento que evite daños mayores que perjudiquen los servicios que ofrece la empresa. Por otro lado, se realizará las coordinaciones para ejecutar los mantenimientos autónomos, preventivo y correctivos, según sea el caso.

Se consideraron en el plan de mantenimiento dos equipos que son importantes para diferentes servicios que ofrece la empresa como son el elevador hidráulico y la compresora de aire.

### **Actividad de mantenimiento**

Entre las actividades de mantenimiento que se ejecutaran está lubricación, eléctricas y mecánicas. Luego de elaborar la ficha técnica a cada equipo, se diseñará una tabla donde se especifique los mantenimientos según la necesidad de los equipos.

### **Elevador hidráulico**

Para el mantenimiento de este equipo se debe considerar las siguientes actividades:

Tabla 19 *Plan de actividades de mantenimiento del elevador hidráulico*

Ítem	Actividades	Frecuencia
1	Engrase de cadenas	Semanal
2	Verificar que los cables de polea estén tensados	Semanal
3	Verificar si tiene la cantidad de aceite adecuada	Semanal
4	Desmontaje y revisión de pistones	Quincenal
5	Reparación y cambio de aceite	Mensual
6	Mantenimiento de aspiradora	Mensual
7	Revisión de fajas del motor	Mensual

Fuente: Elaboración propia

Se debe observar que se encuentren tensados los cables de polea, esto con la finalidad de evitar que exista un sobreesfuerzo que pueda provocar una avería, así mismo, verificar los niveles de aceite que necesita para realizar su función. Proteger las cadenas con grasa e inspeccionar que el equipo este accionando su trabajo de forma adecuada.

### **Compresor de aire**

Tabla 20 *Plan de actividades de mantenimiento del compresor de aire*

Ítem	Actividades	Frecuencia
1	Cambio de aceite	Quincenal

2	Cambio de filtros de separadores	Quincenal
3	Revisión del consumo eléctrico	Semanal
4	Revisión de válvulas de control	Quincenal
5	Control de presión	Quincenal
6	Control de aceite del motor	Mensual
7	Revisión de fajas del motor	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

### Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo

Tabla 21 Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo

ITEM	ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	Determinar metas y objetivos	X							
2	Establecer un presupuesto	X							
3	Maquinaria y equipo a incluir		X						
4	Revisar los mantenimientos previos realizados		X	X					
5	Consultar los manuales de los equipos			X	X				
6	Designar a los responsables				X				
7	Entrenamiento al personal					X	X		
8	Revisión del plan							X	X

Fuente: Elaboración propia

1. **Determinar metas y objetivos:** Se busca minimizar en número y tiempo los paros en el proceso, reducción de costes de mantenimiento.
2. **Establecer un presupuesto:** Se tiene en cuenta los costes d mantenimiento, fechas de revisión, entre otros. Además, brindar las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento.
3. **Maquinaria y equipo a incluir:** Identificar las máquinas y equipos que necesitan primordialmente ser objeto de mantenimiento.
4. **Revisar los mantenimientos previos realizados:** Revisar antes si existe algún mantenimiento sobre los equipos y la fecha en que lo hicieron.

5. Consultar los manuales de los equipos: Conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes como tiempo de vida útil, tipos de aceites o lubricantes a emplear, las medidas de seguridad, entre otros.
6. Designar a los responsables: Involucrar a todo el personal en el plan de mantenimiento, clasificándolos en grupos según especialidades.
7. Entrenamiento al personal: Capacitar al personal en temas de mantenimiento preventivo.
8. Revisión del plan: Dar seguimiento al plan de mantenimiento para realizar ajustes necesarios si es el caso.

### Cronograma de Implementación de mantenimiento autónomo

Tabla 22 Cronograma de implementación del mantenimiento autónomo

ITEM	ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	Limpieza inicial	X							
2	Medidas para el polvo o residuos		X						
3	Estándares de limpieza y lubricación			X					
4	Inspección general				X	X			
5	Organización y orden						X		
6	Fin de la implementación							X	X

Fuente: Elaboración propia

1. Limpieza inicial: Realizar la eliminación del polvo o suciedad que pueda tener el equipo, lubricar o ajustar pernos y descubrir problemas para su corrección.
2. Medidas para el polvo o residuos: Promover una cultura de limpieza y orden en el personal, para mantener su área de trabajo limpia y ordenada, logrando así que las acciones de operación se realicen sin percances.

3. Estándares de limpieza y lubricación: Mantener la maquina lubricada para evitar el desgaste de las piezas durante la operación periódicamente.
4. Inspección general: Capacitando al personal, nos permitirá que puedan detectar fallas menores en las máquinas durante su funcionamiento diario. Se elaboró una ficha de reporte de fallas. (Anexo N° 01).
5. Organización y orden: Cumplir con los estándares de limpieza y orden para evitar que el personal tenga algún problema durante las actividades.
6. Fin de la implementación: Al concluir con la capacitación, el personal debe cumplir correctamente con brindarle a su maquinaria mantenimiento autónomo.

#### Formato de sugerencias

Se diseña un formato donde el personal podrá comunicar alguna mejora para garantizar el correcto funcionamiento de su maquinaria o equipo. (Anexo N° 02).

Posterior a la aplicación del TPM, se realiza una evaluación de los datos, en este contexto, con la finalidad de obtener la eficiencia del área en los nuevos datos encontrados, los cuales son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 23 Disponibilidad después de un plan de mantenimiento

Unidad	T-Max (min)	Tiempo perdido mensual	T-útil mensual	Paradas mensual	MTBF	MTTR	MTBF/ (MTBF+ MTTR)
Elevador hidráulico	14400	519	13881	5	2776.2	103.8	96%
Compresora de aire	14400	164	14236	2	7118.0	82.0	99%
<b>TOTAL</b>	<b>28800</b>	<b>683</b>	<b>28117</b>	<b>7</b>	<b>4947.1</b>	<b>92.9</b>	<b>98%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Cálculo de Indicadores de TPM: Propuesta mejorada

##### Disponibilidad:

Este indicador expresa en resultado porcentual el tiempo de operación del equipo

$$Disponibilidad = \frac{MTB}{MTBF + MTTR}$$

$$Disponibilidad = 98,2\%$$

Donde:

MTBF: Tiempo promedio de falla.

MTTR: Tiempo promedio de reparación.

### **Eficiencia:**

Este indicador expresa el rendimiento del equipo durante el tiempo en que funciona.

$$Eficiencia = \frac{TNO}{TO + TF}$$

$$Eficiencia = 95.4 \%$$

**Donde:**

TNO: Tiempo neto de operación.

TO: Tiempo de operación.

TF: Tiempo de fallas.

### **Calidad:**

Este indicador expresa la fracción de los servicios que cumplieron con los estándares de calidad.

$$Calidad = \frac{TNO - TPPM}{TNO}$$

$$Calidad = 97,6\%$$

**Donde:**

TNO: Tiempo neto de operación.

TPPM: Tiempo de pérdida de puesta en marcha.

**Efectividad Global de los Equipos**

OEE = Disponibilidad \* Eficiencia \* Calidad

OEE = 98,2% \* 95,4% \* 97,6% = 91,3%

La relación entre la disponibilidad, rendimiento, calidad y el OEE no es equilibrado, se aprecia un indicador de pérdida de productividad de (8,7%) no representa la suma de las pérdidas de los indicadores disponibilidad (1,8%), rendimiento (4,6%) y calidad (2,4%). Por tal razón, se atribuirá el porcentaje de impacto de cada una de ellas proporcionalmente al total (8,7%).

Tabla 24 *Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE después de la mejora*

Tipo de pérdida	Pérdida	% que representa	Impacto en OEE
Pérdida por disponibilidad	2%	20.5%	1.78%
Pérdida por rendimiento	5%	52.3%	4.55%
Pérdida de calidad	2%	27.3%	2.37%
<b>TOTAL</b>	<b>9%</b>	<b>100.0%</b>	<b>8.70%</b>

Fuente: Elaboración propia

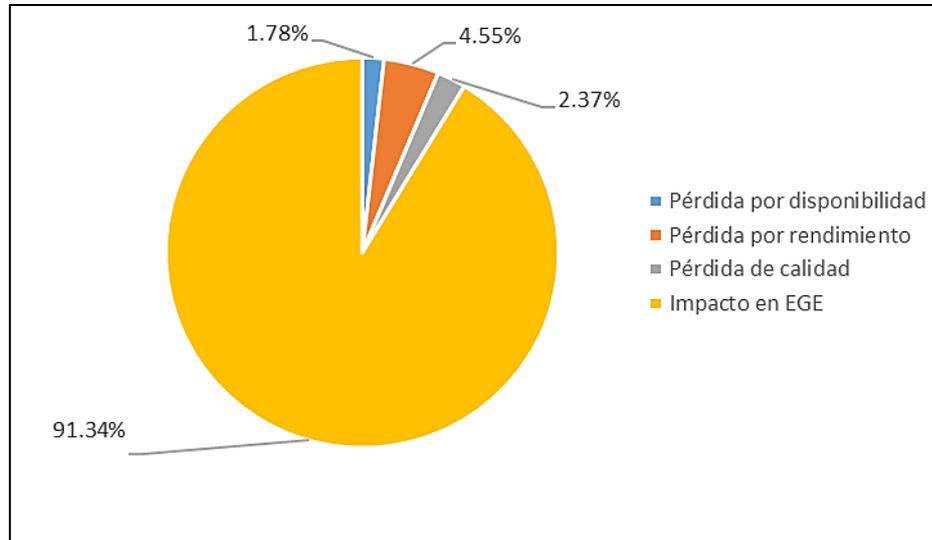


Figura 9 Impacto de la disponibilidad, rendimiento y calidad en el OEE después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

### CR 5 Falta de orden y limpieza

La herramienta 5S será utilizada para establecer una permanente conducta de orden y limpieza en los ambientes laborales de la empresa; así mismo, logrando mejorar efectivamente las áreas de trabajo donde se pondrá en práctica lo determinado, se logrará elevar la productividad y reducir pérdidas monetarias de diferente índole.

Para desarrollar la primera S: Seiri (Clasificación)

Se identificó diversos elementos dentro del área de mantenimiento vehicular, de los cuáles, muchos de ellos no son necesarios para las operaciones de éstos.

Tabla 25 Registro de elementos dentro del área de mantenimiento vehicular

NOMBRE DEL ELEMENTO	UBICACIÓN	ESTADO
Pintura Uretano C01	Mantenimiento Preventivo	Óptimo
Pintura Esmalte Acrílico C02	Mantenimiento Preventivo	Óptimo

Pintura Metálica	Mantenimiento Preventivo	Vencido
Pintura Mate	Mantenimiento Preventivo	Óptimo
Pintura Perlada	Mantenimiento Preventivo	Vencido
Plancha Cuero Automotriz	Mantenimiento Preventivo	Óptimo
Plancha Eco Cuero Automotriz	Mantenimiento Preventivo	Obsoleto
Taladro BOSCH	Mantenimiento Preventivo	Óptimo
Arandel de Carter	Área operativa de planchado	Obsoleto
Frasco Aceite Hyundai 5W-30	Área operativa de planchado	Óptimo
Frasco Aceite Mobil 5W-30	Área operativa de planchado	Óptimo
Frasco Aceite Total 10W-30	Área operativa de planchado	Óptimo
Refrigerante Snow	Área operativa de planchado	Óptimo

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo y también indicar su estado, se realiza la propuesta de una tarjeta roja. Desarrollando un formato donde se presencia indicadores como: nombre de artículo, cantidad, clasificación, acción a tomar y destino final del elemento; así mismo, es importante mencionar que con la ayuda de las tarjetas rojas se podrá determinar la acción requerida a tomar, las cuales pueden ser: Reubicar, eliminar, reciclar u otro sugerido por el contexto. (Anexo N° 03).

En continuación con la Segunda S: Seiton (Organización)

Continuando con el desarrollo de las 5S, es necesario estructurar lo que anteriormente se ha clasificado, habiendo realizado ya el descarte de lo que es necesario y lo que no en cada área de trabajo, permitirá que todos los elementos tengan su lugar, lo cual ayudará a tener todo más ordenado permitiendo una mayor disponibilidad y alcance de los operarios. Acto seguido, realizar un diálogo con todos los operarios del área operativa de la empresa, permitirá que se mejore en la organización de todos los elementos ya clasificados, además, para organizar los elementos se ha establecido el criterio de mayor rotación, se propone la utilización de un estante con dos divisiones, parte superior e inferior, identificando la parte

superior con la de mayor rotación y la parte inferior que es donde estarán los objetos con menor rotación, las acciones a tomar para la organización se han explicado mediante un Diagrama de Flujo. (Anexo N° 04).

Para el desarrollo de la tercera S: Seiso (Limpieza)

El propósito de esta “S” es mantener el área de trabajo limpia, estableciendo una metodología que permita que los colaboradores del área operativa puedan desempeñar sus funciones en condiciones óptimas y sin riesgo, cuando hablamos de condiciones óptimas, nos referimos a mucho más que un área de trabajo limpia, es mantener una conducta superior a limpiar, identificando las fuentes que ocasionan suciedad en las distintas partes del área operativa, consiguiendo erradicarlas evitando que máquinas, herramientas, equipos o algún insumo pueda dañarse en las actividades de rutina que realiza la empresa.

Para establecer la metodología que se propone, se debe capacitar a los operarios respecto a que cada uno tenga en cuenta, que todas las acciones que éstos realicen tengan consigo el accionar de no ensuciar hasta lo que se encuentre dentro de las posibilidades del contexto; así mismo, existe un colaborador encargado de limpiar toda la empresa, donde se realizará una planificación y orientación capacitando al encargado para aumentar su eficiencia y método de trabajo, estableciendo una metodología que consistirá en rutina diaria de limpieza, evitando cerrar la empresa respecto al horario de atención con áreas sucias hasta su próxima apertura.

Finalmente, se realiza la creación de una tarjeta amarilla donde se registrará todos los sucesos que ocasionaron suciedad, permitiendo identificar la fuente de esta, permitiendo brindar una solución y acción para tener un área laboral limpia y erradicar la contaminación en la empresa y los problemas que traiga consigo. (Anexo N° 05).

Para el desarrollo de la Cuarta S: Seiketsu (Estandarizar)

Esta cuarta S, nos habla de mantener todo lo plasmado en las anteriores “S”, es decir, mantener la clasificación, la organización y la limpieza, para lo cual, es necesario monitorear lo propuesto anteriormente, para lo cual se crean formatos donde se podrá supervisar que todas las acciones de trabajo se encuentran conformes.

Respecto a las tarjetas rojas, se crea un formato que permitirá el registro y la efectividad de éstas (Anexo N° 06).

Respecto a las tarjetas amarillas, se crea un formato que permitirá monitorear el registro y la efectividad de éstas (Anexo N° 07).

Para el control de la limpieza, se crea un formato que permitirá registrar la conformidad de ésta (Anexo N° 08).

Para el desarrollo de la quinta y última S: Shitsuke (Disciplina)

Esta última “S” pretende plasmar de manera permanente las 4 “S” trabajadas anteriormente, es decir, los colaboradores deben tener la doctrina de siempre trabajar organizados, en limpieza, realizar correctamente los procedimientos en su área de trabajo, manteniendo los altos estándares desarrollados con anterioridad, ya que sin mantener esa disciplina se deteriorará el trabajo realizado por las anteriores “S”

Capacitar a los empleados, no necesariamente referente a sus labores, si no en habilidades blandas y logrando que tengan una autodisciplina en su accionar rutinario, logrará que exista un solo panorama y dirección entre R.A.H.O. y sus colaboradores. El compromiso de la compañía es suministrar los recursos necesarios para que los colaboradores puedan tener condiciones óptimas de trabajo en todo sentido, el trabajo de los colaboradores es mantener esas condiciones permanentemente, todo esto generará un mejor

ambiente laboral, referido a mayor seguridad y con una mejor actitud, logrando un alto índice de eficiencia y productividad.

### **CR 6 Ausencia de gestión de tiempo de servicio**

La ejecución de la herramienta SMED logrará una reducción del tiempo de preparación de la zona de trabajo para el servicio de mantenimiento preventivo de vehículos. Se realizarán propuestas durante la ejecución de las diversas actividades, con la finalidad de poder acortar tiempos de ejecución.

#### **Descripción general del proceso**

El accionar inicia cuando el encargado designa al técnico un vehículo para su atención. Posteriormente, el técnico se desplaza hacia el área de admisión para proceder a manipular el vehículo y llevarlo hasta su zona de trabajo y empezar con las evaluaciones correspondientes. Estas son realizadas a todos los vehículos, tales como inspección de la suspensión, dirección y la parte eléctrica. Acto seguido, de acuerdo al kilometraje se determinan algunas acciones para el mantenimiento respectivo. Una vez terminado el servicio de mantenimiento, el vehículo pasa por el último servicio, donde se brinda un aspirado por dentro y un lavado por fuera.

#### **Componentes de la bahía de trabajo**

Las bahías de trabajo presentan los siguientes componentes:

**Elevador hidráulico:** Esta máquina es muy importante para el mantenimiento y reparación de vehículos, ya que favorece al personal técnico a realizar sus labores durante el servicio.

**Kit de herramientas:** Esta contiene diferentes accesorios útiles para realizar el mantenimiento, pueden ser de diferentes tamaños y formas.

**Cable pasa corriente (Buster):** El cable pasa corriente es de uso automotriz, el cual tiene como objetivo la conducción de energía eléctrica hacia una batería.

**Medidor de voltaje:** El voltímetro es un valioso instrumento utilizado para cuantificar el potencial eléctrico. Su virtuosa utilización permite que los técnicos puedan inspeccionar el paso de corriente entre dos puntos.

### Descripción del proceso de preparación para cambio de vehículo

En esta etapa, el proceso es iniciado cuando el vehículo es desplazado a la zona de lavado, recordando que el encargado designa al personal técnico un nuevo vehículo para trabajar, lo que ocasiona una espera de tiempo realizando algunas acciones mencionadas en el siguiente diagrama de flujo:

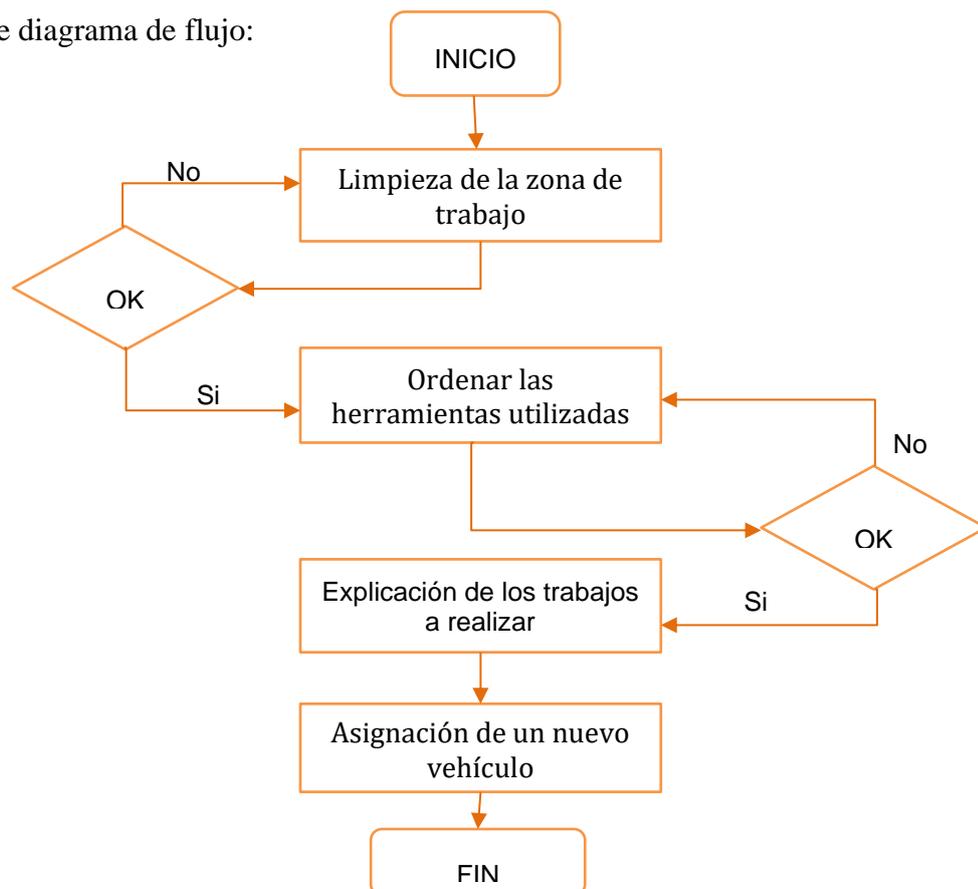


Figura 10. Proceso de preparación para cambio de vehículo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen las etapas para implementación de la herramienta SMED en la empresa R.A.H.O S.A.C:

### Separación de actividades internas y externas

Se reconoció las actividades de carácter interno y externo, los tiempos en el proceso de preparación. El servicio de mantenimiento preventivo se encuentra en manos de un responsable profesional con entrenamiento competitivo para realizar los diversos trabajos que se requieran en el vehículo. Se registra que existían acciones de carácter interno y externo durante la preparación de la zona de trabajo, como se puede observar en la Tabla 26.

Tabla 26 *Actividades internas y externas del servicio de mantenimiento preventivo*

N°	Actividades	Tiempo (min)	
		INTERNA	EXTERNA
1	Recepción del vehicular - Asesor	11.5	
2	Espera del técnico para ser asignado (vehículo a trabajar)	6.5	
3	Técnico recoge el vehículo de la zona de recepción	5	
4	Técnico espera al asesor para que le comunique las actividades a realizar	9	
5	Técnico recibe y evalúa el vehículo en la zona de trabajo	14.5	
6	Técnico organiza la zona de trabajo.	16	
7	Espera que algunas herramientas a emplear se desocupen.	27.5	
8	Técnico espera en almacén para recoger los suministros a usar	7.5	
9	Técnico eleva el vehículo con ayuda del elevador hidráulico		4.5
10	Técnico limpia y realiza la regulación de freno		18
11	Técnico inspecciona la suspensión, dirección y sistema eléctrico		13
12	Técnico retira filtro de aceite y bota el aceite con el que llega el vehículo.		12
13	Se coloca nuevo filtro de aceite.		11.5
14	Técnico coloca el nuevo aceite.		8
15	Técnico baja vehículo de la bahía de trabajo.		8
16	Técnico inspecciona los filtros de aire de motor y aire acondicionado		7.5
17	Técnico inspecciona nivel de aceite de motor.		5
18	Técnico revisa luces del vehículo		5.5

19	Se realiza las pruebas de funcionamiento		15
20	Técnico lleva el vehículo a la zona lavado	7.5	
21	Lavado de vehicular		24
<b>TOTAL</b>		<b>105</b>	<b>132</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se registra un tiempo de 237 minutos refiriéndonos a las acciones que conllevan a preparar la zona de trabajo para el cambio de producto, efecto de una sumatoria de tiempo de las actividades internas y actividades externas. Asimismo, se puede observar el porcentaje de tiempo que representaba el tiempo ocioso y las actividades internas que realizaba el técnico durante la preparación de la zona.

Tabla 27 *Relación de tiempo de actividades internas y externas.*

		Tiempo (Minutos)	Tiempo (Segundos)	Porcentaje
ACTIVIDADES INTERNAS	Actividades internas	57	3420	24%
	Tiempos ociosos	48	2880	20%
ACTIVIDADES EXTERNAS	Actividades externas	132	7920	56%
<b>TOTAL</b>		<b>237</b>	<b>14220</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Conversión de actividades internas a externas**

Luego de diferenciar las actividades internas y las externas, se buscará una reducción aproximada de tiempo. Se identificaron algunas acciones que el técnico debe realizar

mientras se esté realizando alguna otra acción en paralelo. Así mismo, se detalla en las siguientes tablas la reducción de tiempo por cada actividad:

Tabla 28 *Conversión de actividades internas a externas*

Nº	ACTIVIDADES	Tiempo (minutos) Internas	Tiempo (segundos) Internas a externas	OBSERVACIONES
3	Técnico recoge el vehículo de la zona de recepción	5	3	El asesor puede llevar el vehículo a la zona de trabajo luego de su asignación.
5	Técnico recibe y evalúa el vehículo en la zona de trabajo	14.5	10.5	Un correcto inventario realizado por el asesor, permitiría que el técnico solo revise la hoja de inventario para constatar.
6	Técnico organiza la zona de trabajo.	16	13	La zona de trabajo debería estar ordenada y limpia desde el día anterior, esto es responsabilidad del técnico.
20	técnico lleva el vehículo a la zona lavado	7.5	4.5	Las personas encargadas del lavado deberían recoger el vehículo.

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la culminación de la primera etapa, se registró el resumen de las actividades internas, externas y tiempo de ocio, donde el tiempo de preparación para el cambio de vehículo fue de 62 minutos, resultado de la suma de las actividades internas y el tiempo ocioso del técnico.

Tabla 29 *Actividades luego de conversión de actividades internas en externas.*

N°	Actividades	Tiempo (min)	
		INTERNA	EXTERNA
1	Recepción del vehículo - Asesor	11.5	
2	Espera del técnico para ser asignado (vehículo a trabajar)	6.5	
3	Técnico recoge el vehículo de la zona de recepción		3
4	Técnico espera al asesor para que le comunique las actividades a realizar	9	
5	Técnico recibe y evalúa el vehículo en la zona de trabajo		10.5
6	Técnico organiza la zona de trabajo.		13
7	Espera que algunas herramientas a emplear se desocupen.	27.5	
8	Técnico espera en almacén para recoger los suministros a usar	7.5	
9	Técnico eleva el vehículo con ayuda del elevador hidráulico		4.5
10	Técnico limpia y realiza la regulación de freno		18
11	Técnico inspecciona la suspensión, dirección y sistema eléctrico		13
12	Técnico retira filtro de aceite y bota el aceite con el que llega el vehículo.		12
13	Se coloca nuevo filtro de aceite.		11.5
14	Técnico coloca el nuevo aceite.		8
15	Técnico baja vehículo de la bahía de trabajo.		8
16	Técnico inspecciona los filtros de aire de motor y aire acondicionado		7.5
17	Técnico inspecciona nivel de aceite de motor.		5
18	Técnico revisa luces del vehículo		5.5
19	Se realiza las pruebas de funcionamiento		15
20	Técnico lleva el vehículo a la zona lavado		4.5
21	Lavado de vehículo		24
	<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>163</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se observa el nuevo porcentaje que representa el tiempo ocioso y las actividades internas que realizaba el técnico durante la preparación de la zona de trabajo.

Tabla 30 *Relación de actividades internas y externas, segunda etapa*

		Tiempo (minutos)	Tiempo (segundos)	Porcentaje
ACTIVIDADES INTERNAS	Actividades internas	14	840	6%
ACTIVIDADES INTERNAS	Tiempos ociosos	48	2880	21%
ACTIVIDADES EXTERNAS	Actividades externas	163	9780	72%
	<b>TOTAL</b>	<b>225</b>	<b>13500</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Minimización de actividades internas a externas

Se propone mejorar actividades internas del técnico que podían ser perfeccionadas, para las cuales se hicieron observaciones que permitían dicho perfeccionamiento. Esto permite una reducción del tiempo de preparación de la zona de trabajo.

Tabla 31 Actividades luego de minimización de actividades internas y externas.

N°	Actividades	Tiempo	Tiempo	OBSERVACIONES
		(min) INTERNA	(min) EXTERNA	
1	Recepción del vehículo - Asesor	7		Se realiza una atención mediante cita, por ello ya se tiene programado que vehículos ingresarán mediante una hoja de recepción con datos del vehículo. También perfeccionar la elaboración del inventario por parte del asesor.
2	Espera del técnico para ser asignado (vehículo a trabajar)	3.5		Al disminuir el tiempo en recepción del vehículo, también va a disminuir el tiempo de espera del técnico para asignar el trabajo.
3	Técnico recoge el vehículo de la zona de recepción		3	
4	Técnico espera al asesor para que le comunique las actividades a realizar	6		A través, de la hoja de inventario se detallará los requerimientos que se necesitan.
5	Técnico recibe y evalúa el vehículo en la zona de trabajo		10.5	
6	Técnico organiza la zona de trabajo.		13	
7	Espera que algunas herramientas a emplear se desocupen.	27.5		
8	Técnico espera en almacén para recoger los suministros a usar	5		Mediante la hoja de recepción, se tendrá una idea clara de los suministros que usaran durante el día.
9	Técnico eleva el vehículo con ayuda del elevador hidráulico		4.5	

10	Técnico limpia y realiza la regulación de freno	18
11	Técnico inspecciona la suspensión, dirección y sistema eléctrico	13
12	Técnico retira filtro de aceite y bota el aceite con el que llega el vehículo.	12
13	Se coloca nuevo filtro de aceite.	11.5
14	Técnico coloca el nuevo aceite.	8
15	Técnico baja vehículo de la bahía de trabajo.	8
16	Técnico inspecciona los filtros de aire de motor y aire acondicionado	7.5
17	Técnico inspecciona nivel de aceite de motor.	5
18	Técnico revisa luces del vehículo	5.5
19	Se realiza las pruebas de funcionamiento	15
20	Técnico lleva el vehículo a la zona lavado	4.5
21	Lavado de vehículo	24
	<b>TOTAL</b>	<b>49</b>
		<b>163</b>

Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el último paso de la herramienta SMED, se observa un nuevo tiempo para la acción de cambio de vehículo, la cual tiene un resultado de 49 minutos, producto de la sumatoria del tiempo ocioso y ambas actividades (interna y externa).

Tabla 32 *Relación de actividades internas y externas, tercera etapa.*

		Tiempo (minutos)	Tiempo (segundos)	Porcentaje
ACTIVIDADES INTERNAS	Actividades internas	11	660	5%
	Tiempos ociosos	38	2280	18%
ACTIVIDADES EXTERNAS	Actividades externas	163	9780	77%
	<b>TOTAL</b>	<b>212</b>	<b>12720</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar la relevancia y las ventajas que se pueden obtener con cada etapa la herramienta SMED. El tiempo inicial de preparación fue de 105 minutos y el tiempo obtenido en la última etapa fue de 49 minutos, esto quiere decir que se pudo obtener una reducción significativa del tiempo de preparación.

### **CR 7 Falta de control de servicios finales**

La herramienta Kanban permitirá hacer más eficiente el proceso y de tener control visual de los trabajos que se está realizando. Hay que mencionar, que los principales problemas del área de taller de mantenimiento son que no se cumplen con los servicios, estos no tienen orden de llegada, existe una ausencia de métodos de mejora y programas de control deficientes.

Para reducir estos problemas dentro del área de taller de mantenimiento, se establecen tres tipos de tarjetas como son:

Tarjetas de color (Rojo) que pertenecerán al servicio prioritario: Esta tarjeta está basada en los servicios que no toman mucho tiempo.

Tarjetas de color (Amarillo) que pertenecerán al servicio mediamente prioritario: Esta tarjeta está basada en los servicios que pueden tomar máximo 2 días.

Tarjetas de color (Verde) que pertenecerán al servicio no prioritario: Esta tarjeta está basada en los servicios que toman más de 2 días.

Se realizó el formato de la tarjeta Kanban (Anexo N° 09).

Para la asignación de las tarjetas de acuerdo a su color, se presenta el siguiente diagrama de flujo:

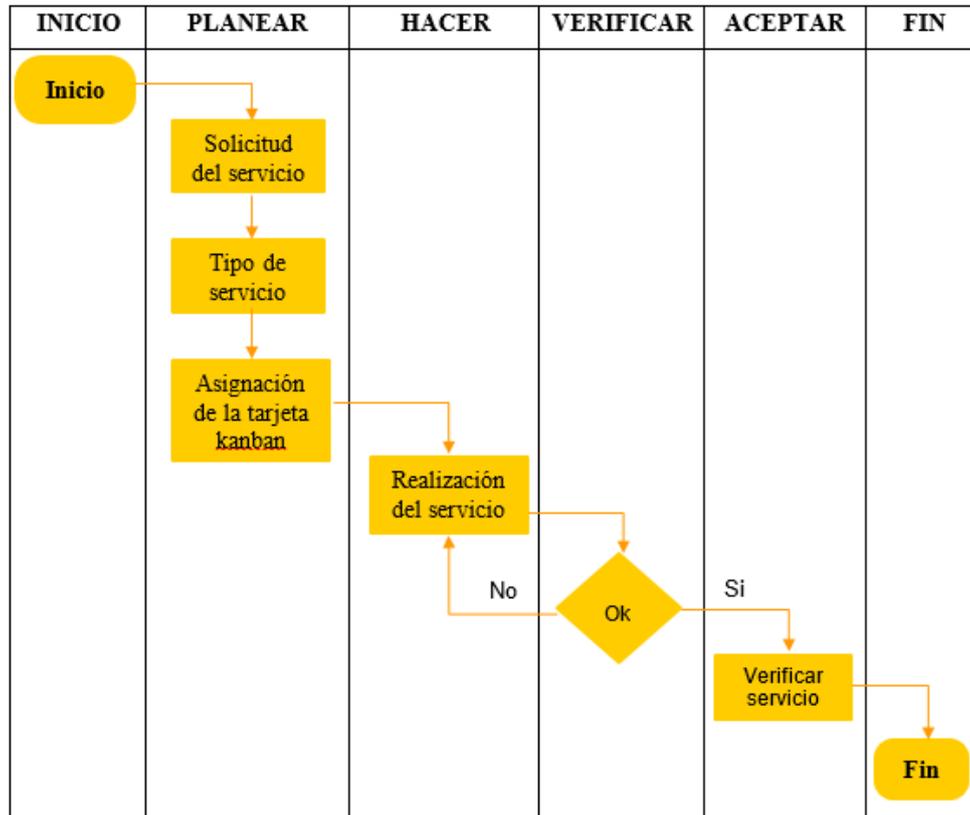


Figura 11 Asignación de tarjetas Kanban

Fuente: Elaboración propia

Para la asignación de las tarjetas Kanban se diseñó el diagrama de flujo basado en el método PHVA, el cual garantiza el correcto funcionamiento del servicio y la disminución de las esperas que anteriormente ocasionaban pérdidas para la empresa. Para la implementación de esta herramienta se debe realizar capacitaciones a los colaboradores para que puedan comprender en que consiste esta nueva metodología.

Se cuenta con un tablero dividido en tres partes, la primera es la columna es “pendiente”, en el cual estarán los servicios que ingresan a diario. Se estableció que

diariamente podían tener 8 servicios de los cuales se estima que 4 pueden ser prioritarios, 3 mediamente prioritarios y 1 no prioritarios.

La segunda columna es “en curso”, donde se controlan los servicios que se están realizando con el fin de terminarlos en el menor tiempo posible. y por último la columna de “hecho” donde están las tarjetas de los servicios terminados, al final del día se espera que todas las tarjetas Kanban se encuentren en esta columna.



Figura 12 Tablero Kanban

Fuente: Elaboración propia

Después de aplicar esta herramienta, se busca llevar un mejor control de las actividades de mantenimiento automotriz, así como evitar tener servicios incompletos o rechazados, aumentando la productividad de la empresa y la satisfacción de los clientes.

## 2.6. Evaluación Económico Financiera

Objetivo 3: Evaluar económica y financieramente la propuesta mejora

Para realizar las mejoras propuestas se realizó un presupuesto que permitirá realizar la implementación de cada una de las herramientas de mejora en el área operativa, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 33 *Inversión de materiales y equipos (en soles)*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Laptop Lenovo Core i7 de 10ma Generación	1	Unidad	3600	3600
Laptop Asus Core i7 de 9na Generación	1	Unidad	3500	3500
Sillón acolchonado	1	Unidad	300	300
Silla metálica	1	Unidad	200	200
Escritorio de Melamine	1	Unidad	600	600
Impresora HP Wireless 415	1	Unidad	600	600
Trapeador	3	Unidad	12	36
Escobillones	7	Unidad	5	35
Recogedores	5	Unidad	5	25
Tacho de Basura	5	Unidad	8	40
Mascarillas KN95	1	Caja	10	10
Guantes de látex	3	Caja	60	180
Equipo y vestimenta de seguridad	3	Unidad	120	360
Papel Cartón	1	Millar	20	20
<b>TOTAL</b>				<b>9506</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34 *Depreciación de materiales y equipos (en soles)*

DESCRIPCIÓN	% DEPRECIACIÓN	INVERSIÓN	TOTAL
Laptop Lenovo Core i7 de 10ma Generación	20%	3600	720
Laptop Asus Core i7 de 9na Generación	20%	3500	700
Sillón acolchonado	15%	300	45

Silla metálica	10%	200	20
Escritorio de Melamine	10%	600	60
Impresora HP Wireless 415	20%	600	120
<b>TOTAL</b>			<b>1665</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se propone la contratación de un ingeniero industrial, quién se encargará de implementar la propuesta y desarrollar las herramientas: 5S, TPM, KANBAN Y SMED; así mismo, de supervisar todo lo logrado con la ejecución de las herramientas mencionadas y tomar acción cuando el contexto ocupe algún cambio.

Tabla 35 *Contratación del Ingeniero Industrial (en soles)*

Descripción	Mensual	Anual
Salario del Ingeniero Industrial	2500	30000
Gratificación anual		2500
Essalud	225	2700
CTS		2500
Vacaciones		2500
Asignación Familiar		102.5
<b>Total</b>		<b>40302.5</b>

Fuente: Elaboración propia

Continuando con el desarrollo de la evaluación económica de la propuesta, se presenta el flujo de caja, el cual tiene una proyección de 5 años posterior a la implementación. Donde se tiene en cuenta que el presente año es considerado 0 por realizarse la inversión, a partir del próximo año se percibirá los ingresos y egresos ocasionados por la propuesta.

Posterior a presentar el flujo de caja proyectado, es importante mencionar la rentabilidad que tendrá la propuesta en la empresa, estimándola a través de los siguientes

indicadores: VAN, TIR, y B/C. Se ha estimado una tasa de interés anual del 12% para los siguientes cálculos, donde se determinó lo siguiente:

Tabla 36 *Flujo de caja proyectado (en soles)*

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos		62,550	62,550	62,550	62,550	62,550
Egresos		40,302.50	40,302.50	40,302.50	40,302.50	40,302.50
Depreciación		1,665.00	1,665.00	1,665.00	1,665.00	1,665.00
Inversión	9,506					
Total Egresos	9,506	41,967.50	41,967.50	41,967.50	41,967.50	41,967.50
Flujo Efectivo	9,506	20,582.50	20,582.50	20,582.50	20,582.50	20,582.50

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La empresa R.A.H.O S.A.C, presenta altos costos operativos por las siguientes principales causas: Falta de orden y limpieza, falta de mantenimiento de sus equipos, falta de control de servicios finales y una ausencia de gestión de tiempo de servicio. Todo esto genera un lucro cesante de S/ 39 531.25 soles.

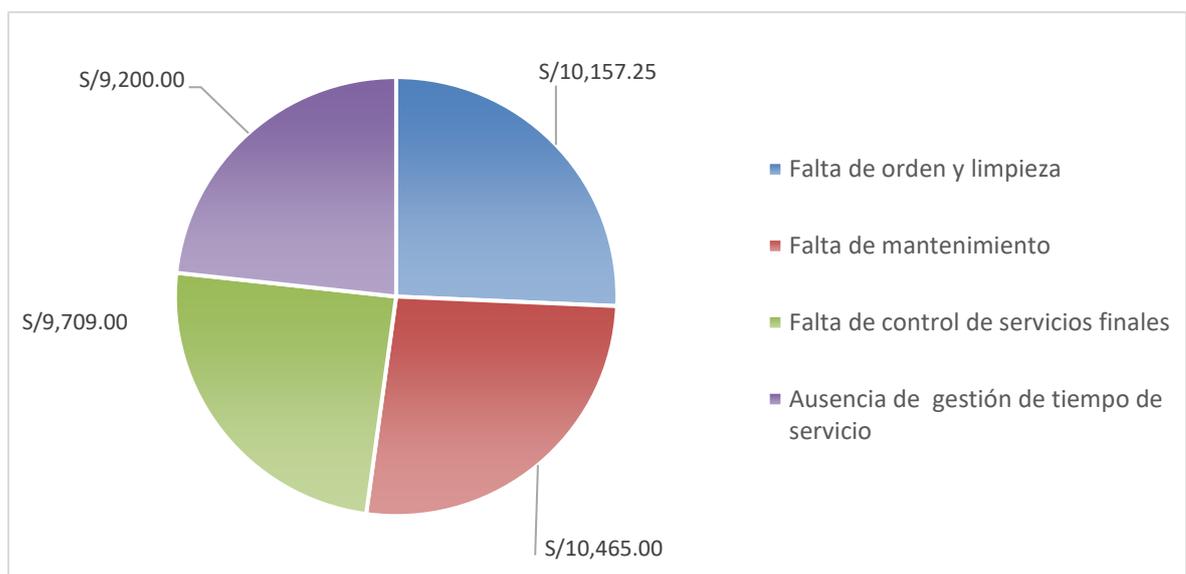


Figura 13. Lucro Cesante por Causa Raíz

Fuente: Elaboración propia

La causa raíz que genera mayor lucro cesante es la falta de mantenimiento preventivo y la falta de orden y limpieza. Luego de la propuesta de mejora en el área operativa se estima los siguientes resultados:

#### 3.1. Resultados de la herramienta TPM

Se registró un monto de pérdida ascendente a S/. 10,465.00 al momento de diagnosticar la problemática respecto a la falta de mantenimiento de los equipos en la empresa, posterior a implementar la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM), se observa un monto ascendente a S/. 2,617.40, por lo que se obtiene un beneficio de S/. 7,847.60

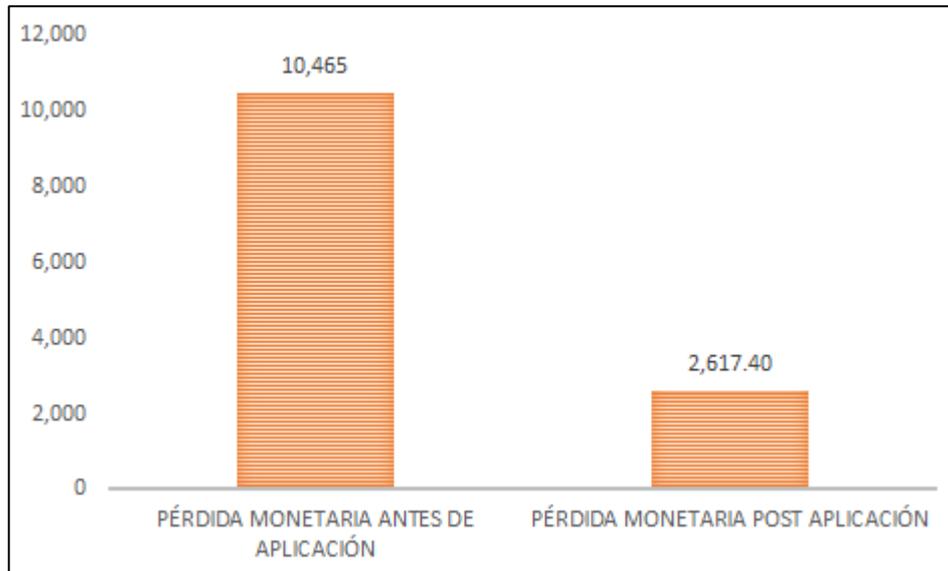


Figura 14. Valores antes y después de la ejecución de TPM (en soles)

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Resultados de la herramienta 5S

Se registró un monto de pérdida ascendente a S/. 10,557.25 al momento de diagnosticar la problemática respecto a la falta de orden y limpieza en la empresa, posterior a implementar la herramienta 5S, se observa que las pérdidas se han reducido en su totalidad, por lo que se obtiene un beneficio de S/. 10,557.25.

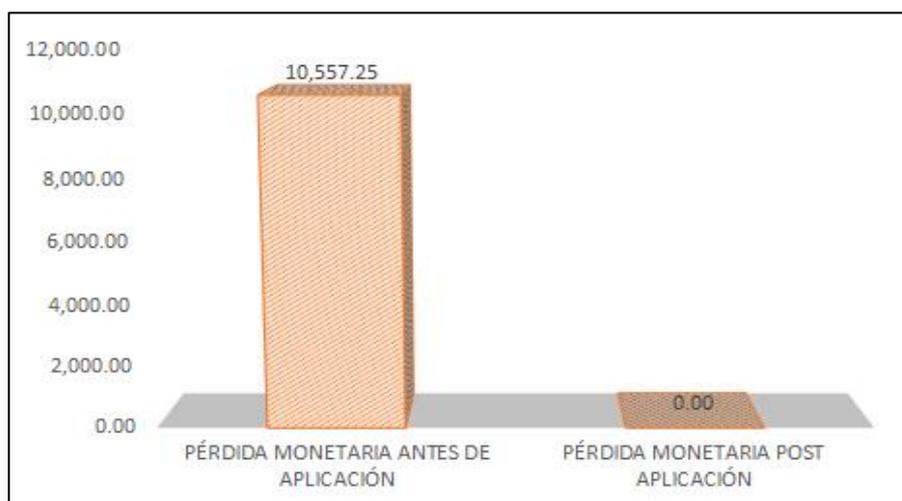


Figura 14. Valores antes y después de la ejecución de la herramienta 5S (en soles)

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Resultados de herramienta KANBAN

Se registró un monto de pérdida ascendente a S/. 9,709.00 al momento de diagnosticar la problemática respecto a la falta de control de servicios finales, posterior a implementar la herramienta KANBAN, se observa que las pérdidas se han reducido en su totalidad, por lo que se obtiene un beneficio de S/. 9,709.00.

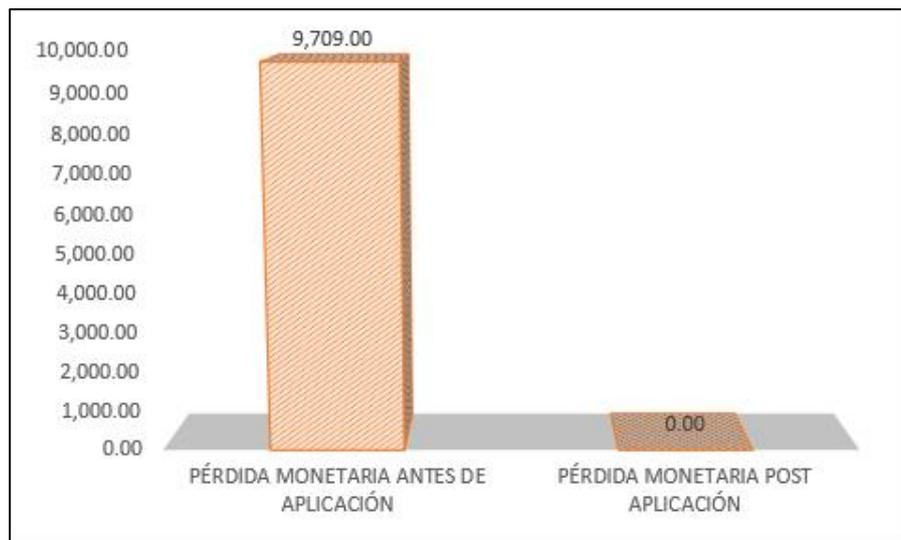


Figura 15. Valores antes y después de la ejecución de la herramienta KANBAN (en soles)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Resultados de herramienta SMED

Se registró un monto de pérdida ascendente a S/. 9,200.00 al momento de diagnosticar la problemática respecto a la ausencia de gestión de tiempo de servicio, posterior a implementar la herramienta SMED, se observa que las pérdidas ascienden a S/. 1,350.00, por lo que se obtiene un beneficio de S/. 7,850.00.

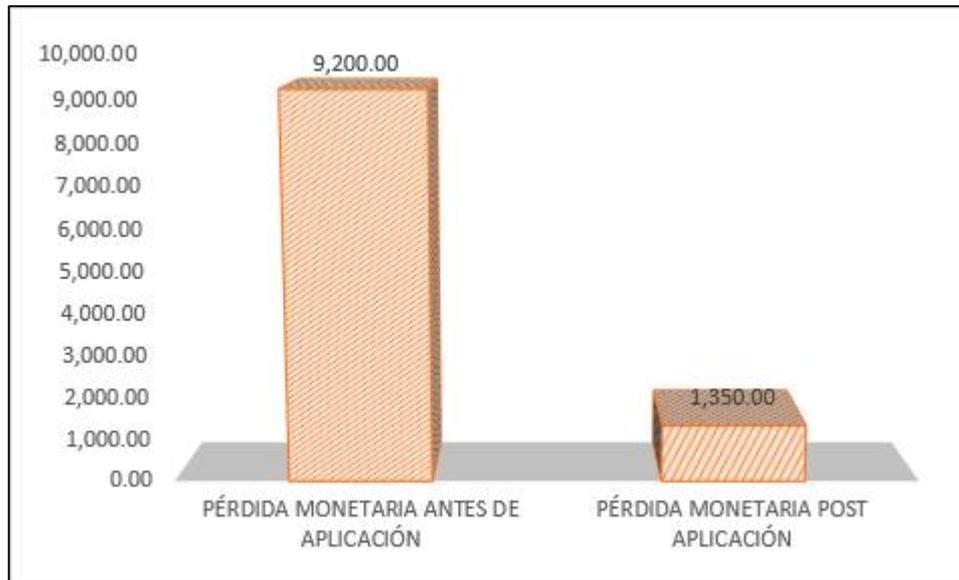


Figura 16. Valores antes y después de la ejecución de la herramienta SMED (en soles)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Resultados de la evaluación económica

De la evaluación económica realizada se calculó que el valor actual neto es de S/64,689.31, obteniendo una tasa interna de retorno de 216%; así mismo, nos muestra que el indicador B/C es de 7.81, lo que significa que, por cada sol que invierte la empresa obtendrá un beneficio de S/6.81, por último, el PRI es de 0.46 años.

Tabla 37 *Indicadores económicos*

VAN	S/64,689.31
TIR	216%
B/C	S/7.81
PRI	0.46

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

### 4.1 Discusión

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta para reducir costos operativos en la empresa R.A.H.O. S.A.C, los resultados obtenidos mediante la aplicación de las herramientas propuestas presentaron un beneficio anual de S/. S/35,963.85, lo cual demuestra la importancia de resolver cada problema con la herramienta que más precisión tenga respecto a la efectividad que se necesita en el contexto. Este mismo panorama se presentó en la investigación de Sánchez (2016) donde se evidenció que la utilización de herramientas de manufactura esbelta logró mejorar las condiciones de trabajo, junto a ello, la productividad de la empresa, refiriéndonos a reducir los costos operativos y lograr consigo una sólida organización. Por tal razón, según lo descrito anteriormente, las empresas en la actualidad deben analizar cada problema presentado para brindar una sólida solución, con ello, lograrán que los colaboradores tengan un grato ambiente de trabajo al momento de realizar sus operaciones, se obtendrá eficiencia, un aumento de la productividad y una reducción de costos operativos.

Se logró diagnosticar los problemas que afectaban los costos operativos de la empresa, de los cuales son: Falta de capacitación al personal (S/. 4,119.00), falta de mantenimiento preventivo (S/. 10,465.00), ausencia de criterio de priorización para ubicar los suministros (S/. 810.00), falta de inspección de repuestos en almacén (S/. 5,279.10), falta de orden y limpieza (S/. 10,557.25), falta de estandarización de tiempos (S/. 9,200.00) y, por último, falta de control de servicios finales (S/. 9,709.00), todas estas causas raíces son causantes de los altos costos operativos de la empresa, por lo cual, se ha tomado la acción de analizar

herramientas para la reducción de las causas que más impacto negativo presentan. En la investigación de Guerrero (2016), nos indica que es necesario tener claro los conocimientos del trabajo a realizar, para poder garantizar que éstos se realicen correctamente; así mismo, indica que, mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing es posible estandarizar, reducir los costos de operación y mejorar la competitividad de la empresa en el mercado. Por tal razón, es importante que la organización se encuentre a la vanguardia de tomar decisiones constantemente para garantizar soluciones que impacten positivamente en la permanente competencia en que la empresa participa.

Sobre desarrollar las herramientas de manufactura esbelta adecuadas para reducir los costos operativos de la empresa, se implementaron las siguientes herramientas: 5S, TPM, KANBAN y SMED, se logró reducir un 71.7% los costos operativos luego de la implementación de las herramientas mencionadas. De igual manera, se encontró concordancia con la investigación de De La Cruz (2022), donde no sólo reduce los costos en la empresa, sino que también, demuestra que, mediante la propuesta de herramientas de la manufactura esbelta, es posible aumentar la productividad, reducir los tiempos improductivos y los reprocesos, logrando así un impacto positivo en la empresa.

La implicancia del presente proyecto de investigación pretende demostrar un panorama de soluciones respecto a utilizar herramientas conforme al diagnóstico; así mismo, otorgando un valor teórico aportando conocimiento a la audiencia, el cual puede utilizarse con un nivel de participación activo cumpliendo los objetivos planteados con responsabilidad y principios morales.

Por último, respecto a las limitaciones, se presentaron problemas de tiempo debido a percances laborales y personales, teniendo en cuenta que existe un cronograma de

actividades a seguir, siendo una responsabilidad lidiar contra el tiempo para poder lograr lo determinado; así mismo, los documentos de respaldo ocuparon una espera debido a la disponibilidad del representante legal, actividades que en diversas ocasiones se pausaron por contextos de ausencia del mismo, posteriormente se cumplió con todo lo pactado.

## **4.2 Conclusiones**

La aplicación e investigación por medio de la propuesta de herramientas de manufactura esbelta mejora el área operativa de la empresa R.A.H.O. S.A.C, reduciendo los costos operativos de S/ 50,139.00 a S/ 14,175.15, permitiendo que el área operativa de la mencionada empresa tenga un mejor accionar laboral; además, éstas mejoras se ven reflejadas significativamente en las finanzas de la empresa.

Se diagnosticó la situación problemática en el área operativa de la empresa R.A.H.O S.A.C, donde se encontraron 7 causas raíces, de las cuales, 4 tuvieron mayor relevancia, los costos asociados a las causas raíces ascienden a S/50,139.00 anual.

Se desarrolló las herramientas de manufactura esbelta para el área operativa de la empresa R.A.H.O. S.A.C, siendo las siguientes: 5S, TPM, KANBAN Y SMED. Mediante las cuales, se obtuvo un beneficio económico anual de S/35,963.85, por lo que, monetariamente las pérdidas ahora ascienden a S/ 14,175.15.

Para implementar las propuestas de mejora se requirió una inversión de S/9,506.00. Se realizó la evaluación económica y financiera de la propuesta, obteniendo como resultado un VAN de S/ 64,689.31, un TIR de 216%, una relación B/C de 7.81 y un PRI de 0.46, por lo que se determina, la viabilidad de la propuesta.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Basurto Alvarez, R. (22 de Octubre de 2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Journal of Economic Literature*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1665-952X2013000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-952X2013000300005&lng=es&nrm=iso)
- Regalado Pezúa, O., & Zapata, G. (Enero de 2019). INVERSIÓN CHINA EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ LATINOAMERICANO. Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1810#:~:text=En%20los%20C3%BAltimos%20a%C3%BIos%2C%20la,en%20los%20diferentes%20procesos%20productivos.>
- González, X. (20 de Diciembre de 2019). Híbridos y eléctricos hacen parte de la evolución en el sector automotor. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-de-la-decada-2019/hibridos-y-electricos-hacen-parte-de-la-evolucion-en-el-sector-automotor-2946158>
- García Garnica, A., & Reyes Álvarez, J. (6 de Abril de 2015). Patentamiento, trayectoria y características de las baterías automotrices: el caso de los autos híbridos. 3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457644944004>
- Enrique Sica, D., Amilcar Scarlan, M., Edgardo Rossini, D., Beinstein, J., & Figueroa, D. (Noviembre de 2012). EL FUTURO DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN EL MUNDO (2025). Fuerzas impulsoras y tecnologías clave para su desarrollo en el marco de políticas que promuevan la calidad de vida y la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales. Obtenido de

<http://globaltrends.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/09/el-futuro-del-sector-automotriz-en-el-mundo-2025-1.pdf>

Calderón, F. (Octubre de 2010). Industria automotriz y de autopartes. *Fundación Rafael Preciado Hernández A.C.* Obtenido de <https://silو.tips/download/documentos-de-trabajo-14>

Andina. (29 de Abril de 2021). Venta de vehículos eléctricos e híbridos creció 41 % en primer trimestre del 2021. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-venta-vehiculos-electricos-e-hibridos-crecio-41-primer-trimestre-2021-843271.aspx>

Carrillo Landazábal, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Mendoza Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (agosto de 2018). Lean manufacturing: 5 s and TPM, quality improvement tools. Metalmechanical company case in Cartagena, Colombia. Obtenido de: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/42123>

Sánchez Ospina, S. A. (2017). Aplicación de herramientas específicas de manufactura esbelta para Etipress SA. Obtenido de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6093>

Amoretti Guillen, R. F., & Vasquez Cordova, E. J. (febrero del 2021). Modelo operativo para mejorar la eficiencia de una PYME embotelladora de agua basado en SMED y Mantenimiento Autónomo. Obtenido de: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3005253>

Bellido, Y., La Rosa, A., Torres, C., Quispe, G., & Raymundo, C. (2018). Modelo de optimización de desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas Empresas del Rubro Textil. Obtenido de: <https://www.iiis.org/CDs2018/CD2018Spring/papers/CB929FT.pdf>

Guerrero Mateo, A. M. (2016). Reducción de costos generados por no conformidades de costura mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Obtenido de: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4875>

De la Cruz Moreno, F. E. (2022). Propuesta de Implementación de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en una empresa de calzado ubicada en la ciudad de Trujillo, 2022. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30478>

Jandar Pérez, M.R. (2020). Propuesta de aplicación de herramientas de gestión logística y metodología 5S para reducir los costos operativos del almacén central de la empresa de servicios eléctricos ubicada en la ciudad de Trujillo. Obtenido de: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN\\_d256cc51e3603fc8c02da7544bbf051f](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_d256cc51e3603fc8c02da7544bbf051f)

Mattos Bernal, A. Mt., & Siccha Camacho, B. J. (2016). Propuesta de mejora en las áreas de calidad y logística mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos operativos en la empresa Molino Samán SRL. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10336>

Leroy Biasutti, G. (2018). Propuesta de implementación del lean manufacturing para disminuir los costos operativos en la línea de proceso de barándano fresco en la empresa Camposol SA. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13856>

Tauro, A. (2013). Aplicación del modelo de manufactura esbelta (lean manufacturing) para la optimización del flujo de producción en las empresas floricultoras. *Obtenido de: <https://www.academia.edu/download/36699822/manufactura-esbelta-flujo-produccion-empresas-floricultoras.pdf>*

Ibarra-Balderas, V. M., & Ballesteros-Medina, L. L. (2017). Manufactura esbelta. *Conciencia Tecnológica*, (53). Obtenido de: <https://www.redalyc.org/journal/944/94453640004/94453640004.pdf>

Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112. Obtenido de: <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/raites/article/view/77>

NAVA-MARTÍNEZ, I., LEÓN-ACEVEDO, M. Á., Toledo Herrera, I., & KIDOMIRANDA, J. C. (2017). Metodología de la aplicación 5'S. *Revista de investigaciones sociales*, 3(8), 29-41. Obtenido de:

[https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista de Investigaciones Sociales V3 N8 3.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista%20de%20Investigaciones%20Sociales%20V3%20N8%203.pdf)

Huerta Valentín, S. D. (2017). Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED. Obtenido de: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6851>

Galarza Zambrano, E. S. (2022). Mejora de los procesos logísticos de la empresa pinturas Condor, aplicando la metodología Lean Manufacturing (KANBAN). Obtenido de: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/handle/123456789/175>

CARDONA, S. G. (2008). TPM COMO MODELO GENERADOR DE VALOR EN LAS INDUSTRIAS.

Obtenido de: [https://www.academia.edu/download/53449610/PARA\\_TPM\\_140146.pdf](https://www.academia.edu/download/53449610/PARA_TPM_140146.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1 Ficha de reporte de fallas de mantenimiento

REPORTE DE FALLAS			
N° Semana	Fecha de Inspección	Área	Operario
<b>Nombre de la Máquina:</b>			
Lubricación	<input type="checkbox"/>	Tipo de falla	<input type="text"/>
Eléctricas	<input type="checkbox"/>		
Mecánicas	<input type="checkbox"/>		
<b>Descripción de Falla</b>			
<b>Causa</b>			

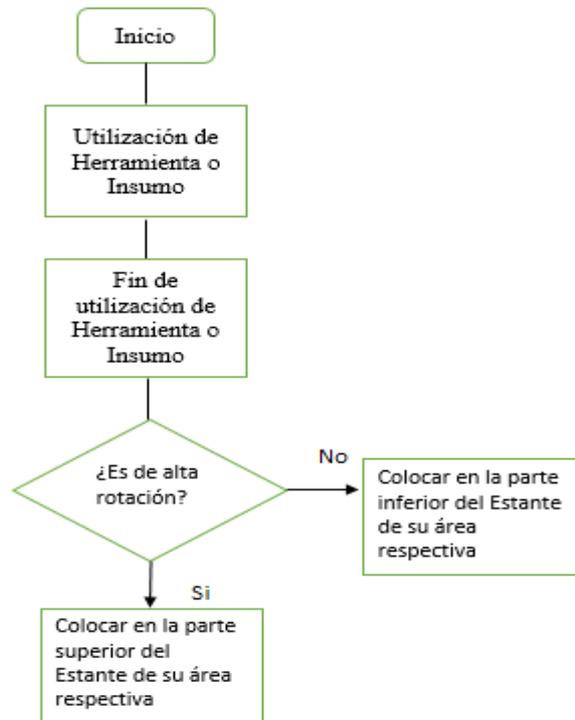
ANEXO 2 Ficha de Sugerencia de mejora

SUGERENCIA DE MEJORA			
<b>NOMBRE Y APELLIDO ( O ANÓNIMO)</b>			
<b>CARGO DE OPERARIO</b>			
<b>FECHA</b>			
TIPO DE MEJORA			
Marcar con X <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>SEGURIDAD</b> <b>ERGONOMIA</b>	<input type="checkbox"/> <b>PRODUCTIVIDAD</b> <b>OTROS:</b>
DESCRIPCIÓN DEL TEMA Y PROPUESTA			

ANEXO 3 Formato de Tarjeta Roja

TARJETA ROJA 5'S		
<b>N° de Tarjeta</b> _____ <b>Responsable:</b> _____ _____ <b>Área:</b> _____ <b>Descripción del artículo:</b> _____ <b>Fecha:</b> __/__/____	<b>CATEGORÍA</b> <input type="checkbox"/> Maquinaria / Equipo <input type="checkbox"/> Instrumento <input type="checkbox"/> Insumo <input type="checkbox"/> Repuesto vehicular <input type="checkbox"/> Repuesto de Maquinaria / Equipo <input type="checkbox"/> Otros	<b>RAZÓN DE TARJETA</b> <input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Innecesario <input type="checkbox"/> Obsoleto/Vencido <input type="checkbox"/> Desconocido <b>ACCION REQUERIDA</b> <input type="checkbox"/> Reubicar <input type="checkbox"/> Eliminar <input type="checkbox"/> Reciclar Otros: _____

ANEXO 4 Diagrama de Flujo de organización



ANEXO 5 Formato de Tarjeta Amarilla

TARJETA AMARILLA 5'S		
Nº de Tarjeta _____	<b>CATEGORÍA</b>	<b>SOLUCIÓN:</b>
Responsable: _____	<input type="checkbox"/> Aceite <input type="checkbox"/> Agua <input type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Polvo	<input type="checkbox"/> Inmediata <input type="checkbox"/> Definitiva
Área: _____	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN REALIZADA</b>
Descripción del artículo: _____	_____	_____
Fecha: __/__/__	_____	_____
	_____	_____



ANEXO 8 Formato de Control de Limpieza

CONTROL DE LIMPIEZA		
Responsable: _____		
Fecha: ____ / ____ / ____		
Hora: _____		
DESCRIPCIÓN	CONFORME	
	SI	NO
Piso limpio sin desechos ni basura		
Tránsito adecuado y óptimo		
Materiales en su lugar		
Insumos correctamente tapados		
Módulos limpios sin ningún residuo contaminante		

ANEXO 9 Formato de Tarjeta Roja Kanban

TARJETA ROJA		
<b>DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO</b>		<b>N° DE TARJETA</b>
Cambio de disco de embrague		1 de 4
<b>FECHA DE INGRESO</b>	<b>FECHA DE ENTREGA</b>	<b>TIPO DE SERVICIO</b>
_____	_____	PRIORITARIO
<b>SOLICITADO POR</b>	Julio Zapata	
<b>UBICACIÓN</b>	Zona de revisiones	