

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA
RENTABILIDAD DE LA EMPRESA VIRGEN DE
LAS MERCEDES, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Patricia Cecilia Benavides Figari

Asesor:

Ing. Óscar Goicochea Ramírez

<https://orcid.org/0000-0002-0657-4596>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Teodoro Alberto Geldres Marchena	18887273
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña	17806063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida profesional.
A mi familia por todo el apoyo brindado en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Gracias a la gerente de la empresa por permitirme desarrollar la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDOS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FÍGURAS.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I.....	11
INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.4. Hipótesis.....	27
CAPÍTULO II.....	30
MÉTODO.....	30
2.1. Tipo de Investigación.....	30
2.2. Población y muestra.....	30
2.3. Técnicas e Instrumentos.....	30
2.4. Procedimiento.....	30
2.5. Aspectos éticos.....	32
CAPÍTULO III.....	33
RESULTADOS.....	33
3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa.....	33
3.2. Desarrollo de las propuestas de mejora.....	40

3.3. Evaluación Económica.....	64
CAPÍTULO IV.....	72
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	28
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
Tabla 3: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	31
Tabla 4: Procedimiento para el desarrollo de la investigación	32
Tabla 5: Causas Raíz de la baja rentabilidad.	37
Tabla 6: Indicadores actuales y metas	39
Tabla 7: Propuesta de mejora seleccionadas.....	40
Tabla 8: Pérdida por falta de mantenimiento preventivo.....	41
Tabla 9: Inventario de la maquinaria.. ..	42
Tabla 10: Factores de criticidad	44
Tabla 11: Rango de criticidad	44
Tabla 12: Análisis de criticidad.	45
Tabla 13: Resultado del análisis de criticidad	45
Tabla 14: Inversión para el plan de mantenimiento preventivo.....	46
Tabla 15: Programa de mantenimiento preventivo -1.....	47
Tabla 16: Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo	49
Tabla 17: Pérdida por la falta de gestión de la documentación.....	51
Tabla 18: Reducción de la pérdida por la falta de gestión de la documentación	52
Tabla 19: Pérdida por la falta de orden y limpieza.....	52
Tabla 20: % de repuestos defectuosos.....	53
Tabla 21: Cronograma de limpieza.....	56

Tabla 22: Formato de Checklist Limpieza de equipos y áreas de trabajo	56
Tabla 23: Lista de chequeo de cinco puntos para la organización.....	57
Tabla 24: Lista de chequeo de cinco puntos para limpieza.....	58
Tabla 25: Presupuesto de la propuesta de las 5S.....	59
Tabla 26: Reducción de la pérdida por falta de orden y limpieza.....	60
Tabla 27: Pérdida por falta de capacitación al personal de mantenimiento	61
Tabla 28: Cronograma de capacitación propuesto	62
Tabla 29: Reducción de la pérdida por falta de capacitación	63
Tabla 30: Incremento de la rentabilidad sobre las ventas de la empresa.....	63
Tabla 31: Inversión para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.....	64
Tabla 32: Inversión para el desarrollo de las 5S.....	65
Tabla 33: Inversión para la gestión de la documentación.....	65
Tabla 34: Inversión para el desarrollo de la capacitación	66
Tabla 35: Inversión total.....	66
Tabla 36: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año	69
Tabla 37: Estado de resultados mensual.....	70
Tabla 38: Flujo de caja mensual	70
Tabla 39: Indicadores económicos	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la baja rentabilidad en la empresa Virgen de las Mercedes. ...	36
Figura 2: Diagrama de Pareto del área de Mantenimiento	38
Figura 3: Modelo de Tarjeta Roja.....	54
Figura 4: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6.	67
Figura 5: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr7.	67
Figura 6: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr8	68
Figura 7: Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4	68

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021.

Se realizó el diagnóstico, determinando que las causas de la baja rentabilidad son: falta de mantenimiento preventivo, la falta de gestión de la documentación de mantenimiento, la falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales y la falta de capacitación al personal de mantenimiento. Cabe mencionar que estas causas generaron una pérdida anual de S/1,109,722.

Se desarrolló la propuesta de mejora la cual consistió en la utilización de las siguientes técnicas y herramientas: plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento, 5S en el almacén y un cronograma de capacitación. Todas estas mejoras permitieron obtener un ahorro de S/454,353.00.

Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes con un horizonte de tiempo de 1 año, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/. 105,808.00, TIR de 23.5%, B/C de 1.6 y un PRI de 3.96 meses. Con las propuestas de mejora se logró incrementar la rentabilidad de la empresa de 30.00% a 30.80%.

Palabras clave: Gestión, mantenimiento, rentabilidad.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las empresas de alquiler de maquinarias y equipos, tiene una gama de nuevas oportunidades, desde reducir sus costos de mantenimiento y reparación, hasta tener acceso a datos y prevenir la sobreutilización de equipos. Estas compañías ofrecen recursos (maquinaria pesada, generadores de energía, vehículos, etc.) a empresas que pertenecen principalmente al sector de construcción, industrial, minero, entre otros; por lo que requieren una gestión eficiente en el proceso habitual de alquiler y en el mantenimiento de sus equipos (SAP, 2021).

El alquiler de equipos de construcción registra un fuerte incremento a nivel global ya que los ingresos de las 100 empresas del rubro más grandes del mundo se duplicaron durante la última década, superando la evolución de la facturación por venta de máquinas. La información se desprende del informe The Global Rental Industry, elaborado por Off-Highway Research (OHR) y la revista International Rental News (IRN), en el cual se muestra que la industria de alquiler alcanzó una tasa anual de 9%, mientras que las ventas globales de equipos de construcción avanzaron a un ritmo de 4% anual, a pesar del Covid-19, OHR estima que los ingresos de las 100 compañías principales aumentarán a U\$S 82.000 millones para 2024 (Maquinac, 2020).

En el Perú en diciembre del año 2021, el sector Servicios Prestados a Empresas aumentó 4,39% en comparación con similar mes del año 2020, por el aumento de sus cuatros componentes: actividades profesionales científicas y técnicas, publicidad e investigación de mercados, actividades de servicios administrativos y de apoyo, y agencias de viajes y operadores turísticos (Inei, 2021).

Los factores que impulsaron al sector fueron la reactivación gradual del turismo interno y receptivo por fin de año, el desarrollo de campañas publicitarias por temporada, la ejecución de proyectos y ampliación de obras, la demanda de asesorías y consultorías empresariales, y las ampliaciones de aforo para atención al público (Inei, 2021).

En el mes de diciembre del 2021, las actividades de servicios administrativos y de apoyo crecieron en 2,09% por las actividades de alquiler y arrendamiento operativo, como resultado de la mayor demanda de maquinaria, debido al dinamismo del sector construcción, aumento de proyectos en minería, movimiento de tierras y construcción de obras civiles, asimismo creció el alquiler y arrendamiento operativo de vehículos automotores, por el mayor arrendamiento de vehículos livianos y pesados (Inei, 2021).

La empresa en la que se llevó a cabo esta investigación es una empresa dedicada al alquiler de maquinaria pesada el cual tiene por nombre Virgen de las Mercedes y está ubicado en la localidad de Trujillo. Esta empresa tenía problemas que afectaban la rentabilidad, los cuales son:

La falta de mantenimiento preventivo generó que en el año 2021, la empresa tuvo 0% de horas de trabajo para la realización de mantenimiento preventivo, lo que generó que se tenga un total de 6964 horas por trabajo de mantenimiento correctivo y es por ello que la disponibilidad actual de los equipos fue de 80% por lo cual se tuvo una pérdida de S/ 835, 680, 00.

La empresa no cuenta con documentación de mantenimiento como un historial de equipos, duración de tareas de reparación, proceso de mantenimiento, etc. Es por ello durante el año 2021 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que se realiza un mantenimiento es de 0.13 horas por cada falla que se presenta, generándose una pérdida anual de S/18, 214.00.

La falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales generó una pérdida anual 20,822.

La falta de capacitación al personal de mantenimiento generó que en el año 2021, de las 923 fallas solamente el 13% fueron atendidos de manera externa, lo cual generó una pérdida anual de S/. 235,000.

1.1.1. Antecedentes de la Investigación

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis, tanto internacionales como nacionales:

Lindao (2016), Universidad de Guayaquil, en su tesis titulada “Identificación de los equipos críticos en la planta procesadora de alimento balanceado en avícola San Isidro S.A. Avisid para optimizar el sistema de mantenimiento preventivo” muestra que la empresa donde se realizó el trabajo ha presentado problemas en la producción de Alimentos Balanceados, por tal razón al realizar un análisis de la problemática existente, se identificaron que la principal causa eran las paradas del sistema productivo, frente a esta situación propusieron la aplicación de un Plan de Mantenimiento Preventivo Aplicando la Técnica del TPM para mantener en buen funcionamiento las instalaciones y maquinarias y así reducir el tiempo del proceso de producción por tonelada, que estimaron un aumento de la capacidad de la planta, asimismo con la mejora se logró obtener un beneficio anual de S/. 45,855.30.

Sánchez y Lozada (2013). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, en su tesis titulada “Estructuración del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores SIEMENS S.A, muestra que después de realizar el lanzamiento del proyecto se observa la gran

importancia del apoyo incondicional por parte de la alta dirección y la motivación generada en el personal operativo los cuales son bases fundamentales en proyectos de mejoramiento, adiciona a ello se debe entender que TPM es una implementación a largo plazo y que es un proceso de mejoramiento continuo, los resultados representativos no se van a ver a corto plazo y dependen mucho de la perseverancia y compromiso de todo el personal que interviene en el proyecto, es por ello que luego del seguimiento mensual que se realiza a la compra de repuestos por sección entre mayo del 2012 y mayo de 2013, se obtuvo una reducción en los gastos por compra de repuestos del 68% en la sección de inyección de aluminio y además obtuvo que la mejora era rentable ya que se obtuvo un VAN de S/. 256,325.00 y un TIR de 35%.

Ricaldi (2013). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su tesis titulada “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento”, tuvo como objetivo minimizar las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar mediante el desarrollo de una propuesta de Gestión de Mantenimiento que mejore la disponibilidad de los camiones, lo que a su vez, permita realizar mayor número de viajes y, por ende, mejore tanto los ingresos de la empresa de transportes como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. Las propuestas de mejora en el planeamiento del área de mantenimiento se centraron en la creación de un banco de datos y un plan de compras, desarrollar distintos tipos de mantenimiento el cual será desarrollado por los mismos conductores, el mantenimiento preventivo, el cual tendrá un cronograma fijo de tareas y, por último, el mantenimiento correctivo para la ejecución del resto de tareas. Esta tesis concluye: La implementación de un buen Sistema de Gestión de Mantenimiento puede generar ahorros de hasta el 10% en un año, entonces si las pérdidas en soles por paradas de camiones ascienden a S/. 425,348.81, el monto que se estima ahorrar es de S/. 42,534.88 en un año.

Jave y Chávez. (2018). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), en su tesis titulada “Propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa CMC Arenado y Pintura E.I.R.L”, tuvo como objetivo principal general realizar una propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa CMC arenado y pintura industrial E.I.R.L, para ello utilizó las siguientes herramientas: programa de mantenimiento preventivo para la reducción del número de fallas de los equipos y sus costos de mantenimiento correctivo, y para el área de abastecimiento la aplicación de la metodología 5S y un sistema de ABC de almacenes para reducir tiempos ociosos, costos; así como el aprovechamiento de la redistribución de planta. Esta tesis concluye: se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de \$ 9 079 604.26 pesos chilenos y un TIR de 141% el cual es mayor a la tasa de costo de oportunidad, así también un PRI de 1.54 meses y el beneficio costo es mayor a uno.

Pérez (2019). Universidad Señor de Sipán, en su tesis titulada “Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque”, tuvo como objetivo proponer una Gestión del Mantenimiento que permita disminuir los costos de mantenimiento en el área electromecánica del hospital Regional Lambayeque lo que a su vez busca que los equipos cumplan con sus funciones operativas de manera eficiente, permitiendo estar con disposición para cumplir con las necesidades de servicio del hospital. Para lo cual se desarrollaron instrumentos como ficha de registro, guía de observación, entrevista y el TPM. Como principales resultados se observa que con la aplicación y desarrollo adecuado de una Gestión de Mantenimiento (TPM) se minimizan los índices de tasa de falla de 79% a 20%. Así mismo, se aumenta la confiabilidad de 49% a 82% y se incrementa la disponibilidad de

67% a 95%. Finalmente, en el análisis costo beneficio de la propuesta, se obtiene que por cada sol invertido se tendrá S/ 2.51 de beneficio; generando un ahorro anual de S/106,115.00.

Bolaños (2018). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes e Inversiones JOB S.A.C. – Trujillo”, tuvo como objetivo general determinar el impacto en la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones JOB S.A.C. a través la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, utilizando las siguientes herramientas y técnicas: plan de mantenimiento preventivo y la adquisición de un software, procedimientos, Clasificación ABC. Esta tesis concluye: Con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad de 91.9% a 95.1%, incrementando las ventas en un 3.2% producto de la reducción de los costos en S/103, 928.00, además se incrementó la rentabilidad de la empresa de 15% a 16.4%.

En base a lo expuesto en los estudios previos se determina que las propuestas de mejora en la gestión de mantenimiento permiten reducir costos e incrementar la rentabilidad el cual es el objetivo de la presente tesis.

1.1.2. Bases Teóricas

Gestión de Mantenimiento

La gestión del mantenimiento se define como el conjunto de actividades de diseño, planificación y control que tienen por objeto minimizar los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos. Continúa el autor especificando que, además de las actividades típicas de mantenimiento, debe incluirse la formación del personal (Prieto et al., 2013).

Los elementos del proceso de mantenimiento, la planeación, organización, programación, ejecución, y control, en la presente se adicionarán el recurso humano y la seguridad, pues aunque estos últimos no son etapas en el proceso, son elementos fundamentales para adelantar una adecuada gestión de mantenimiento (Prieto et al., 2013).

Planificación: la planificación está referida a determinar los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos a los que va a responder el mantenimiento; es el proceso a través del cual se determinan qué elementos serán necesarios para realizar una tarea de mantenimiento antes de darle inicio (Prieto et al., 2013).

Organización: la organización del mantenimiento consiste en definir cómo está estructurado el mismo, bien sea por departamentos, área o de manera centralizada (Prieto et al., 2013).

Programación: Si bien en la planeación del mantenimiento se consideró la determinación de los recursos necesarios para llevar adelante las funciones del mantenimiento, la programación del mantenimiento consiste en el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos (Prieto et al., 2013).

Ejecución: la ejecución se refiere a la realización práctica de las actividades planificadas y programadas (Prieto et al., 2013).

Control: el control de mantenimiento conforma la etapa de verificación periódica de los resultados alcanzados, comparándolos con las metas establecidas en la planificación, a través del seguimiento a las actividades en ejecución. Es imprescindible que en el control exista la retroalimentación, a fin que puedan establecerse correctivos y ajustes, bien sea porque se requiera reformular las metas de la planeación o porque se deban corregir aspectos de la ejecución (Prieto et al., 2013).

Mantenimiento preventivo

Al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada que tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse, en los momentos más oportunos y de menor impacto. El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales (Gastelu et al., 2016).

Para prevenir paralizaciones de las máquinas en pleno funcionamiento, la empresa realiza un análisis previo o mantenimiento para que se detecten fallas y sean reparadas en el tiempo necesario (Gastelu et al., 2016).

La finalidad del mantenimiento preventivo es encontrar y corregir los problemas menores antes de que provoquen fallas. El mantenimiento preventivo también puede ser definido como una lista completa de actividades, todas realizadas por usuarios, operadores y encargados de mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc. (Gastelu et al., 2016).

De esta manera, se tendrá la confiabilidad de que estos equipos operen en adecuadas condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y niveles de funcionamiento, consiguiendo una disminución del tiempo muerto, menos existencias en almacenes y, por ende, la reducción de los costos (Gastelu et al., 2016).

Gestión documental

La Gestión de Documentos potencia todas las áreas de la organización para utilizar más eficazmente la información basada en documentos, a la vez que permite una mejor localización y recuperación de los mismos. Cuando hablamos de gestión documental nos estamos refiriendo a la aplicación de la tecnología y también de los procedimientos que van a permitir la gestión y la unificación de la información que es generada por la organización. (Pello, 2017)

La definición que nos proporciona la ISO 15489-1:2001 es la siguiente: “La gestión documental consiste en controlar de un modo eficiente y sistemático la creación, la recepción, el mantenimiento, la utilización y la disposición de los documentos”.

A la hora de gestionar la documentación en nuestras empresas nos encontramos con una serie de problemas que nos restan visibilidad y agilidad a la hora de generar y encontrar la información necesaria:

1. Documentación duplicada: los actuales sistemas de almacenamiento de información en carpetas generan pérdidas de tiempo y organización. Los diferentes criterios de almacenamiento en los diferentes directorios, muchas veces improvisados y aleatorios, originan duplicidad de documentos, almacenamientos tanto en local como en los sistemas centrales, así como de carpetas y directorios
2. Capacidad de almacenamiento limitada: los que trabajamos también en infraestructuras sabemos perfectamente que el coste del almacenamiento, pese al decrecimiento del precio del giga, aumenta de forma constante y rápida, ya que la generación de documentos lo hace de igual manera

3. Fallas en la seguridad de la información: los datos confidenciales quedan muchas veces expuestos por la complejidad de elaborar una jerarquía en los permisos de acceso a la misma. La pérdida de documentos por borrados fortuitos o la utilización de herramientas como dropbox o similares crean agujeros de seguridad en pos de una mayor agilidad en la disposición de la documentación de las empresas

4. Pérdida de visibilidad: nos encontramos con problemas en el control de versiones de documentos (que muchas veces llevan anexadas condiciones legales), problemas en la comunicación entre empleados en la elaboración de documentos, falta de información en la parte comercial que impide la reutilización de propuestas complejas (Pello, 2017)

La 5'S del Mantenimiento

1. Seiri (Organización)

La primera S del mantenimiento se centra en tener solo lo necesario. Es decir, a través del uso de una Tarjeta Roja, se etiquetan a los equipos para los que se desea determinar la necesidad de presencia dentro los almacenes permanentes. Luego, estos artículos son llevados a un almacén transitorio. Al cabo de un tiempo prefijado, si dichos equipos continúan con aquellas tarjetas, quiere decir que no han sido utilizados (Pinillos, 2013).

La finalidad es tener las herramientas necesarias para la operación del puesto de trabajo. De esta forma, se reducen las necesidades de espacio, stock, almacenamientos, transportes y seguros. Por otro lado, orienta la gestión de abastecimiento de materiales y componentes. A su vez, se da mayor utilidad de las herramientas con las que se cuentan. En la actualidad, las organizaciones suelen almacenar herramientas y componentes inservibles, por lo que la aplicación de esta primera S del mantenimiento convendrá en mejorar aquella mentalidad

de conservar aquello que no es útil para el desarrollo de los puestos de trabajo. (Pinillos, 2013)

2. Seiton (Orden)

Una vez determinada la lista de los equipos y herramientas necesarias para el desarrollo del puesto de trabajo, se requiere determinar un orden tal que la ubicación de cada una de las partes sea fácil e inmediata. Con ello, se mejora tanto la productividad de las máquinas como de las personas. Entre las actividades que se realizan para el ordenamiento de las herramientas se tiene el pintado de los pisos, destacando las zonas de trabajo y zonas de ubicación; el uso de estanterías y gabinetes para los elementos necesarios, el uso de etiquetas o tarjetas que contengan la información pertinente de cada repuesto o equipo (Pinillos, 2013).

3. Seiso (Limpieza)

El siguiente paso, es la limpieza del área de trabajo, la cual a su vez, también aumenta la productividad de las máquinas y personas. La limpieza de las herramientas permite hacer una inspección periódica y detectar aquellos problemas reales o potenciales de los equipos. Es decir, se obtiene información del estado real de los equipos. A su vez, es importante que la limpieza sea desarrollada por el operador de la máquina o equipo. De esta manera, el operador contribuirá en la generación de un ambiente ideal de trabajo (Pinillos, 2013).

4. Seiketsu (Estandarización)

Para afianzar la perduración de los beneficios de la utilización de las 3's anteriores descritas es necesario estandarizar las actividades del puesto de trabajo. Estandarizar supone el desarrollo de las mejores prácticas para la realización de una tarea, tal que se

asegure el cumplimiento de las condiciones de operación, y por lo tanto, se obtengan los resultados esperados. Con ello se evita reincidir en las fallas anteriormente descritas (Pinillos, 2013).

5. Shitsuke (Disciplina)

La última S apoya a la implementación de las anteriores; sin embargo, es la más difícil. La disciplina ayuda a que los operarios mantengan el hábito de cumplir con los estándares ya determinados en el paso anterior. De lo que no se trata es de vigilar todo el tiempo a los operarios para tener la certeza de que están desarrollando las actividades correctas. En vez de eso, es el operario quien se acostumbra y compromete en realizarlas de acuerdo a lo establecido. El problema es que pasado un tiempo no se cumple lo pactado y se reanuda las viejas prácticas. Por lo tanto, para mantener las mejoras antes desarrolladas, es necesaria la formación y concientización de los operarios para que poco a poco se acostumbren a la forma de desarrollar las tareas, asimilen la importancia de su aporte y sean reconocidos de acuerdo a la labor bien hecha. (Pinillos, 2013)

Programa de Capacitación

Desarrollar un programa efectivo de capacitación para empleados es vital para el éxito a lo largo del período de cualquier negocio. Los programas de capacitación ofrecen múltiples beneficios para los empleados y para la empresa, pero sólo si están cuidadosamente planificados y ejecutados correctamente. Con un claro entendimiento de las políticas del trabajo, funciones, objetivos y filosofía de la empresa de entregar una mayor motivación, la moral y la productividad de los empleados, y mayores beneficios para tu negocio. La formación es un medio para un fin específico, por lo que mantiene las metas en mente

durante las fases de desarrollo e implementación de tu programa de entrenamiento te ayudará en la creación de un programa claramente definido y efectivo (McKay, 2013).

Define las necesidades y los objetivos: Define las necesidades de tu empresa mediante la identificación de áreas débiles donde la capacitación sería beneficiosa.

Define los objetivos de la empresa a corto y largo plazo, identifica el entrenamiento posible para cumplir esos objetivos. Los ejemplos pueden incluir aumento de la productividad, mejora en el servicio al cliente o la mejora de las relaciones laborales.

Desarrolla medidas de capacitación basados en tus necesidades y objetivos definidos. Los entrenamientos pueden adquirirse en empresas de capacitación, o ser desarrollados por un miembro del personal instruido en la formación de tus empleados (McKay, 2013).

La identificación de los empleados y la planificación

Identifica a las personas o grupos que puedan beneficiarse del programa de entrenamiento. Algunos módulos de capacitación, como los relativos a las políticas y la gestión del tiempo, por ejemplo, se deben dar a todos los empleados. Basada en información hábil, por ejemplo, cómo debes utilizar un equipo o realizar un trabajo específico, sólo puede beneficiar a los empleados cuyos puestos de trabajo están directamente afectados por tal conocimiento (McKay, 2013).

Crea una hoja de cálculo con el nombre de cada empleado en la columna de la izquierda, y los módulos individuales de formación a través de la fila superior. Usa casillas codificadas por colores a la par de los nombres de los empleados debajo de los módulos de capacitación que el empleado está obligado a tomar. A medida que los entrenamientos se impartan, el entrenador pondrá una fecha en los cuadros de colores que indican que el empleado ha

cumplido con el requisito de capacitación. Esta hoja se llama "matriz de capacitación", y es una herramienta útil y necesaria para los fines de seguimiento (McKay, 2013).

Planea un programa de entrenamiento regular que va a satisfacer las necesidades de formación dentro de un plazo determinado. Lograr que todo el personal activo sea capacitado tomará tiempo, por lo que planifica tus entrenamientos durante períodos lentos o después de las horas de negocio para evitar interrupciones innecesarias de trabajo. Los dueños de negocios deben reconocer que la formación es una inversión a futuro para la empresa, por lo que los costos de formación y tiempo de inactividad son de esperar.

Implementación

Implementa módulos de capacitación en orden de importancia. Si el servicio al cliente o la administración del tiempo son cuestiones importantes, imparte estos entrenamientos primero (McKay, 2013).

Utiliza un entrenador profesional o empleado con experiencia siempre que sea posible. La interacción del instructor con el público y la presentación del material son factores importantes en la eficacia de la formación.

Utiliza herramientas multimedia. Las organizaciones profesionales de capacitación usan presentaciones de diapositivas, pizarras y videos, además de material escrito. Concursos, sesiones de preguntas y respuestas, juegos de representación de papeles se incorporan a veces para mantener a los participantes involucrados.

Haz el entrenamiento parte de la orientación de cada empleado nuevo en el futuro. Probablemente tocará mucho en qué ponerse al día con los empleados actuales, pero los

nuevos empleados son los principales candidatos para la formación durante sus primeros días en el trabajo (McKay, 2013).

1.1.3. Definición de términos

a) Capacitación: es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización, el puesto o el ambiente laboral (Bermúdez, 2015)

b) Diagrama de Ishikawa: También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez y permite analizar de manera organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus efectos (Cuatrecasas, 2012).

c) Disponibilidad: disponibilidad o probabilidad de que un equipo entre en funcionamiento y se mantenga en operación durante un período de tiempo establecido (Prieto et al., 2013).

d) Mantenibilidad: la mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de falla sea restablecido a una condición determinada de operación en un período de tiempo, utilizando los recursos necesarios (Prieto et al., 2013).

e) Período de recuperación (PR): Este indicador permite determinar el plazo que debe transcurrir desde que se prevé realizar el primer desembolso del proyecto, para que se anule su movimiento de fondos acumulado y actualizado a dicho origen. Este plazo mide el tiempo necesario para que los fondos generados permitan recuperar el desembolso inicial. El periodo de recuperación estima la liquidez y el riesgo del proyecto, pero no su rentabilidad (Pérez, 2017).

f) Rentabilidad: En economía, la rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recuso o dinero invertido (Pérez, 2017).

g) Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): Este indicador mide el tipo de interés compuesto que se obtiene sobre el desembolso de la inversión en un proyecto, es decir, la TIR es el rendimiento promedio anual del capital invertido, durante toda la vida del proyecto (Pérez, 2017).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes.
- Desarrollar la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes.
- Determinar la variación de la rentabilidad de la empresa como impacto de la implementación de la propuesta.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento incrementa la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021.

A continuación en la tabla 1, se presenta la operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
INDEPENDIENTE: -Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento	La gestión del mantenimiento se define como el conjunto de actividades de diseño, planificación y control que tienen por objeto minimizar los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos. Continúa el autor especificando que, además de las actividades típicas de mantenimiento, debe incluirse la formación del personal (Prieto et al., 2013).	Disponibilidad	Disponibilidad de las unidades	$MTBF/(MTTR+MTBF)$	Razón
		Gestión de la documentación	% de equipos documentados	$N^{\circ} \text{ equipos documentados} \times 100\% / N^{\circ} \text{ Total de equipos}$	Razón
		Orden y limpieza	% de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo	$N^{\circ} \text{ de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo} \times 100\% / N^{\circ} \text{ Total de repuestos}$	Razón

DEPENDIENTE:	Capacitación	% de colaboradores de Mantenimiento (M) Y Logística(L) capacitados	Horas de capacitación en Mantenimiento *100% / Horas totales de capacitación en la empresa	Razón
Rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes.	En economía, la rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recuso o dinero invertido (Pérez, 2017).	Rentabilidad sobre las ventas	(Utilidad Neta / Ventas)*100	Razón

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II.

MÉTODO

2.1. Tipo de Investigación

La Investigación es Aplicada porque busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo y adicional ello se trata de transformar los conocimientos científicos en tecnologías (Lozada, 2014).

Investigación Diagnóstica y Propositiva, ya que esta investigación es un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con el objetivo de realizar un diagnóstico y a partir de ello buscar soluciones a los problemas encontrados.

2.2. Población y muestra

La población del estudio son todas las operaciones de la empresa Virgen de las Mercedes y la muestra son las operaciones de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes.

2.3. Técnicas e Instrumentos

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

Tabla 2
Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Objetivo	Aplicado
Observación directa	Ficha de observación	Determinar las causas de la baja rentabilidad en la empresa.	Área de mantenimiento
Encuesta	Cuestionario (Véase el anexo 1)	Identificar cuáles son las causas críticas de la baja rentabilidad de la empresa.	Personal de la empresa.

Análisis Documental	Base de datos de la empresa (Véase las tablas 8,18 Y 19)	Obtener información de mantenimiento necesaria para el diagnóstico y desarrollo de las mejoras correspondientes.	Área de mantenimiento.
---------------------	---	--	------------------------

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3
Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa (Véase la figura 1)	Se realizó para diagramar las causas raíz de la baja rentabilidad de la empresa.
Diagrama de Pareto (Véase la figura 2)	Permite determinar cuáles son las causas raíz a las cuales hay que darles prioridad ya que impactan en la baja rentabilidad de la empresa.
Matriz de Indicadores (Véase la tabla 6)	Esta matriz contiene indicadores para medir cada causa raíz identificada.

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Hoja de cálculo Excel: Con este programa se desarrollará el diagnóstico, tabulación de encuestas, gráficos estadísticos.

2.4. Procedimiento

En la tabla 4 se presenta el procedimiento a seguir para el desarrollo de la presente tesis.

Tabla 4

Procedimiento para el desarrollo de la investigación

Etapa	Procedimiento
Diagnóstico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinación de las causas raíz 2. Desarrollo de la encuesta 3. Desarrollo del diagrama de Pareto 4. Costeo de causas raíces.
Desarrollo de propuesta de mejora	<p>En esta etapa se propondrá, soluciones de mejora y a su vez se desarrollará las técnicas y herramientas en la gestión de mantenimiento que permitirán incrementar la rentabilidad de la empresa.</p>
Evaluación económica	<p>Se realizará un cuadro ingresos, de costos e inversiones para poder hacer la evaluación económica, para calcular el VAN, TIR Y B/C y determinar si las mejoras son rentables para la empresa</p>

Fuente: Elaboración propia

2.5. Aspectos éticos

El presente estudio se encuentra exento de fraude científico o de la invención parcial o total de datos que no se hayan efectuado en el presente análisis, así como de falsificación o plagio. Exento de autoría ficticia o también denominada regalo de coautoría, considerando que el autor del presente estudio es el único quien ha contribuido intelectualmente al desarrollo del mismo.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

3.1.1. Datos de la empresa

- RUC: 10178772321 - VILLANUEVA ROJAS MARIA ISOLINA
- Tipo Contribuyente: PERSONA NATURAL CON NEGOCIO
- Tipo de Documento: DNI 17877232 - VILLANUEVA ROJAS, MARIA ISOLINA
- Nombre Comercial: VIRGEN DE LAS MERCEDES
- Fecha de Inscripción: 12/01/2008
- Estado: ACTIVO
- Condición: HABIDO
- Dirección Legal: Av. Camino Real Lt. 12 Mz. 30 Urb. La Rinconada
- Distrito / Ciudad: Trujillo
- Provincia: Trujillo
- Departamento: la Libertad, Perú
- Actividad(es) Económica(s): 7730 - ALQUILER Y ARRENDAMIENTO DE OTROS TIPOS
DE MAQUINARIA

3.1.1.1. Visión

Ser una empresa referente y líder dentro del mercado de alquiler de equipos y maquinarias, siendo reconocida por sus precios competitivos y alta calidad y el personal altamente calificado

3.1.1.2. Misión

Brindar un servicio de alquiler de maquinarias con calidad, rentable para la empresa y que aporten soluciones a las necesidades de nuestros clientes.

3.1.1.3. Cobertura del mercado

A. Clientes

A continuación se mencionan nuestros clientes más importantes

- Transportes e Inversiones HHH S.A.C.
- Transportes e inversiones JOB S.A.C.
- Transportes el Escorpión S.A.C.
- Agroindustrial Laredo S.A.A.

B. Competidores

Los principales competidores que tiene la empresa son:

- SERVICIOS DE MAQUINARIA PESADA S.R.LTDA.
- GERCAR S.A.C.
- GAM ALQUILER PERU S.A.C.
- CONSTRUCTORA E Y M S.A.C.

- J.J.M. MINERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
- OR MAQUINARIAS S.A.C.
- COPEMI S.A.C. CONSTRUCTORES
- ALZATEC S.A.C.
- CORTA PERU S.A.C.
- GRUAS Y EQUIPOS S.A.C.
- TRANSFAR S.A.C

C. Proveedores

- REPRESENTACIONES Y SERVICIOS SAN JORGE S.R.L
- GRIFO F.J. SERVICE S.R.L
- CENTRO DIESEL DEL PERU SOCIEDAD ANONIMA
- MANNUCCI DIESEL SAC
- REPUESTOS SANTA MONICA S.A.C.
- LUBRICANTES Y SERVICIOS JUNIOR S.A.C
- FERRETERIA INDUSTRIAL KOU S.A.C
- K & G REPRESENTACIONES E.I.R.L
- IMPORTACIONES SAN CRISTOBAL S.A.C
- R Y L REPUESTOS S R L

3.1.2. Diagnóstico del Área Problemática

a. Identificación de Problemas y Causas Raíces

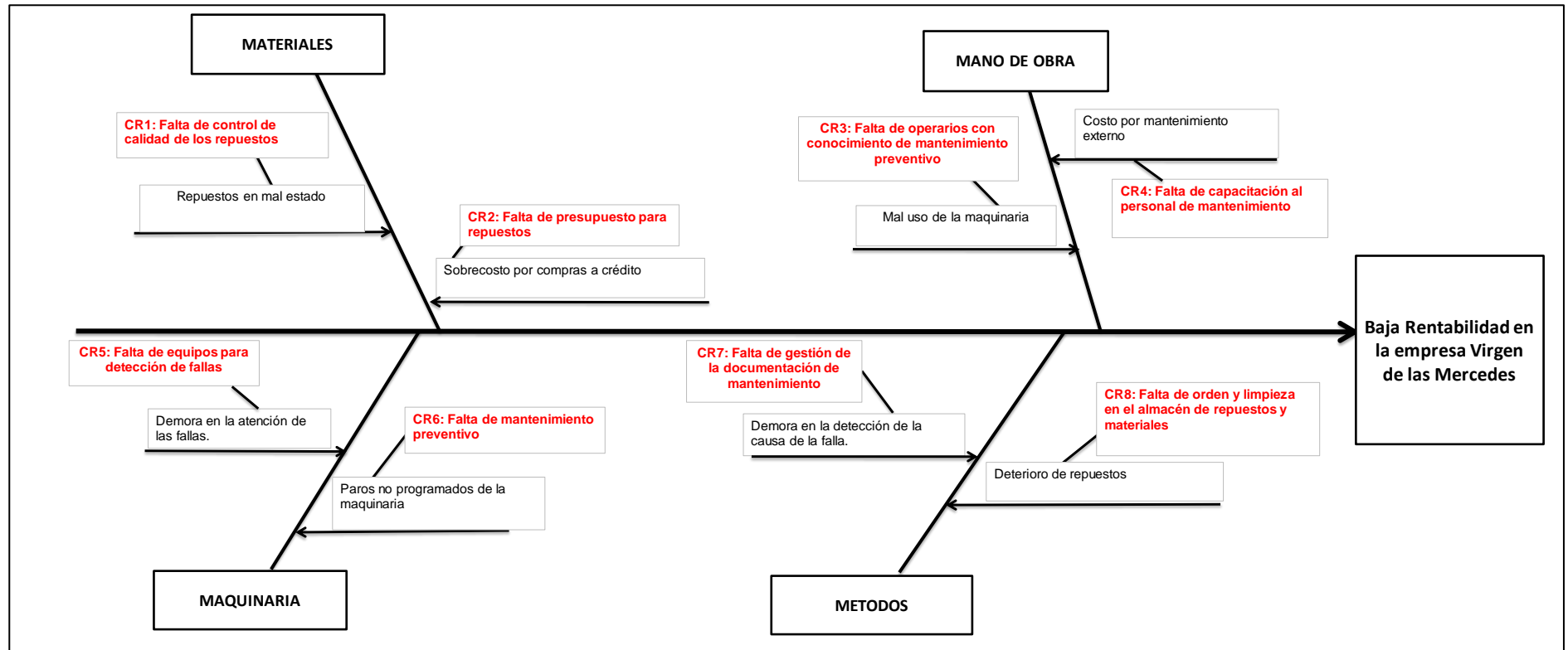


Figura 1. Diagrama de Ishikawa de la baja rentabilidad en la empresa Virgen de las Mercedes.

Como se puede ver en la figura 1, se determinó a través del diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíces de la baja rentabilidad en la empresa Virgen de las Mercedes.

Después de identificar las principales causas de los problemas que enfrenta la empresa, se aplicó una encuesta (véase anexo 1) al personal del área de mantenimiento. A continuación en la tabla 5 se presenta los resultados de la encuesta:

Tabla 5
Causas Raíz de la baja rentabilidad

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUCENCIA PRIORIZACION	%	
			ACUMULA DO	FRECUCENCIA ACUMULADA
Cr6	Falta de mantenimiento preventivo	25	21%	25
Cr7	Falta de gestión de la documentación de mantenimiento	23	40%	48
Cr8	Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales	22	59%	70
Cr4	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	20	76%	90
Cr1	Falta de control de calidad de los repuestos	9	83%	99
Cr3	Falta de operarios con conocimiento de mantenimiento preventivo	7	89%	106
Cr2	Falta de presupuesto para repuestos	7	95%	113
Cr5	Falta de equipos para detección de fallas	6	100%	119

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, priorizamos en base a la ley de Pareto 20 - 80, es decir, para trabajar con las causas raíces que representan el 80% de los problemas de la baja rentabilidad de la empresa de Transportes. A continuación se muestra el diagrama de Pareto.

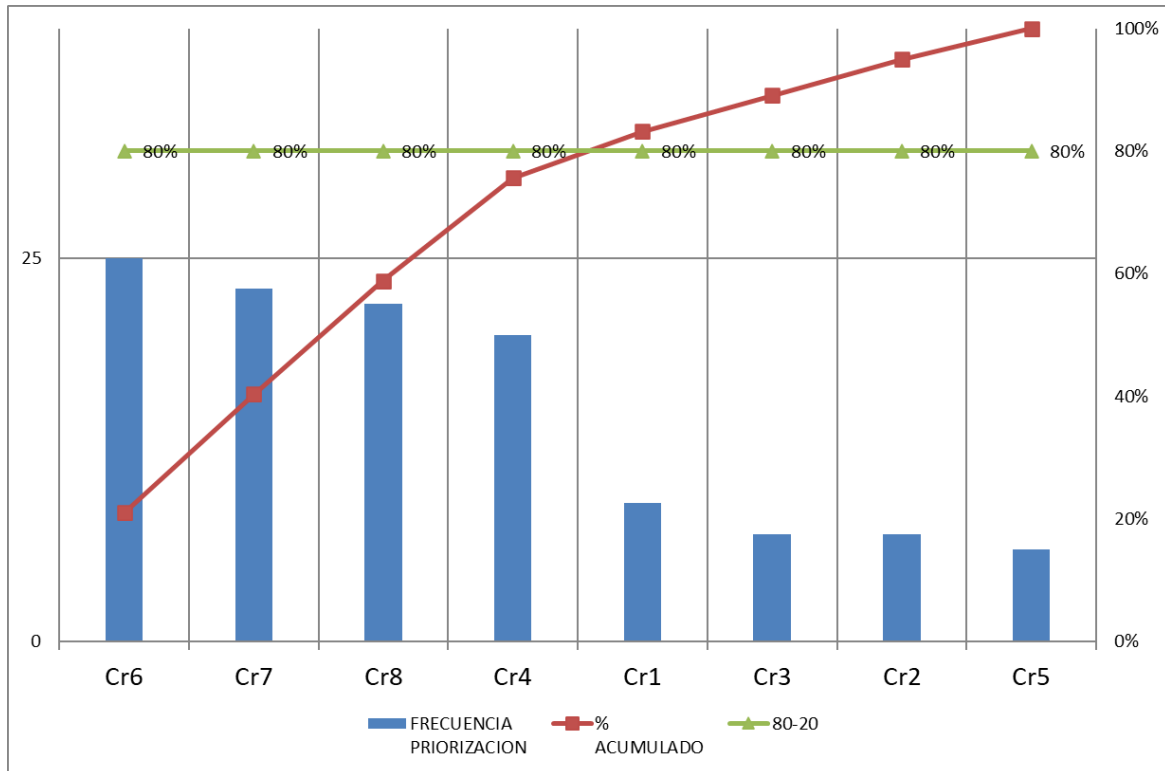


Figura 2. Diagrama de Pareto del área de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 2, se determinó a través del diagrama de Ishikawa que las causas raíces de la baja rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, a las cuales se les va a dar una solución son:

- Cr6 - Falta de mantenimiento preventivo
- Cr7 - Falta de gestión de la documentación de mantenimiento
- Cr8 - Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales
- Cr4 - Falta de capacitación al personal de mantenimiento

b. Identificación de Indicadores

A través de los indicadores se medirán y se seleccionarán las herramientas que mejorarán la gestión de mantenimiento, así como también se mostrará la inversión que representan estas herramientas de mejora.

Tabla 6

Indicadores actuales y metas

CR	Descripción	Indicador	Fórmula	Und	Valor actual	Pérdidas actuales	Valor mejorado	Pérdidas con la propuesta de mejora	Beneficio	Propuesta de mejora
Cr6	Falta de mantenimiento preventivo	Disponibilidad de las unidades	$MTBF/(MTTR+MTBF)$	%	80%	S/835,680	87%	S/545,015	S/290,665	Plan de mantenimiento preventivo
Cr7	Falta de gestión de la documentación de mantenimiento	% de equipos documentados	$N^{\circ} \text{ equipos documentados} \times 100\% / N^{\circ} \text{ Total de equipos}$	%	0%	S/18,214	100%	S/5,940	S/12,274	Formatos para mantenimiento
Cr8	Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales	% de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo	$N^{\circ} \text{ de repuestos defectuosos por falta de limpieza y manipuleo} \times 100\% / N^{\circ} \text{ Total de repuestos}$	%	1.64%	S/20,828	0.82%	S/10,414	S/10,414	5S en el almacén
Cr4	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	% de colaboradores de Mantenimiento (M) Y Logística(L) capacitados	$\text{Horas de capacitación en Mantenimiento} \times 100\% / \text{Horas totales de capacitación en la empresa}$	%	0%	S/235,000	100.00%	S/94,000	S/141,000	Cronograma de capacitación
					Total	S/1,109,722		S/655,368	S/454,353	

Fuente: Elaboración propia

3.2. Desarrollo de las propuestas de mejora

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

Tabla 7

Propuesta de mejora seleccionadas

CR	CAUSA RAÍZ	PROPUESTAS DE MEJORA
Cr6	Falta de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento preventivo
Cr7	Falta de gestión de la documentación de mantenimiento	Formatos para mantenimiento
Cr8	Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales	5S en el almacén
Cr4	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	Cronograma de capacitación

Fuente: Elaboración propia

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

3.2.1. Causa Raíz 6: Falta de mantenimiento preventivo

a) Diagnóstico de Costos Perdidos

En el año 2021, la empresa tuvo 0% de horas de trabajo para la realización de mantenimiento preventivo. Sin embargo se tuvo un total de 6964 horas por trabajo de mantenimiento correctivo y 0 horas por mantenimiento preventivo (0%). Además se

determinó que la disponibilidad actual de los equipos fue de 80% por lo cual se tuvo una pérdida de S/ 835, 680, 00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8

Pérdida por falta de mantenimiento preventivo

Equipo	N°	Costo de alquiler por hora	Horas de mantenimiento al año por paros no programados (fallas)	N° de fallas	Tiempo total de funcionamiento (TTF)	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Disponibilidad	CLC de las Horas de mantenimiento por paros no programados (fallas)
Tractores	3	S/. 120.00	1095	150	4992	33.28	7.30	82%	S/. 131,400.00
Cargador frontal	4	S/. 240.00	1371	225	6656	29.58	6.09	83%	S/. 164,520.00
Retro excavadora	3	S/. 140.00	1598	185	4992	26.98	8.64	76%	S/. 191,760.00
Volquete	5	S/. 140.00	1600	163	8320	51.04	9.82	84%	S/. 192,000.00
Remolques	3	S/. 100.00	1300	200	3328	16.64	6.50	72%	S/. 156,000.00
Total	18	S/. 148.00	6964	923	28288	30.65	7.54	80%	S/. 835,680.00

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Debido a que actualmente la empresa no aplica mantenimiento preventivo para la maquinaria se plantea desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que permita incrementar la disponibilidad operacional.

A continuación se describe la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo.

1. Inventario de la maquinaria actual

Para ello se planteó elaborar un inventario de la maquinaria que cuenta la empresa en el área de operaciones, para que se pueda conocer de forma clara los equipos a los cuales se les va a considerar dentro del plan de mantenimiento.

En la siguiente tabla se detalla el inventario realizado:

Tabla 9

Inventario de la maquinaria

Maquinaria	N°
Tractores	3
Cargador frontal	4
Retro excavadora	3
Volquete	5
Remolques	3
Total	18

Fuente: La empresa

2. Análisis de criticidad de la maquinaria

Para determinar a cuáles equipos es necesario realizar el mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los equipos y para ello se analizará la criticidad con respecto de 4 factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional. La escala de valoración es: muy corto, no da tiempo para parar el equipamiento; corto, es posible parar el equipamiento; suficiente, es posible programar la intervención

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

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

La escala es: sin consecuencias; efecto temporal sobre las personas, no afecta el ambiente; efecto temporal sobre las personas y el ambiente; efecto irreversible sobre las personas; efecto irreversible sobre las personas y el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

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

La escala es: no implica demora en la entrega; implica demora leve en la entrega; implica demora y pérdida de clientes.

D. Factor de costos de reparación

Clasificación de acuerdo con Pareto: permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

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

Tabla 10

Factores de criticidad

FACTORES:	Peso
De Velocidad de manifestación de falla	30
De Seguridad del Personal y Ambiente	10
De Costos de la parada de producción	30

Fuente:Elaboración propia

A continuación, se muestra los rangos para clasificar el nivel de criticidad de los equipos.

Tabla 11

Rango de criticidad

Criticidad	Rango
CRITICO	>80
SEMICRITICO	50-80
NO CRITICO	<50

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra en la Tabla 12, el análisis de criticidad realizado a la maquinaria, debido a la cantidad excesiva se realizó el análisis en función del tipo de maquinaria con la que se contaba en la empresa.

Tabla 12

Análisis de criticidad

Análisis de Criticidad														
Factores	Factor de velocidad de manifestación de la falla			Factor de seguridad del personal y ambiente					Factor de Costos de la parada de producción			Factor de Costos de Reparación		
	Periodo P-F			Descripción					Criterio			Clasificación		
UNIDADES	Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.			Sin consecuencias					No implica demora en la entrega			Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO		
	Corto, es posible detener la máquina.			Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente					Implica demora de corto tiempo en la entrega			Clasificación B: MEDIANO		
	Suficiente, es posible programar la intervención.			Efecto temporal sobre las personas y ambiente.					Implica demora y pérdida de clientes			Clasificación C: ELEVADO		
				Efecto irreversible sobre las personas y ambiente										
Tractores	1										1			1
Cargador frontal	1										1			1
Retro excavadora	1										1			1
Volquete	1										1			1
Remolques	1										1			1
Factores	1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0.25	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Resultado del análisis de criticidad

Resultado del Análisis de Criticidad		
Tractores	81	CRITICO
Cargador frontal	81	CRITICO
Retro excavadora	81	CRITICO
Volquete	81	CRITICO
Remolques	81	CRITICO

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior de los 5 tipos de máquinas tiene un nivel crítico,.

El plan de mantenimiento preventivo estará enfocado con mayor prioridad a los equipos críticos, que en esta ocasión se puede resaltar que son los más costosos para la empresa.

3. Elaboración del programa de mantenimiento preventivo

Para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo primero hay que determinar la frecuencia para este tipo de mantenimiento, para ello se hizo en base a recomendaciones hechas por los fabricantes de estas unidades y en la experiencia del mecánico que lleva a cabo los mantenimientos correctivos de la maquinaria. En la tabla 15 se puede ver el plan de mantenimiento preventivo. Además se considera una inversión necesaria para la adquisición de herramientas que le permitan una mejor gestión del plan de mantenimiento preventivo, las cuales se detalla a continuación:

Tabla 14

Inversión para el plan de mantenimiento preventivo

Inversión - Plan de Mantenimiento preventivo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Laptop	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Vibrómetro	Unidad	2	S/. 2,500.00	S/. 5,000.00
Detector de fugas	Unidad	2	S/. 2,500.00	S/. 5,000.00
Fisurómetro	Unidad	2	S/. 1,800.00	S/. 3,600.00
Viscosímetro	Unidad	2	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Termógrafo	Unidad	2	S/. 2,800.00	S/. 5,600.00
Juego de llaves hechizas para los equipos	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
	Total			S/. 27,200.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 14, para el desarrollo del mantenimiento preventivo será necesario realizar una inversión total de S/.27,200.00.

Tabla 15

Programa de mantenimiento preventivo -1

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	DESCRIPCION	FRECUENCIA	2022																																																N° OT				
			Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic								
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
Tractor	Lavado y engrase	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de aceite del motor	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Revisión de aceite caja dirección	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de filtro de combustible	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de liquido refrigerante	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Revisión parte mecánica	trimestral	X												X												X												X												4				
	Revisión parte eléctrica	trimestral	X								X								X								X								X								X								4				
	Revisión grasa caja y corona	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
Revisión general	semestral																	X																								X								2					
Cargador frontal	Lavado y engrase	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12
	Cambio de aceite del motor	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Revisión de aceite caja dirección	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de filtro de combustible	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de liquido refrigerante	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Revisión parte mecánica	trimestral		X											X												X												X												4				
	Revisión parte eléctrica	trimestral		X											X												X												X												4				
Revisión general	semestral	X																				X																				X								2					
Retro excavadora	Lavado y engrase	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12
	Revisión de fisuras en la estructura	semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	48				
	Revisión del motor	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Cambio de aceite	mensual	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				12				
	Revisión parte mecánica	trimestral		X											X												X												X												4				
	Revisión parte eléctrica	trimestral		X											X												X												X												4				
	Revisión general	semestral		X																			X																X												2				

Con la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo se espera reducir el número de fallas de las unidades de 923 a 602, con lo cual se espera incrementar la disponibilidad de 80 a 87%, con lo cual se reducirá la pérdida anual de S/. 835,680.00 a S/. 545,014.70, así como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo

INDICADORES CON LA PROPUESTA DE MEJORA									
Equipo	N°	Costo de alquiler por hora	Horas de mantenimiento al año por paros no programados (fallas)	N° de fallas	Horas de funcionamiento sin fallas	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Disponibilidad Operacional	CLC de las Horas de mantenimiento por paros no programados (fallas)
Tractores	3	S/. 120.00	715	98	5372	54.81	7.30	88%	S/. 85,848.00
Cargador frontal	4	S/. 240.00	896	147	7131	48.51	6.09	89%	S/. 107,486.40
Retro excavadora	3	S/. 140.00	1045	121	5545	45.82	8.64	84%	S/. 125,421.41
Volquete	5	S/. 140.00	1040	106	8880	83.77	9.82	90%	S/. 124,858.90
Remolques	3	S/. 100.00	845	130	3783	29.10	6.50	82%	S/. 101,400.00
Total	18	S/. 148.00	4542	602	30710	51.01	7.54	87%	S/. 545,014.70

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Causa raíz 7: Falta de gestión de la documentación

La empresa no cuenta con documentación de mantenimiento como un historial de equipos, duración de tareas de reparación, proceso de mantenimiento, etc.

Se sabe que es de vital importancia tener un historial de fallas y otros formatos de seguimiento de mantenimiento de la maquinaria para establecer un plan de mantenimiento preventivo adecuado. Es por ello que el indicador de % de equipos documentados es de 0%.

a) Diagnóstico de Costos Perdidos

La falta de un historial de fallas y documentación de mantenimiento de las unidades, ocasiona que se tenga tiempos de parada debido a que los mecánicos demoran en la detección de la falla.

Es por ello durante el año 2021 en promedio se estima que el tiempo de espera hasta que se realiza un mantenimiento es de 0.13 horas por cada falla que se presenta. Se sabe que se tuvo un total de 923 fallas en todas las unidades, por ende al multiplicar el número de fallas por el tiempo promedio nos da como resultado 123.1 horas de tiempo perdido por la falta de documentación.

Luego se procedió a calcular el Costo Lucro Cesante de este tiempo perdido para lo cual se multiplicó el tiempo perdido por el costo promedio por hora de la maquinaria el cual es de 148 soles /hora, dando como resultado S/18, 214.00, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17
Pérdida por la falta de gestión de la documentación

	2021	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL
N° FALLAS	923	
TIEMPO PROMEDIO PARA DETECTAR UNA FALLA (horas)	0.13	
TOTAL (HORAS)	123.1	S/. 18,214

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se plantea mejorar la gestión de la documentación.

Para ello se plantea elaborar formatos donde se registre información acerca de las fallas y ocurrencias. Esto será de mucha utilidad para determinar las fallas de las unidades de manera más rápida.

Es por ello que se propone los siguientes formatos:

- Formato de ficha técnica (Véase Anexo 2)
- Formato de Solicitud de mantenimiento (Véase Anexo 3)
- Formato de Orden de Trabajo (Véase Anexo 4)
- Formato de registro de mantenimiento preventivo (Véase Anexo 5)
- Formato de Informe de costos de mantenimiento (Véase Anexo 6)

Con la propuesta de mejora en la gestión de la documentación se espera reducir el tiempo promedio para indicar que existe una falla de 0.13 a 0.07 horas, logrando reducir la pérdida anual de S/. 18,214 a S/. 5,939.73, así como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Reducción de la pérdida por la falta de gestión de la documentación

	2021	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL	CON LA PROPUESTA DE MEJORA	COSTO LUCRO CESANTE ANUAL	AHORRO
N° FALLAS	923		602		
TIEMPO PROMEDIO PARA INDICAR QUE EXISTE UNA FALLA (horas)	0.13		0.07		
TOTAL (HORAS)	123.1	S/. 18,214	40.1	S/. 5,939.73	S/. 12,274

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Causa Raíz 8: Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales

Actualmente en la empresa se identifica desorden en el almacén de repuestos y materiales. La manipulación de estos repuestos a la hora de realizar un mantenimiento ocasiona que muchas veces se deterioren los repuestos o también por quedarse guardados terminan inservibles.

a) Diagnóstico de Costos Perdidos

En el año 2021 la empresa tuvo una pérdida de repuestos por lo motivos antes mencionados de S/. 20,822. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19

Pérdida por la falta de orden y limpieza

Repuesto	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Causa	Perdida total
Baterias	9	UNID	S/. 500.00	Desuso	S/. 4,500.00
Rodamientos	8	UNID	S/. 45.00	Desuso	S/. 360.00
Inyectores	8	UNID	S/. 250.00	Manipuleo	S/. 2,000.00
Filtro de aire	8	UNID	S/. 155.00	Manipuleo	S/. 1,240.00
Filtro de combustible	20	UNID	S/. 70.00	Manipuleo	S/. 1,400.00
Bomba de embrague	10	UNID	S/. 145.00	Desuso	S/. 1,450.00

Kit de anillos de motor	9	UNID	S/. 215.00	Manipuleo	S/. 1,935.00
Bomba alimentadora	7	UNID	S/. 104.00	Desuso	S/. 728.00
Collarón de embrague	9	UNID	S/. 165.00	Manipuleo	S/. 1,485.00
Cruceta de cardan	5	UNID	S/. 165.00	Manipuleo	S/. 825.00
Jebes de tapas de balancín	18	UNID	S/. 35.00	Desuso	S/. 630.00
Kit reparación de motor	3	UNID	S/. 415.00	Desuso	S/. 1,245.00
Rodaje de caja	9	UNID	S/. 115.00	Desuso	S/. 1,035.00
Compresora de aire	2	UNID	S/. 515.00	Desuso	S/. 1,030.00
Válvula relee	5	UNID	S/. 165.00	Desuso	S/. 825.00
Radiador	2	UNID	S/. 2,500.00	Manipuleo	S/. 5,000.00
TOTAL	115				S/. 20,828.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que de los 7000 repuestos que adquirió el almacén durante el año 2021, esta pérdida representa el 1.64% de repuestos defectuosos (115 repuestos). Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 20

% de repuestos defectuosos

ITEM	2021	CON LA MEJORA
N° de repuestos defectuosos	115	58
N° de repuestos en el año	7000	7000
% de repuestos defectuosos	1.64%	0.82%

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a desarrollar la metodología de las 5S.

A continuación se muestran los 5 puntos de la estrategia con las actividades propuestas a seguir:

- **Seiri (Despejar):** En el almacén de la empresa se clasificarán los elementos de acuerdo a las siguientes categorías:

1. Productos necesarios: Son todos aquellos de los cuales la empresa hace uso en un determinado momento y son totalmente vitales.
2. Objetos innecesarios: Son todos los objetos obsoletos que ocupan espacios que pueden ser aprovechados.
3. Bienes de apoyo: Son todos aquellos que son necesarios en cierto momento pero que no son vitales para las operaciones de la empresa.

Implementación de Tarjetas Rojas

El formato de las tarjetas rojas definido en conjunto por el jefe de operaciones y el asistente de logística tiene que tener un diseño de fácil lectura, comprensión y utilización para todos los operarios.

Tarjeta Roja	
FECHA: _____	NÚMERO: _____
AREA: _____	
NOMBRE DEL ITEM : _____	
DISPOSICION	
	TRASFERIR ()
	ELIMINAR ()
	INSPECCIONAR ()

Figura 3: Modelo de Tarjeta Roja

Fuente: Elaboración propia

La implementación de la primera S, consiste básicamente en la separación de los elementos, herramientas o maquinarias necesarias de las innecesarias colocándoles las tarjetas rojas a estas últimas para que el operario tenga un mayor

panorama de lo que tiene dentro de su área. Seguidamente, se procederá a transportar los elementos con tarjetas al área asignada para el almacenamiento temporal de materiales innecesarios.

- **Seiton (Orden):** En este segundo pilar se diseñará un lugar de trabajo de manera que haya un impacto visual considerable a la hora de trabajar, es decir que este claro donde se encuentre cada repuesto, herramienta y máquina de las diversas áreas de la empresa. Ello va a poder eliminar muchas actividades de tiempo despilfarradoras, pues se eliminará el tiempo de estar buscando algo. En primer lugar, se realizará el planeamiento de la señalización de los pasillos y pisos del almacén, para ello se procederá a pintar líneas que describan las rutas de acceso y de salida tanto de personas como los materiales.

La colocación de las marcas permitirá a los colaboradores y a los visitantes saber en qué lugar se encuentran.

Las líneas tendrán un ancho de 8 centímetros ya que, es recomendable que tengan entre 5 y 10 centímetros de ancho, y el color variará según sea el área de trabajo.

Por otra parte, también se procederá a ordenar las herramientas que se utiliza a la hora de arreglar una máquina, para ello se tendrá que comprar una caja de herramientas y estantes para reorganizar los materiales y repuestos en el almacén.

- **Seiso (Limpieza):** Para implementar este punto es necesario hacer una jornada de limpieza, en donde se repartan responsabilidades entre los diferentes colaboradores y se cumplan los objetivos propuestos. Para resolver el problema de la limpieza se va a realizar una asignación de responsabilidades tal y como se

muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Cronograma de limpieza

Operario de limpieza	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
MAÑANA	9 am- 10 am	9 am- 10 am	9 am- 10 am	9 am- 10 am	9 am- 10 am	9 am- 10 am
TARDE	4 pm - 5 pm	4 pm - 5 pm	4 pm - 5 pm	4 pm - 5 pm	4 pm - 5 pm	4 pm - 5 pm

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se detalla los dos formatos que utilizarán los jefes de área para validar la limpieza en dichas áreas, estos formatos son llenados en la primera hora de la jornada laboral durante el primer mes de la implementación con el fin de lograr que los operadores hagan de esto una actividad diaria. A partir del segundo mes, se deberá llenar los formatos una vez a la semana y luego del tercer mes en adelante el formato se llenará cada quincena.

Tabla 22

Formato de Checklist Limpieza de equipos y áreas de trabajo

EQUIPOS		
N°	Checklist	Estado
1	¿Ha eliminado la suciedad de la zona de los equipos?	
2	¿Ha retirado la suciedad y polvo que se acumula encima de las maquinas?	
3	¿Ha quitado la suciedad y polvos de las bombillas?	
4	¿Ha eliminado el polvo de los estantes?	
ESPACIO		
N°	Checklist	Estado
1	¿Ha quitado el polvo y desechos de suelos y pasillos?	
2	¿Ha quitado el polvo y suciedades de paredes y ventanas?	
3	¿Ha eliminado la suciedad de los estantes?	
4	¿Ha eliminado los restos de poliuretano en suelos y pasillos?	

Fuente: Elaboración propia.

- **Seiketsu (Estado de limpieza):** El cuarto pilar es la “estandarización” que significa que todos los pasos tocados anteriormente, es decir la organización, orden y limpieza se sigan cumpliendo al pie de la letra. También se le conoce como “limpieza estandarizada” ya que no es una actividad sino una condición o estado estandarizado en cierto momento del tiempo. El objetivo es el de prevenir la aparición de suciedad y desorden en las áreas de aplicación.

Se tiene que convertir en un hábito por lo cual es indispensable revisar si han sido mantenidas las condiciones de los tres primeros pilares. Para ello, se tiene que tener reuniones diarias no más de 5 minutos con los operarios para ver si se está llegando a cumplir con las 3’S anteriores. Se debe hacer un breve resumen de las actividades que se lograron hacer y aquellas que no se fue posible alcanzar en el día, asimismo se deberá analizar todos los puntos que consideren necesarios y se deberá exigir la presencia de la mayor cantidad de involucrados posibles.

Para poder llevar un control y un manejo adecuado si es que se está cumpliendo con las 3’S anteriores, se elaboró un formato que lo utilizará el jefe de operaciones para realizar la auditoría de las 5S.

Tabla 23

Lista de chequeo de cinco puntos para la organización

Descripción	Puntos				
	1	2	3	4	5
Los elementos necesarios e innecesarios están mezclados en el lugar de trabajo					
Es posible (pero no fácil) distinguir los elementos necesarios/innecesarios					

Cualquiera puede distinguir entre elementos necesarios e innecesarios

Todos los elementos innecesarios están almacenados fuera del lugar de trabajo

Se han desechado completamente los elementos innecesarios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Lista de chequeo de cinco puntos para limpieza

Descripción	Puntos				
	1	2	3	4	5
El lugar de trabajo está sucio					
El lugar de trabajo se limpia de vez en cuando					
El lugar de trabajo se limpia diariamente					
La limpieza se ha combinado con inspección					

Fuente: Elaboración propia.

- Shitsuke (Disciplina): La última S, se refiere a la disciplina que consiste en hacer un hábito del mantenimiento correcto de los procedimientos para poder aplicar de manera exitosa la metodología de las 5'S.

Como se realizó en la cuarta S, en donde se revisa si se está cumpliendo con los objetivos de las tres primeras S, esta última tendrá por objetivo primordial realizar un seguimiento completo de todo el programa. Para ello se designará una "Patrullas 5'S" que estarán conformadas por 2 personas de diferentes áreas. Estos patrullajes se realizarán una vez por semana y puede ser a cualquier hora del día, como puede ser en la mañana o al final del día. Para poder motivar a todo el personal es necesario

de colocar letreros, paneles y eslóganes, para que todas las personas que vengan a visitar el almacén y la empresa observen que se está aplicando la metodología 5S y también para que los operarios siempre lo tengan bien en claro.

Presupuesto para llevar a cabo las 5S

El costo total de la propuesta es de S/. 8,228 soles, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25

Presupuesto de la propuesta de las 5S

Inversión para el desarrollo de la metodología de las 5S	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pintura para señalar	Unidad	3	S/. 55.00	S/. 165.00
Letreros y señalización	Unidad	4	S/. 20.00	S/. 80.00
Extintores	Unidad	2	S/. 350.00	S/. 700.00
Material informativo	Unidad	6	S/. 35.00	S/. 210.00
Escobas	Unidad	36	S/. 3.00	S/. 108.00
Recogedores	Unidad	15	S/. 3.00	S/. 45.00
Andamios grandes	Unidad	2	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Contenedores de basura	Unidad	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Formatos	Unidad	100	S/. 0.20	S/. 20.00
Break	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00
Capacitación interna	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Total				S/. 8,228.00

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta de la metodología de las 5S se espera reducir el porcentaje de

ítems deteriorados por falta de orden y limpieza de 1.64% a 0.82%, con lo cual se espera reducir la pérdida anual de S/ 20,828.00 a S/ 10,414.00, así como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26

Reducción de la pérdida por falta de orden y limpieza.

ITEM	2021	CON LA MEJORA
N° de repuestos defectuosos	115	58
N° de repuestos en el año	7000	7000
% de repuestos defectuosos	1.64%	0.82%
Perdida	S/. 20,828.00	S/. 10,414.00

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Causa Raíz 4: Falta de capacitación al personal de mantenimiento

Uno de los problemas que afecta a la baja rentabilidad de la empresa es la falta de capacitación en temas concerniente a mantenimiento.

a) Diagnóstico de Costos perdidos

Es así pues que en el año 2021, de las 923 fallas solamente el 13% fueron atendidos de manera externa, lo cual generó una pérdida anual de S/. 235,000. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 27

Pérdida por falta de capacitación al personal de mantenimiento

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Número de fallas													
totales	90	75	74	76	73	73	68	95	72	72	70	85	923
N° de fallas atendidas por personal de la empresa	79	64	65	64	62	65	56	88	60	61	64	75	803
N° de fallas atendidas por personal externo	11	11	9	12	11	8	12	7	12	11	6	10	120
% atención de OT's de manera externa	12%	15%	12%	16%	15%	11%	18%	7%	17%	15%	9%	12%	13%
Costo del mantenimiento externo	S/. 21,542	S/. 21,542	S/. 17,625	S/. 23,500	S/. 21,542	S/. 15,667	S/. 23,500	S/. 13,708	S/. 23,500	S/. 21,542	S/. 11,750	S/. 19,583	S/. 235,000

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se plantea como propuesta de mejora el desarrollo de un cronograma de capacitación. Este programa busca mejorar la gestión de mantenimiento de las unidades y de esta forma reducir el mantenimiento externo.

A continuación, se presenta el programa de capacitación propuesto:

Tabla 28

Cronograma de capacitación propuesto

N°	Tema de Capacitación	Dirigido a	Duración	Mes de Ejecución	Costo
1	Mantenimiento preventivo	Área de Mantenimiento	4 horas	Enero	S/3,500.00
2	Planificación y Programación del Mantenimiento	Área de Mantenimiento	4 horas	Mayo	S/3,500.00
3	Costos y presupuestos para mantenimiento	Área de Mantenimiento	4 horas	Junio	S/3,500.00
4	Técnicas e instrumentos predictivos	Área de Mantenimiento	4 horas	Agosto	S/3,500.00
TOTAL			24 horas		S/14,000.00

Fuente: Elaboración propia

Con el cronograma de capacitación propuesto se espera incrementar el porcentaje de capacitación en temas de mantenimiento a un 100%, asimismo se espera reducir la pérdida anual de S/235,000 a S/94,000, así como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29

Reducción de la pérdida por falta de capacitación

CON LA PROPUESTA DE													
MEJORA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Número de fallas totales	65.0	54.0	52.0	50.0	51.0	51.0	49.0	68.0	48.0	49.0	48.0	63.0	648
N° de fallas atendidas por personal de la empresa	60	50	47	45	46	48	47	63	43	45	46	60	600
N° de fallas atendidas por personal externo	5	4	5	5	5	3	2	5	5	4	2	3	48
% atención de OT's de manera externa	8%	7%	10%	10%	10%	6%	4%	7%	10%	8%	4%	5%	7%
	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Costo del mantenimiento externo	9,792	7,833	9,792	9,792	9,792	5,875	3,917	9,792	9,792	7,833	3,917	5,875	94,000

Fuente: Elaboración propia

3.3. Determinar la variación de la rentabilidad de la empresa como impacto de la implementación de la propuesta.

Con las propuestas de mejora se espera incrementar la rentabilidad de la empresa de 30.00% a 30.80%, es decir se tiene una variación de 0.80%, así como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Incremento de la rentabilidad sobre las ventas de la empresa

	2021	Con la propuesta de mejora
Utilidad neta	S/. 1,317,449	S/. 1,493,113
Ventas	S/. 4,392,960	S/. 4,847,313
Rentabilidad sobre las ventas	30.0%	30.8%

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que este aumento se logra debido a los ingresos generados con las mejoras el cual fue de S/454,353.00, cabe mencionar que las ventas y la utilidad neta del año 2021 corresponden a información proporcionada por el área contable.

3.4. Evaluación Económica

a) Inversión para la propuesta de mejora

Para el desarrollo de las propuestas de mejora en el área de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes, es necesario realizar la inversión que se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 31

Inversión para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

Inversión - Plan de Mantenimiento preventivo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil(Años)	Depreciación mensual
Laptop	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	5	S/. 41.67
Vibrómetro	Unidad	2	S/. 2,500.00	S/. 5,000.00	5	S/. 83.33
Detector de fugas	Unidad	2	S/. 2,500.00	S/. 5,000.00	5	S/. 83.33
Fisurómetro	Unidad	2	S/. 1,800.00	S/. 3,600.00	5	S/. 60.00

Viscosímetro	Unidad	2	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00	5	S/. 50.00
Termógrafo	Unidad	2	S/. 2,800.00	S/. 5,600.00	5	S/. 93.33
Juego de llaves	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00		
Total				S/. 27,200.00		S/. 411.67

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 31, para el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se necesita una inversión de S/27,200.00 y la depreciación mensual es de S/ 411.67.

Tabla 32

Inversión para el desarrollo de las 5S

Inversión para el desarrollo de la metodología de las 5S	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pintura para señalizar	Unidad	3	S/. 55.00	S/. 165.00
Letreros y señalización	Unidad	4	S/. 20.00	S/. 80.00
Extintores	Unidad	2	S/. 350.00	S/. 700.00
Material informativo	Unidad	6	S/. 35.00	S/. 210.00
Escobas	Unidad	36	S/. 3.00	S/. 108.00
Recogedores	Unidad	15	S/. 3.00	S/. 45.00
Andamios grandes	Unidad	2	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Contenedores de basura	Unidad	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Formatos	Unidad	100	S/. 0.20	S/. 20.00
Break	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00
Capacitación interna	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Total				S/. 8,228.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 32, para el desarrollo de la metodología de las 5S, se necesita una inversión de S/ 2,500.00 .

Tabla 33

Inversión para la gestión de la documentación

Inversión - Gestión de la documentación	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Formatos	Unidad	100	S/. 0.20	S/. 20.00
Break	Unidad	1	S/. 400.00	S/. 400.00

Capacitación interna	Unidad	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
	Total			S/. 2,920.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 33, para el desarrollo de la propuesta de gestión de la documentación se necesita una inversión de S/.2,920.00.

Tabla 34

Inversión para el desarrollo de la capacitación

Inversión - Capacitación para el área de mantenimiento	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil(Años)	Depreciación mensual
Proyector	Unidad	1	S/. 560.00	S/. 560.00	5	S/. 9.33
Capacitaciones	Unidad	4	S/. 3,500.00	S/. 14,000.00		
Formatos de asistencia	Unidad	1200	S/. 0.20	S/. 240.00		
Break	Unidad	12	S/. 400.00	S/. 4,800.00		
	Total			S/. 19,600.00		S/. 9.33

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 34, para el desarrollo de la capacitación para el área de mantenimiento se necesitó una inversión de S/.19,600.00.

Al sumar todas las inversiones nos da un total de S/.57,948.00 y una depreciación mensual de S/.421.00, así como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35

Inversión total

Resumen de la inversión realizada	Total	Depreciación mensual
Inversión - Plan de Mantenimiento preventivo	S/. 27,200.00	S/. 411.67
Inversión para el desarrollo de la metodología de las 5S	S/. 8,228.00	
Inversión - Gestión de la documentación	S/. 2,920.00	
Inversión - Capacitación para el área de mantenimiento	S/. 19,600.00	S/. 9.33
Total	S/. 57,948.00	S/. 421.00

Fuente: Elaboración propia

b) Ahorro implementando la propuesta

1. Con la propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo se espera reducir el número de fallas de las unidades de 923 a 602, con lo cual se espera reducir la pérdida anual de S/. 835,680.00 a S/. 545,015.00, así como se muestra en la figura 4.

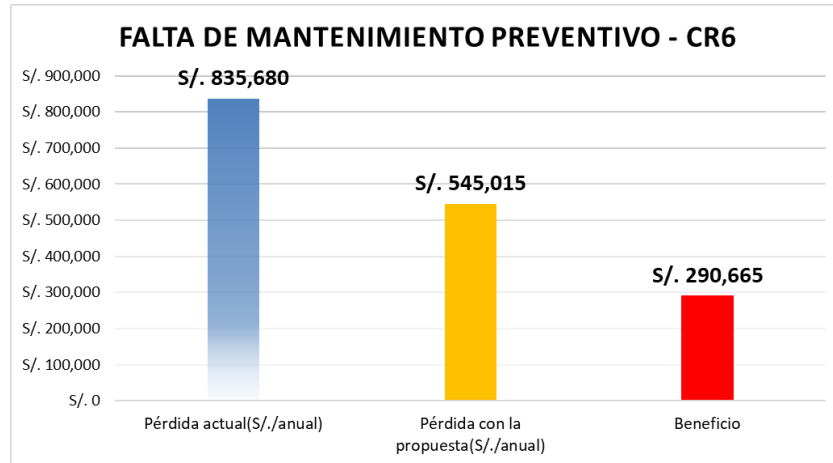


Figura 4. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr6

Fuente: Elaboración propia

2. Con la propuesta de mejora en la gestión de la documentación se espera reducir el tiempo promedio para indicar que existe una falla de 0.13 a 0.07 horas, logrando reducir la pérdida anual de S/. 18,214.00 a S/. 5,940.00, así como se muestra en la figura 5.

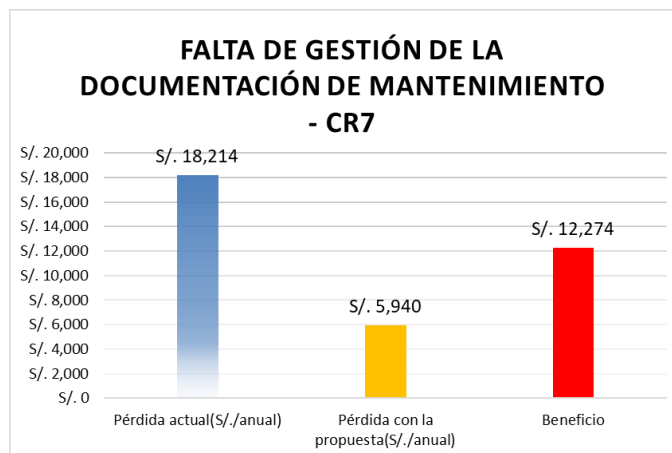


Figura 5. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr7

Fuente: Elaboración propia

3. Con la propuesta de la metodología de las 5S se espera reducir el porcentaje de ítems deteriorados por falta de orden y limpieza de 1.64% a 0.82%, con lo cual se espera reducir la pérdida anual de S/ 20,828.00 a S/ 10,414.00, así como se muestra en la figura 6.

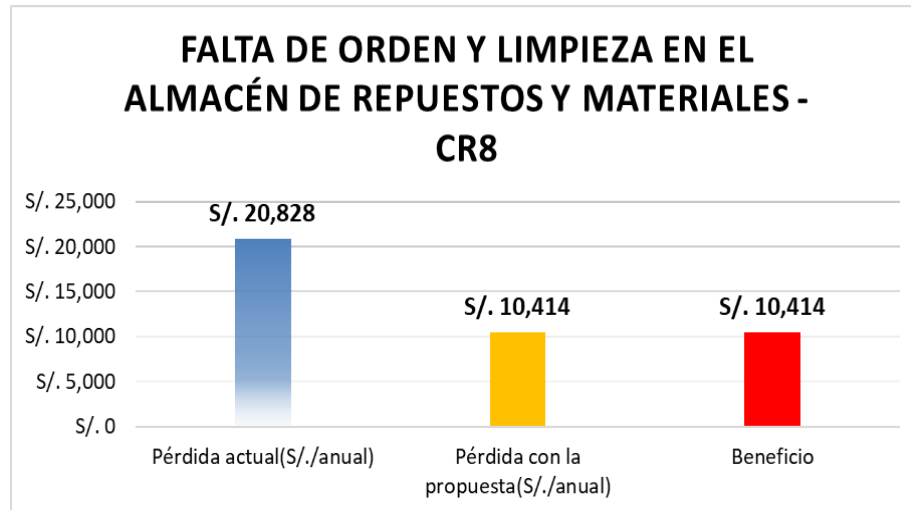


Figura 6. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr8

Fuente: Elaboración propia

4. Con el cronograma de capacitación propuesto se espera incrementar el porcentaje de capacitación en temas de mantenimiento a un 100%, asimismo se espera reducir la pérdida anual de S/235,000 a S/94,000, así como se muestra en la figura 7.

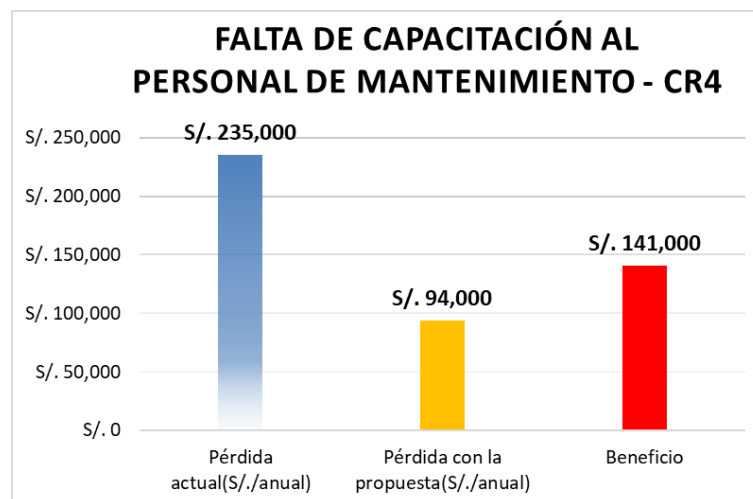


Figura 7. Valores de pérdida actual y mejorada de la Cr4

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta en la tabla 39, los beneficios obtenidos con las propuestas de mejora.

Tabla 36

Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

CR	Ingresos	Beneficio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cr6	Falta de mantenimiento preventivo	S/. 290,665	S/. 26,423	S/. 24,857	S/. 23,688	S/. 21,835	S/. 23,779	S/. 23,018	S/. 26,244	S/. 27,602	S/. 20,253	S/. 23,732	S/. 22,091	S/. 27,143
Cr7	Falta de gestión de la documentación de mantenimiento	S/. 12,274	S/. 1,116	S/. 1,050	S/. 1,000	S/. 922	S/. 1,004	S/. 972	S/. 1,108	S/. 1,166	S/. 855	S/. 1,002	S/. 933	S/. 1,146
Cr8	Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales	S/. 10,414	S/. 947	S/. 891	S/. 849	S/. 782	S/. 852	S/. 825	S/. 940	S/. 989	S/. 726	S/. 850	S/. 791	S/. 972
Cr4	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	S/. 141,000	S/. 12,818	S/. 12,058	S/. 11,491	S/. 10,592	S/. 11,535	S/. 11,166	S/. 12,731	S/. 13,389	S/. 9,825	S/. 11,512	S/. 10,716	S/. 13,167
INGRESO TOTAL		S/. 454,353	S/. 41,303	S/. 38,855	S/. 37,028	S/. 34,131	S/. 37,170	S/. 35,980	S/. 41,023	S/. 43,146	S/. 31,659	S/. 37,096	S/. 34,532	S/. 42,429

Fuente: Elaboración propia

c) Estado de resultados

Costo de oportunidad anual: 14% anual

Tasa mensual: 1.10%

Tabla 37

Estado de resultados mensual

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/41,303	S/38,855	S/37,028	S/34,131	S/37,170	S/35,980	S/41,023	S/43,146	S/31,659	S/37,096	S/34,532	S/42,429
Costos operativos		S/16,521	S/15,542	S/14,811	S/13,653	S/14,868	S/14,392	S/16,409	S/17,258	S/12,664	S/14,838	S/13,813	S/16,972
Depreciación		S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421
Utilidad bruta		S/24,361	S/22,892	S/21,796	S/20,058	S/21,881	S/21,167	S/24,193	S/25,466	S/18,574	S/21,837	S/20,298	S/25,036
Gav		S/2,478	S/2,331	S/2,222	S/2,048	S/2,230	S/2,159	S/2,461	S/2,589	S/1,900	S/2,226	S/2,072	S/2,546
Utilidad antes de impuestos		S/21,883	S/20,561	S/19,574	S/18,010	S/19,651	S/19,008	S/21,732	S/22,878	S/16,675	S/19,611	S/18,226	S/22,491
Impuestos		S/6,346	S/5,963	S/5,677	S/5,223	S/5,699	S/5,512	S/6,302	S/6,635	S/4,836	S/5,687	S/5,286	S/6,522
Utilidad después de impuestos		S/15,537	S/14,598	S/13,898	S/12,787	S/13,952	S/13,496	S/15,429	S/16,243	S/11,839	S/13,924	S/12,941	S/15,968

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 38

Flujo de caja mensual

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/15,537	S/14,598	S/13,898	S/12,787	S/13,952	S/13,496	S/15,429	S/16,243	S/11,839	S/13,924	S/12,941	S/15,968
Depreciación		S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421	S/421
Flujo neto de efectivo (FNE)	-S/57,948	S/15,958	S/15,019	S/14,319	S/13,208	S/14,373	S/13,917	S/15,850	S/16,664	S/12,260	S/14,345	S/13,362	S/16,389

Fuente: Elaboración propia

e) Cálculo del VAN – TIR- B/C

Tabla 39

Indicadores económicos

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/57,948	S/15,958	S/15,019	S/14,319	S/13,208	S/14,373	S/13,917	S/15,850	S/16,664	S/12,260	S/14,345	S/13,362	S/16,389
Ingresos totales		S/41,303	S/38,855	S/37,028	S/34,131	S/37,170	S/35,980	S/41,023	S/43,146	S/31,659	S/37,096	S/34,532	S/42,429
Egresos totales		S/25,346	S/23,836	S/22,709	S/20,923	S/22,797	S/22,063	S/25,173	S/26,482	S/19,399	S/22,751	S/21,170	S/26,040
VAN ingresos	S/423,554	SOLES											
VAN egresos	S/259,798	SOLES											
PRI	3.96	Meses											
VAN	S/105,808												
TIR	23.5%	>	COK	14% anual									
B/C	1.6												

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/. 105,808.00.
- Un TIR de 23.5% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 14%.
- Un B/C de 1.6, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.60.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 3.96 meses.
- Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es RENTABLE.

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la investigación se propuso determinar el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento sobre la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021, logrando determinar que el impacto de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento incrementó la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes de 30.00% a 30.80%. Esto nos da a comprender que las mejoras que se realizan en la gestión de mantenimiento ayudan a mejorar la rentabilidad. Es por ello que se logró validar la hipótesis concluyendo que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento incrementa la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes, Trujillo 2021. Este resultado fue corroborado por: Bolaños (2018) con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad de 91.9% a 95.1% y además incrementó la rentabilidad de la empresa de 15% a 16.4%. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, se confirma que la aplicación de mejoras en la gestión de mantenimiento en las empresas de alquiler de maquinaria permite incrementar la rentabilidad.

En la investigación se propuso diagnosticar la situación actual en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes, determinando que las causas raíces de la baja rentabilidad son: falta de mantenimiento preventivo, la falta de gestión de la documentación de mantenimiento, la falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales y la falta de capacitación al personal de mantenimiento, las cuales generaron una pérdida anual de S/1,109,722. Como se puede apreciar los problemas en el área de mantenimiento ocasionan

pérdidas económicas que adicional a ello reducen la rentabilidad. Este resultado fue corroborado por: Ricaldi (2013) ya que determino que los problemas en el área de mantenimiento ocasionaron una pérdida anual de S/. 425,348.81. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, se confirma que los problemas que se generan en el área de mantenimiento generan pérdidas económicas significativas para las organizaciones.

En la investigación se propuso desarrollar la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes, para lo cual se utilizó las siguientes herramientas: plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento, 5S en el almacén y un cronograma de capacitación, logrando obtener un ahorro anual de S/454,353.00. Como se puede apreciar la utilización de herramientas de Ingeniería Industrial en la gestión de mantenimiento genera beneficios económicos para la empresa que lo pone en práctica. Estos resultados fueron corroborados por: Pérez (2019) obtuvo un ahorro anual de S/106,115.00, Bolaños (2018) obtuvo un ahorro anual de S/103,928.00, asimismo Lindao (2016) utilizando un plan de Mantenimiento Preventivo logró obtener un beneficio anual de S/. 45,855.30. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, se confirma que las mejoras realizadas en la gestión de mantenimiento permiten incrementar la rentabilidad ya que permiten generar beneficios económicos.

En la investigación se propuso realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes, obteniendo como resultado que fue rentable, ya que se obtuvo un VAN de S/. 105,808.00, TIR de 23.5%, B/C de 1.6 y un PRI de 3.96 meses. Esto significa que las mejoras realizadas en la gestión de mantenimiento son rentables para la empresa. Este resultado fue corroborado por: Jave y Chávez (2018) obtuvo un VAN de \$ 9 079 604.26 pesos chilenos y un TIR de 141% el cual es mayor a la tasa de costo de oportunidad, así

también un PRI de 1.54 meses y el beneficio costo es mayor a uno, asimismo Sánchez y Lozada (2013) determinó que la mejora era rentable ya que se obtuvo un VAN de S/. 256,325.00 y un TIR de 35%, determinado que las mejoras realizadas en el área de mantenimiento fueron rentables para la empresa. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar los resultados, se confirma que las propuestas de mejora en la gestión de mantenimiento son rentables para las empresas del rubro de alquiler de maquinaria.

4.2 Conclusiones

Se determinó que la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento incrementó la rentabilidad de la empresa Virgen de las Mercedes de 30.00% a 30.80%.

Se diagnosticó la situación actual en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes, determinando que las causas de la baja rentabilidad son: falta de mantenimiento preventivo, la falta de gestión de la documentación de mantenimiento, la falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales y la falta de capacitación al personal de mantenimiento. Cabe mencionar que estas causas generaron una pérdida anual de S/1,109,722.

Se desarrolló la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes la cual consistió en la utilización de las siguientes técnicas y herramientas: plan de mantenimiento preventivo, formatos para mantenimiento, 5S en el almacén y un cronograma de capacitación. Todas estas mejoras permitieron obtener un ahorro de S/454,353.00.

Se determinó que la variación de la rentabilidad de la empresa como impacto de la implementación de la propuesta fue del 0.80%.

Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de la empresa Virgen de las Mercedes con un horizonte de tiempo de 1 año, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/105,808.00, TIR de 23.5%, B/C de 1.6 y un PRI de 3.96 meses.

REFERENCIAS

- Bermúdez, L. (2015). Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, XVI(33),1-25. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66638602001>.
- Bolaños, S. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones Job S.A.C. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13738>.
- Cuatrecasas, L. (2012). Diseño integral de plantas productivas. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?ppg=20&docID=11038781&tm=1473639488635>
- Gastelu, Y., Alavedra, C., Minaya, C., Méndez, G., Prieto, K., Pineda, B., Ríos, K., y Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, (34),11-26. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>
- Inei. (2021). Sector servicios prestados a empresas se incrementó 4,39% en diciembre del año 2021. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/585427-sector-servicios-prestados-a-empresas-se-incremento-4-39-en-diciembre-del-ano-2021>
- Jave, H. y Chávez, S. (2018). Propuesta de mejora en las áreas de abastecimiento y mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa CMC Arenado y Pintura E.I.R.L. Recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14623>

- Lindao, B. (2016). Identificación de los equipos críticos en la planta procesadora de alimento balanceado en avícola San Isidro S.A. Avisid para optimizar el sistema de mantenimiento preventivo. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18474>
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Maquinac. (2020). Crece en el mundo el negocio de alquilar equipos de construcción. Recuperado de: <https://maquinac.com/2020/10/equipos-de-construccion-fuerte-aumento-global-del-negocio-de-alquiler/>
- McKay, M. (2013). Plan de Capacitación. [En línea] Recuperado el 01 de Febrero del 2019, de <https://pyme.lavoztx.com/el-desarrollo-efectivo-de-un-programa-de-capacitacin-para-los-empleados-4397.html>
- Pello, G. (2017). Gestión Documental. Recuperado el 01 de Febrero del 2019, de <http://www.conasa.es/blog/la-importancia-la-gestion-documental/>
- Pérez, J. (2017). La evaluación económica de las inversiones, ESIC Editorial, 2017. ProQuest Ebook Central. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5885830>.
- Pérez, J. (2019). Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque. Recuperado de: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6724>
- Pinillos C. (2013). Ingeniería del Mantenimiento, Ediciones Santa Clara. Colombia.

- Prieto, A., Zambrano, E. y Castillo, R. (2013). Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *Negotium*, 9 (25),55-85. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78228410004>
- Ricaldi, M. (2013). Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento. Recuperado de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315015/ricaldi_am-pub-tesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Sánchez, D. y Lozada, J. (2013). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, en su tesis titulada “Estructuración del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo en la línea de inyección de aluminio fábrica de motores y ventiladores SIEMENS S.A. Recuperado de: https://www.academia.edu/31807826/PROYECTO_DE_GRADO_TPM
- Sap. (2021).Importancia de la tecnología en empresas con maquinarias y equipos. Recuperado de:<https://www.sypsoft360.com/post/importancia-de-la-tecnologia-en-empresas-de-alquiler-de-maquinaria>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - VIRGEN DE LAS MERCEDES														
Área : Mantenimiento														
Problema : Baja rentabilidad														
Nombre: _____		Área: _____												
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en e problema de la baja rentabilidad														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th>Valorización</th> <th>Puntaje</th> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Nulo</td> <td>0</td> </tr> </table>		Valorización	Puntaje	Alto	3	Medio	2	Bajo	1	Nulo	0			
Valorización	Puntaje													
Alto	3													
Medio	2													
Bajo	1													
Nulo	0													
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA RENTABILIDAD: CAUSA () ALTO () MEDIO () BAJO														
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación												
		Alto	Medio	Bajo	Nulo									
Cr1	Falta de control de calidad de los repuestos													
Cr2	Falta de presupuesto para repuestos													
Cr3	Falta de operarios con conocimiento de mantenimiento preventivo													
Cr4	Falta de capacitación al personal de mantenimiento													
Cr5	Falta de equipos para detección de fallas													
Cr6	Falta de mantenimiento preventivo													
Cr7	Falta de gestión de la documentación de mantenimiento													
Cr8	Falta de orden y limpieza en el almacén de repuestos y materiales													

Fuente: La empresa

Anexo 2: Formato de ficha técnica

FICHA TÉCNICA			
REALIZADO POR:		Fecha:	
MÁQUINA-EQUIPO		UBICACIÓN	
FABRICANTE		SECCIÓN	
MODELO		CODIGO INVENTARIO	
MARCA			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FUNCIÓN	
FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Formato de Solicitud de mantenimiento

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO			
Área		No. OT	
		Fecha	
Solicitante		Hora	
DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO			
DATOS DEL EQUIPO			
Nombre		No. Ecco.	
ver a:			
Nombre y firma de quien reporta	Nombre y firma de quien recibe		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Formato de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO						
Área				Fecha de inicio		
				Fecha de termino		
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO						
No. Ecco.				Prioridad		
Recursos				Tipo de mantenimiento		
Nombre del técnico y/o contratista						
preguntar por:						
MATERIALES Y/O REPUESTOS						
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe		
Costo total de materiales y/o refacciones						
REGISTRO DE TIEMPO						
Fecha	Hora inicio	Hora termino	T. utilizado	Costo HH	Importe	
Costo total de Mano de obra						
Costo total de Materiales y mano de obra						
INDICACIONES DE SEGURIDAD						
OBSERVACIONES						
EVALUACIÓN DEL SERVICIO						
Excelente	Muy bien	Bien	Regular	Malo	Muy Malo	Pésimo
RECIBO DE CONFORMIDAD						
Nombre y firma					Cargo	
CAUSA DE LA FALLA						
Mecánica	Neumática	Hidráulica	Eléctrica	Electrónica	Intrínseca	Extrínseca

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Formato de Informe de costos de mantenimiento

INFORME DE COSTOS DE MANTENIMIENTO															
NOMBRE DEL TRABAJADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO					MANTENIMIENTO PREVENTIVO					TOTALES				
	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL	COSTO H.H.	H.H. UTILIZADAS	IMPORTE	COSTO DE MATERIALES	COSTO TOTAL
1															
2															
3															
4															
5															
SUB TOTAL															
RECURSOS EXTERNOS															
1															
2															
3															
4															
5															
SUB TOTAL															
TOTAL															

Fuente: Elaboración propia