



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE MECÁNICA ELÉCTRICA**

Sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos en la empresa Vaportec S.A.C para disminuir costos de productividad, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Cashpa Bravo, Genry Rene (orcid.org/0000-0002-2522-6036)

Villegas Velasquez, Leonel Indalecio (orcid.org/0000-0001-7245-6697)

ASESOR:

Msc. Sifuentes Inostroza, Teófilo Martín (orcid.org/0000-0001-8621-236X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema y Planes de Mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a toda mi familia. Para mis padres Eduardo y María, por sus enseñanzas y valores que me brindaron, por su ayuda en cada momento. Me han enseñado a vencer las adversidades sin desfallecer. Para mi esposa Pamela, a ella especialmente le dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal y como es. Es la persona que más directamente ha sufrido las consecuencias del trabajo realizado. Realmente ella me llena por dentro para conseguir un equilibrio que me permita dar el máximo de mí. Nunca le podré estar suficientemente agradecido. Para mi hijo, Sebastián, Su nacimiento influyo a nuevamente retomar los estudios. Ha venido a este mundo para darme el empujón para continuar y terminar el trabajo.

AGRADECIMIENTO

A mis familiares que se comprometieron con este objetivo brindándome su ayuda en toda oportunidad para lograr cumplir mi meta.

A la Universidad César Vallejo por el mejor grupo humano de taller de tesis y sobre todo a mi asesor; que con su vasta experiencia y conocimientos brindados me guiaron en el proceso del desarrollo de mi tesis para obtener mi título profesional.

A la empresa VAPORTEC S.A.C.; por brindarme en su totalidad la viabilidad de sus instalaciones y base de datos requerida para formular mi presente tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variable y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
VIII. REFERENCIAS.....	45
IX. ANEXOS.....	52
Mantenimiento.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de MTTR, MTBF y disponibilidad (Equipos electromecánicos – VAPORTEC SAC)	24
Tabla 2. Análisis de Modo Efecto Falla (AMEF) y el número de Prioridad de Riesgo (NPR)	26
Tabla 3. Programa de mantenimiento.....	288
Tabla 4. Indicadores luego de proyectar la mejora obtenidos en el plan de mantenimiento.....	322
Tabla 5. Cuadro comparativo antes y después de proyectar la mejora con el programa de mantenimiento.....	333
Tabla 6. Cálculo de la productividad de la empresa Vaportec SAC.....	355
Tabla 7. Gastos De Mantenimiento Correctivo Antes De Aplicar El Mantenimiento Preventivo	366
Tabla 8. Gastos Al Aplicar El Programa De Mantenimiento Preventivo	366
Tabla 9. Ingresos (julio, agosto, setiembre, octubre) (anexo 10)	377
Tabla 10. INGRESO (noviembre, diciembre, enero, febrero) (anexo 11)	377

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Estado de los equipos electromecánicos.	22
Figura 2. Matriz de Criticidad.....	25
Figura 3. Gráfico de barras de promedio de disponibilidad	34

RESUMEN

En la actualidad la empresa Vaportec SAC. No cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, siendo una de las debilidades de la empresa, porque debido a ello se generan paradas de trabajos, tiempos muertos de producción, gastos en mantenimiento preventivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electro-mecánicos en la empresa Vaportec S.A.C., para disminuir costos de productividad.

Se utilizó un diseño de investigación descriptiva, donde se recopiló información de los mantenimientos realizados en un determinado periodo.

Se identificó los elementos críticos con sus análisis de modo y efecto de fallas y numero de prioridad de riesgo, encontrando 9 puntos de alto riesgo de falla en el montacarga, 3 puntos de alto riesgo de falla en la roladora, 1 punto de alto riesgo de falla en la dobladora de tubo 4", 1 punto de alto riesgo de falla en el analizador de gases, 2 puntos de alto riesgo de falla en la arenadora, 1 punto de alto riesgo de falla en la enroscadora.

Esto permitió atender los equipos de manera prioritaria y realizar así un cronograma de mantenimiento según el estado de criticidad donde se planteó el tiempo y los recursos para el mantenimiento preventivo determinando así los nuevos indicadores.

Se realizó la proyección por los meses posteriores mejorando la disponibilidad de los equipos de 85.32 % a un 98.89 %, logrando la mejora del sistema de gestión de mantenimiento en la productividad de la empresa y reducción de costos.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, disponibilidad, equipos electromecánicos

ABSTRACT

Currently the company Vaportec SAC. It does not have a preventive maintenance program, being one of the weaknesses of the company, because due to this, work stoppages, production downtime, preventive maintenance expenses are generated, the objective of this research work is to carry out a system of preventive maintenance management of electro-mechanical equipment in the company Vaportec S.A.C., to reduce productivity costs.

A descriptive research design was improved, where information on the maintenance carried out in a given period was collected.

The critical elements were identified with their failure mode and effect analysis and risk priority number, finding 9 points of high risk of failure in the forklift, 3 points of high risk of failure in the roller, 1 point of high risk of failure in the 4" tube bender, 1 point of high risk of failure in the gas analyzer, 2 points of high risk of failure in the sandblasting machine, 1 point of high risk of failure in the screwing machine.

This made it possible to attend to the equipment in a priority manner and thus carry out a maintenance schedule according to the criticality state where the time and resources for preventive maintenance were established, thus determining the new indicators.

The availability of the equipment was improved from 85.32% to 98.89%, achieving the improvement of the maintenance management system in the company's productivity and cost reduction.

Keywords: Preventive maintenance, availability, electromechanical equipment

I. INTRODUCCIÓN

En un contexto de globalización el mantenimiento industrial tuvo que modernizarse. Un software de mantenimiento es imprescindible para gestionar activos industriales.

Para poder administrar los equipos de forma ordenada y detallada genera una mejor productividad y permite a las empresas encontrar su lugar en el mercado y poder competir.

Debido a la complejidad de los equipos y sus componentes informáticos intrínsecos hacen necesaria la incorporación de herramientas que permite leer datos (sensores).

(Silva, 2021) Comenta que es muy importante un software de mantenimiento porque te permite: Gestionar los procesos de mantenimiento, asignar las tareas, realizar el monitoreo y diagnósticos de fallas identificar las prácticas óptimas., mejorar el desempeño a futuro, controlar el cumplimiento de tareas asignadas, registrar el historial de fallas, generar informes con resultados de la inspección.

El primer paso para adaptarte a la evolución del mantenimiento es conocer las herramientas que te permitirán hacerlo.

Vaportec S.A.C., vigente en la evolución de mantenimiento, ha venido brindando servicios de mantenimiento, repotenciación y reparación de calderas piro-tubulares, acuo-tubulares y de aceite térmico en donde sólo cuenta con un plan de mantenimiento correctivo y como consecuencia hace que los costos de productividad aumenten de forma descomunal. Cualquier falla de equipos electro-mecánicos genera tiempos muertos de horas hombre e incumpliendo con los plazos de trabajo, en ocasiones tiene que ser reemplazado por un nuevo equipo.

Una apropiada gestión de mantenimiento preventivo de los equipos electro-mecánicos de la empresa Vaportec S.A.C. permitirá que operen de manera eficiente disminuyendo los costos de productividad.

Donde, el presente trabajo de investigación plantea la siguiente formulación de problema ¿De qué manera el sistema de gestión de

mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos en la empresa Vaportec S.A.C influirá en la reducción de los costos de productividad?

La investigación aporta como justificación teórica a la orientada en la solución de algún problema; por eso se debe determinar su dimensión para conocer su viabilidad y rentabilidad.

El sistema de gestión de mantenimiento preventivo busca lograr mejorar la productividad de la Empresa Vaportec S.A.C., por ello se debe planificar y programar el mantenimiento, para generar una eficiencia de operación de los equipos electro-mecánicos dando una mayor vida útil, como consecuencia disminuir los costos de productividad, disminuir las horas hombres perdidas, disminuir la generación de residuos sólidos que son los equipos electro-mecánicos con falla y entrega de los trabajos a tiempo.

Todas las etapas del sistema de gestión de mantenimiento preventivo serán supervisadas, y documentada para llevar el control de equipo, así evitar contra tiempos en los servicios que se brindan, con esto se obtendrá un historial y se podrá prevenir futuras fallas y anomalías en los equipos. Así mismo se Justifica económicamente, reduciendo las paradas inesperadas de los equipos, mejorando los indicadores de eficiencia. De este modo se minimizará los costos de mantenimiento y producción, de tal manera que la empresa será más competitiva.

El sistema de gestión de mantenimiento preventivo ayuda a incrementar vida útil de los equipos, por lo expuesto los planes de mantenimiento preventivo son la alternativa más económica comparada con otro plan de mantenimiento. Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa Vaportec S.A.C., se evitará los incidentes por paradas inesperadas, reduciendo costos y gastos inesperados por horas maquina detenidas y horas hombres, materiales y pérdidas de producción, logrando así un ahorro en gastos fuera de presupuesto, generando más ingresos, cumpliendo con la demanda diaria, así mismo se justifica de manera social, generando nuevo puestos de trabajo y a su vez con los resultados los trabajadores no estarán expuestos a accidentes laborales,

los proveedores contarán con cronogramas de compras de repuestos, los clientes tendrán servicios de calidad con mejores costos y mejores tiempos de entrega, aumentando la confiabilidad de los servicios.

El presente trabajo tiene por objetivo general realizar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electro-mecánicos en la empresa Vaportec S.A.C., para disminuir costos de productividad, de igual manera presenta los objetivo específico, (i) verificar el estado actual de los equipos electro-mecánicos determinando la disponibilidad actual, (ii) Identificar los elementos críticos de los equipos electromecánicos de la empresa Vaportec S.A.C y sus análisis de modo y efecto de fallas; (iii) realizar un cronograma de mantenimiento según el estado de criticidad de los equipos; (iv) determinar nuevos indicadores luego de proyectar la mejora obtenidos en el plan de mantenimiento; (v) Determinar la influencia de la mejora del sistema de gestión de mantenimiento en la productividad de la empresa y reducción de costos.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte del presente trabajo de investigación presenta los siguientes antecedentes:

(Velito, 2019), elaboró su tesis para lograr el grado de Ingeniero Industrial “Gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de montacargas dentro del almacén de la empresa láctea, Ate – Lima – Perú, 2019”, su objetivo general determinó como es que la buena administración del mantenimiento preventivo de los montacargas logra mejorar la disponibilidad dentro del almacén de la empresa. Utiliza el diagrama de Pareto analizando las razones principales, la falencia del plan de mantenimiento, poca inspección de repuestos del equipo y falta de supervisión. Como resultado se mejoró la facilidad de uso de la carretilla elevadora; esto fue posible analizando los resultados de la confiabilidad y mantenibilidad como principales dimensiones. Lograron una disponibilidad inicial del 79%. La disponibilidad aumentó al 92%; concluyendo que la disponibilidad aumentó en un 13% debido a la buena gestión de mantenimiento preventivo junto con una adecuada planeación y control.

Así mismo (Omar, 2019), elaboró su tesis para lograr el grado de Ingeniero Industrial llamada “Gestión del mantenimiento en la mejora de los métodos de trabajo para minimizar el alto costo del mantenimiento preventivo en una empresa cementera”. Tuvo como indicador variación de costo anual de ejecución de mantenimiento preventivo. También hizo conocer que, al mejorar los métodos de trabajo, estos brindan las herramientas adecuadas para estandarizar tiempos y así mejorar actividades de cualquier tipo de trabajo, así logrando optimizar los recursos brindados. Se registró los datos en formatos de estudio de tiempos; logrando así minimizar el tiempo anual del mantenimiento observado de 645.18 horas a 536.49 horas representando una disminución de 108.70 horas; sacando en porcentaje es 16.85%; también se redujo el costo anual de un total de S/. 26 002.04 a S/. 17 403.04, esto es una disminución de S/. 8 598.39 un 33.07% del costo total.

También, (Llanos, 2019), elaboró su investigación para lograr el grado de Ingeniero Industrial denominado “Gestión del mantenimiento preventivo y el control de calidad de los equipos electro-mecánicos para mejorar el alto costo de operación en la empresa Imserco, Lima, 2019”. El cual como objetivo principal fue determinar en qué medida la administración del mantenimiento preventivo y control de calidad del equipo mejora el costo de operación en la empresa Imserco. Donde se recolectaron datos y fueron procesados con SPSS versión 22. Logrando así un buen resultado, beneficiosos en un 28.90%; los costos de distribución en un 15.85% y los costos administrativos en un 22.25%.

Así mismo, (Vilchez, 2019), en su tesis “Mejorar el sistema de las gestiones del mantenimiento preventivo basado en el tiempo total de Operación, dentro de la empresa Construcción y Administración S.A. para aumentar la disponibilidad de la maquinaria”, dio a conocer que al tomar cinco muestras de máquinas de la empresa y realizando el indicador de criticidad, obtuvo en el análisis que eran muy críticas. Estableció un plan de mantenimiento para resolver el aumento de la disponibilidad, aplicando la técnica de mantenimiento logrando mejorar la disponibilidad de un 22 %, concluyendo que se mejora la disponibilidad al aumentar la gestión de mantenimiento.

Como también (Diaz, 2017) en su tesis para obtener el título profesional en administración “una buen servicio de mantenimiento de equipos electro-mecánicos y las relaciones con los costos en la empresa ascensores s.a. ate - lima 2017”, fue una investigación en el análisis de la calidad de servicio en la empresa Ascensores S.A. a su vez como esta se relaciona con los costos en la empresa, se centró en la calidad de atención que se da en los mantenimientos de los equipos electro-mecánicos y como estos al brindar un valor agregado, afectan en los costos. Concluye que luego de la evaluación realizada dio como resultados, por ejemplo el indicador de planeamiento posee un 80%, la orientación hacia las personas tiene un 79%, la gestión de procesos cuenta con un alto porcentaje de 73 %, la perspectiva financiera tiene 79% y la perspectiva

del cliente también con porcentaje de 80%, todo esto respalda lo propuesto en las hipótesis.

Finalmente, (Zavaleta, 2016), elaboraron su tesis para lograr el grado de Ingeniero Industrial llamada “gestión del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa Naylamp – Chiclayo, 2016. Su medición poblacional fue de 39 máquinas, utilizaron las técnicas con análisis documental, observación y entrevista. Su objetivo principal fue realizar una buena planeación de la gestión de mantenimiento preventivo. Los indicadores de confiabilidad eran de un 71.79% de los equipos, una tasa de 0.378 fallas/día y en el tiempo de entre fallas 2.64 días; el tiempo de paradas en los procesos productivos eran 145 horas en la etapa de fermentación, 90.25 horas en la etapa de destilación y 91 horas en la etapa de producción de vapor. Indicando así la importancia del tiempo medio entre fallas, siendo unos de los indicadores de la confiabilidad. Como resultado se obtuvieron que la tasa de fallas con 87.50% en fermentación, 53.85% en destilación y 77.78% en producción de vapor; el tiempo medio entre fallas de 6.73 días en fermentación, 12.75 en destilación y 6.97 en producción de vapor; todas las etapas del proceso fueron críticas. Al finalizar la gestión de mantenimiento preventivo lograron mejorar todos los procesos, se incrementó la productividad de 267 l/tn de melaza a 271.5 tn de melaza; el tiempo de productividad aumentó de 400 500.67 l/mes a 407 208 l/mes, dando a entender que, gestionar un plan de mantenimiento, también mejora su producción en la industria.

Para el presente proyecto de investigación se realiza una adecuada investigación teórica que tiene como fin realizar un plan de mantenimiento, el sistema de mantenimiento Integrado orienta todas las acciones de mantenimiento para una adecuada gestión de los equipos. El mantenimiento es garantizar la disponibilidad de las funciones de los equipos e instalaciones para satisfacer un proceso de producción, con seguridad, confiabilidad y preservación del medio ambiente con costos adecuados, contamos: con el mantenimiento autónomo que es el conjunto de actividades de inspección y prevención de los equipos, el mantenimiento planificado que tratan de evitar, identificar y remover las anomalías, defectos y fallas de los equipos y procesos, con la educación y capacitación de todos los involucrados en el proceso de mantenimiento a partir de un plan de entrenamiento dedicado a la implementación del mantenimiento integrado, las nuevas técnicas de mantenimiento y también del aumento del conocimiento específico de los equipos y procesos. Las anomalías disfunción, discapacidad o cualquier circunstancia fuera de la especificación de cualquier parte de equipo o componente que no afecta, hasta ahora, el desempeño de su función, pero que tiene un potencial de deterioro y puede resultar en un defecto o falla, el defecto, disfunción, discapacidad o cualquier circunstancia fuera de la especificación del equipo o componente que afecta el desempeño de su función y ocasiona la reducción de la tasa normal de operación, la detección es la recolección de datos en los equipos, que sirve para poder detectar problemas en algunos puntos de los equipos. Los datos tomados sirven para un análisis de la posible causa del problema, el análisis permite analizar el problema detectado. En este caso, se tiene que dirigir a la máquina y tomar datos adicionales que ayuden a encontrar la causa del cambio de condición, para la corrección y eliminar el problema detectado, tomando acción adecuada y correcta. Las estadísticas indican que la mayor parte de las fallas de roturas de las máquinas ocurren por problemas de falta de lubricación, vibraciones o acumulación de suciedad.

Contamos con diferentes tipos de Mantenimiento, el mantenimiento autónomo donde se inspecciona y se realiza pequeños reparos ejecutados por los operadores, el mantenimiento preventivo donde se realiza inspecciones y reparaciones periódicas, se pueden detectar anomalías en los equipos y componentes, mantenimiento predictivo es acompañar o monitorear los equipos o componentes, por mediciones o control estadístico, para “prever” o “predecir” la proximidad de una falla, el mantenimiento correctivo no planeado es el reparo de emergencia de equipo o componente que presenta pérdida de funciones parcial o total, mientras el correctivo planeado es el reparo de anomalía constatada a través de alguna inspección.

(Lameirinhas, 2021) Considera que los indicadores son muy importantes para los gestores de mantenimiento porque la rutina de trabajo, equipo de mantenimiento, procesos y equipos pueden ser analizados, entre los indicadores tenemos el tiempo medio entre fallas (MTBF), que es uno de los indicadores más importantes para el área de mantenimiento. Consiste en medir el tiempo total de buen funcionamiento medio entre cada fallo de un equipo, convirtiéndose en una herramienta para medir la confiabilidad de la máquina.

$$1) \text{ MTBF} = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Números de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

Así mismo contamos con Mean Time To Repair (MTTR) este indicador está muy asociado a la mantenibilidad, es decir, a la facilidad de un equipo de mantenimiento encontrar y reubicar un equipo en condiciones de ejecutar sus funciones después de un fallo. En otras palabras, el MTTR indica cuál es el tiempo medio para reparación.

$$2) \text{ MTTR} = \frac{\text{Suma de tiempos de reparación}}{\text{Números de intervenciones realizadas}}$$

También tenemos indicadores de calcular la disponibilidad y la confiabilidad de los activos estos dos indicadores son importantes para el planeamiento y control del mantenimiento. Puede decirse que el objetivo principal del PCM es garantizar y elevar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, optimizando así la productividad. Por eso los hemos colocado juntos. Ambos son determinados a partir del MTBF E MTTR. La disponibilidad es la capacidad de un elemento estar en condiciones de ejecutar una cierta función en un instante dado, o durante un intervalo de tiempo determinado y la confiabilidad es la probabilidad de que un elemento desempeñe su función especificada en el proyecto, de acuerdo con las condiciones de operación, en un intervalo específico de tiempo.

$$3) \text{ DISPONIBILIDAD} = \frac{MBTF}{MBTF+MTTR} \times 100$$

La criticidad de equipos es designar el grado de importancia de cada máquina presente en un sistema productivo, además, su principal objetivo, es definir cuál equipamiento debe ser atendido primero en el caso de situaciones de emergencia, y también, al distribuir recursos para el mantenimiento.

$$4) \text{ Criticidad} = \text{Frecuencia de falla} \times \text{Consecuencia}$$

$$5) \text{ Consecuencia} = (IO \times FO) + CM + ISAH$$

Por último, tenemos el tiempo activo de mantenimiento, que es la medida del tiempo que los colaboradores de mantenimiento determinan o aplican esfuerzos en el resultado del trabajo, establecido como % del tiempo total laborado. Es calculado mediante el proceso llamado “muestreo de trabajo”; y su formulación es de la siguiente manera:

$$6) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \cdot \%$$

Las mejores empresas con un sistema avanzado de mantenimiento llegan a un porcentaje de 55%; comprendiendo que, si tu valor de productividad en el mantenimiento te da como resultado un 50% a 55%, tiene una excelente productividad.

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF), este método permite identificar problemas potenciales y sus posibles efectos en un sistema con el fin de priorizar y tomar las mejores decisiones.

Número de prioridad de riesgo (NPR), nos permite priorizar los modos de falla y las causas, identificados con el AMEF, el NPR se obtiene multiplicando las ponderaciones de la severidad, ocurrencia y detectabilidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Es aplicativa porque su interés es utilizar instrucciones ya existentes en la experiencia en base a la interrelación de los componentes para mejorar la gestión de mantenimiento. Hace uso de metodologías y programaciones de la ingeniería mecánica eléctrica para estudiar y plantear medidas a un problema, como es la limitación de la disponibilidad de equipos.

Diseño de investigación:

En esta investigación es descriptiva - correlacional donde se recoge información sobre el objeto experimental en un determinado período, correlacional porque se lleva a cabo para medir dos variables.

Para responder a las interrogaciones esta será una guía que aclara al investigador y a los futuros lectores. Se diseñará el sistema de gestión de mantenimiento cuando se alcance información necesaria sobre el tema de análisis modo efecto falla para mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos.

3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente

Sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos

Variable dependiente

Disminuir costos de productividad

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Para la presente investigación, se tuvo como unidades poblacionales a los equipos electromecánicos de la empresa Vaportec S.A.C

Muestra:

Como muestra se presenta los equipos que tienen más influencia en los trabajos brindados a las empresas en el mantenimiento integral de calderas, las cuales son: Taladro de columna, roladora, dobladora de tubo de 2", dobladora de tubo de 4", montacargas, bomba para prueba hidrostática, amoladora, taladro magnético, analizador de gases, arenadora, enroscadora (anexo 3).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se aplicará será la recolección de datos que cuenta la empresa a fin de tener un panorama completo reuniendo información y ser el punto de partida para la elaboración del presente trabajo, se cuenta con los antecedentes desde el mes de julio, agosto, setiembre, octubre del 2022.

3.5. Procedimientos

Se iniciará con los antecedentes de las fallas de los equipos registrados en meses anteriores hallando los indicadores para así realizar el programa de mantenimiento teniendo en cuenta las variables de estudio las cuales están sujetos la problemática de la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el presente proyecto de investigación se utilizará el método de análisis descriptivo que consiste en la evaluación actual de la empresa con la recopilación de datos de los equipos electromecánicos, el tiempo de operación o vida útil, identificando los equipos críticos podremos determinar el tiempo para realizar la intervención de cada equipo, realizando una gestión de mantenimiento, así realizar un análisis utilizando un método estadístico para sacar las conclusiones deseadas.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación toma en cuenta los estándares que define el estilo ISO 690 y 690 – 2 del “Manual de referencias de la Universidad César Vallejo”; los que son considerados y respetando las normas éticas que se establecen para el desarrollo de los trabajos de investigación de la Universidad; por lo tanto, Los autores de la presente investigación se comprometen a respetar la autenticidad los resultados obtenidos y evitar el plagio.

IV. RESULTADOS

4.1. Verificar el estado actual de los equipos electro-mecánicos determinando la disponibilidad actual

DIAGRAMA ISHIKAWA

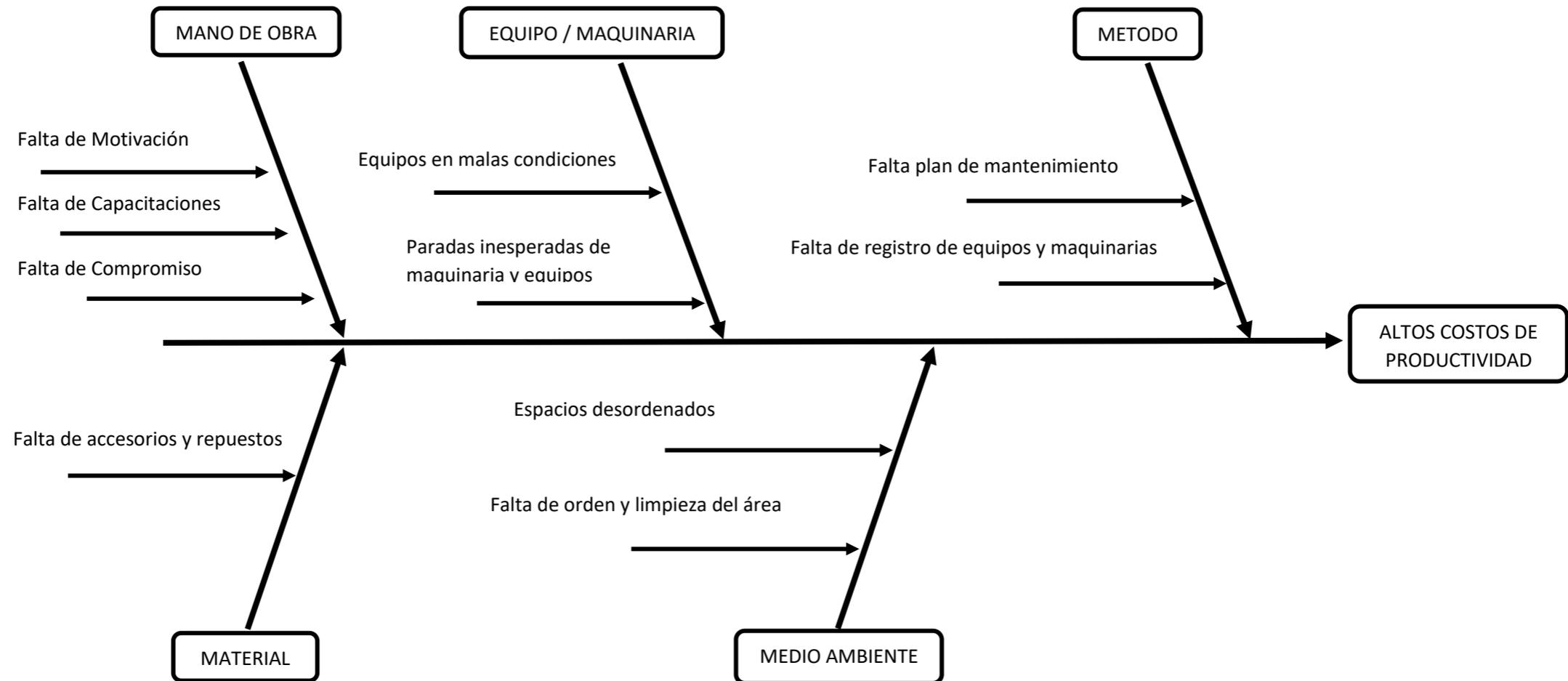


Figura 1. Estado de los equipos electromecánicos.

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de Ishikawa fue elaborado de tal manera que se puede observar que los altos costos de productividad en la empresa VAPORTEC SAC son causados por la falta de un plan de mantenimiento preventivo, donde los equipos fallan por encontrarse en malas condiciones, por falta de capacitación al personal en el manejo de los equipos, falta de motivación que lleva a la falta de compromiso, no existe accesorios de repuesto en stock, así mismo falta orden y limpieza del almacén lo que se ve reflejado en el desempeño de los colaboradores.

Identificando las principales causas que originan los altos costos de productividad, se procede a identificar los equipos y maquinarias de la empresa VAPORTEC SAC que están operativos e inoperativos, además los equipos que necesitan mantenimiento.

Cálculo de la disponibilidad de los equipos y maquinarias

Para realizar el cálculo de la disponibilidad se tomó los datos históricos de los últimos cuatro meses (julio, agosto, setiembre y octubre), donde indica el tiempo de horas de reparación con las intervenciones realizadas.

Tabla 1. Cálculo de MTTR, MTBF y disponibilidad (Equipos electromecánicos – VAPORTEC SAC)

ITEM	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	JULIO						AGOSTO						SETIEMBRE						OCTUBRE					
		HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
1	TALADRO DE COLUMNA	200	26.7	5	5.3	34.7	87%	200	20.0	6	3.3	30.0	90%	208	28.3	5	5.7	35.9	86%	200	30.8	7	4.4	24.2	85%
2	ROLADORA	200	15.0	13	1.2	14.2	93%	200	25.0	10	2.5	17.5	88%	208	28.3	5	5.7	35.9	86%	200	20.0	16	1.3	11.3	90%
3	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 2"	200	28.3	8	3.5	21.5	86%	200	23.3	6	3.9	29.4	88%	208	25.0	7	3.6	26.1	88%	200	21.7	10	2.2	17.8	89%
4	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 4"	200	28.8	7	4.1	24.5	86%	200	27.5	9	3.1	19.2	86%	208	31.7	5	6.3	35.3	85%	200	28.3	8	3.5	21.5	86%
5	MONTACARGA	200	30.8	7	4.4	24.2	85%	200	26.7	6	4.4	28.9	87%	208	30.0	8	3.8	22.3	86%	200	30.8	9	3.4	18.8	85%
6	BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	200	20.0	3	6.7	60.0	90%	200	28.3	2	14.2	85.8	86%	208	27.0	4	6.8	45.3	87%	200	28.2	3	9.4	57.3	86%
7	AMOLADORA	200	23.3	9	2.6	19.6	88%	200	21.7	6	3.6	29.7	89%	208	25.0	7	3.6	26.1	88%	200	30.8	7	4.4	24.2	85%
8	TALADRO MAGNETICO	200	26.5	6	4.4	28.9	87%	200	23.7	5	4.7	35.3	88%	208	28.0	8	3.5	22.5	87%	200	31.7	9	3.5	18.7	84%
9	ANALIZADOR DE GASES	200	33.3	10	3.3	16.7	83%	200	26.7	8	3.3	21.7	87%	208	31.7	5	6.3	35.3	85%	200	26.7	9	3.0	19.3	87%
10	ARENADORA	200	30.0	6	5.0	28.3	85%	200	28.0	8	3.5	21.5	86%	208	29.8	9	3.3	19.8	86%	200	36.7	10	3.7	16.3	82%
11	ENROSCADORA	200	50.0	5	10.0	30.0	75%	200	75.0	6	12.5	20.8	63%	208	63.3	5	12.7	28.9	70%	200	33.3	7	4.8	23.8	83%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que ocurrieron muchas intervenciones por falla de los equipos durante los 4 meses teniendo horas improductivas por reparación.

4.2. Identificar los elementos críticos de los equipos electromecánicos de la empresa Vaportec S.A.C y sus análisis de modo y efecto de fallas

Análisis de la criticidad

En el análisis de criticidad de la matriz frecuencia x consecuencia, de los equipos mecánicos eléctricos de la empresa Vaportec SAC, podemos identificar cuáles son los equipos que requieren realizar un mantenimiento preventivo con orden de prioridad, en este caso los que se encuentran en color rojo son los más urgentes. Tabla de ponderaciones (anexo 4)

Tabla hallando la criticidad para cada equipo (anexo 5)



Figura 2. Matriz de Criticidad.

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos como: la dobladora de tubos 4\", arenadora, montacarga, roladora y analizador de gases se encuentran en estado crítico por falta de mantenimiento.

Tabla 2. Análisis de Modo Efecto Falla (AMEF) y el número de Prioridad de Riesgo (NPR)

Ponderaciones para hallar el NPR (anexo 6)

ANALISIS DE MODO EFECTO FALLA (AMEF) EN LOS EQUIPOS ELECTROMECHANICOS DE LA EMPRESA VAPORTEC SAC

NOMBRE DEL EQUIPO	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSAS DE LA FALLA	ACCIONES ACTUALES	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETENCIÓN	NPR
MONTACARGA	IZAR, BAJAR, TRASLADAR CARGAS PESADAS	Sistema hidráulico sin freno	Bomba en mal estado.	Desgaste de piezas por el uso	Mantenimiento de la bomba	8	2	4	64
			Válvula reguladora de presión desregulada o defectuosa.	Desgaste de piezas por el uso	Regular la válvula y/o cambio	8	9	7	504
			Nivel de aceite bajo.	Desgaste de por el uso	Cambio de aceite	6	5	6	180
			Poca fuerza del motor.	Desgaste de piezas por el uso	Revisar el motor e identificar las fallas	10	8	9	720
		Dirección inestable	Terminales de dirección en mal estado.	Desgaste de piezas por el uso	Cambio de terminales de dirección	9	9	5	405
			Caja de dirección con averías	Desgaste de piezas por el uso	Revisar la caja de dirección	9	3	6	162
			Cilindro de dirección con fugas internas.	Desgaste de piezas por el uso	Revisión del cilindro de dirección	7	5	5	175
		Ruidos en los frenos	Zapatas cristalizadas (muy duras).	Manejo inadecuado	Cambio de zapatas / Capacitación	10	8	8	640
			Resortes de frenos rotos.	Manejo inadecuado	Cambio de resorte / Capacitación	10	9	7	630
			Tambor de frenos dañados	Manejo inadecuado	Cambio de tambor / Capacitación	10	9	7	630
		Falla en los frenos	Zapatas gastadas y/o discos dañados.	Manejo inadecuado	Cambio de zapatas	10	8	8	640
			Aceite en las zapatas.	Desgaste de piezas por el uso	Cambio de aceite	10	7	5	350
			Frenos mal regulados.	Trabajo mal ejecutado	Regulación de los frenos	10	8	7	560
		Falla en la maquinaria	Bomba de transmisión dañada.	Desgaste de piezas por el uso	Revisar la bomba de transmisión dañada	8	8	4	256

ROLADORA	TRANSFORMAR PLANCHAS DE ACERO PLANAS EN FORMA CILINDRICA	Falla al realizar el rolado de plancha	La velocidad de deformación de la lámina es demasiado grande.	Falla del motor, piñón	Verificar la maquina parte eléctrica	10	8	8	640
			La presión de los rodillos no es correcta.	rolas desgastadas	Verificar el desgaste de las rolas	10	9	7	630
			La alineación de los rodillos a lo largo de la roladora no es correcta.	Eje de las rolas desalineadas	Verificar la alineación	10	8	6	480
			La falta de lubricación afecta el correcto funcionamiento y formado de la lámina	Sonidos anormales en la transmisión	Lubricar los componentes	10	9	8	720
DOBLADORA DE TUBO 4"	MOLDEOS Y CURVATURAS EN TUBOS METALICOS	Falla en tablero eléctrico	Inoperativo	Sobre corriente	Revisión del tablero, alimentación	10	8	4	320
		Fuga de hidrolina	Inoperativo	desgaste de sello	cambio de sellos y de hidrolina	10	9	8	720
ANALIZADOR DE GASES	DETECTOR DE GASES	Falla de operatividad del equipo	No entrega los valores verdaderos	Falta de calibración del equipo	Calibrar anualmente	10	10	9	900
ARENADORA	LIMPIAR DE IMPUREZAS DE OXIDO, PINTURA, GRASAS DE SUPERFICIES METALICAS	Falla de operatividad del equipo	No hay presión de aire por la boquilla	boquilla obstruida	limpieza de la pistola, boquilla	9	8	7	504
				la arena es muy gruesa	Cambiar boquilla	9	10	5	450
			Sale solo aire sin arena	Contaminación de la arena con cuerpos extraños o está húmeda	Verificar y limpiarla maquina	9	10	6	540
				Tubería agrietada	Cambio de tubería	10	10	9	900

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 2 podemos decir que en el análisis del NPR tenemos 4% de aceptable, 52% reducible aceptable y 44% inaceptable, por lo que se plantea realizar el mantenimiento de los equipos

4.4. Determinar nuevos indicadores luego de proyectar la mejora obtenidos en el plan de mantenimiento.

A continuación, se obtienen los siguientes indicadores tanto el MTTR, MTBF y disponibilidad, luego de aplicar el programa de mantenimiento para los siguientes 4 meses.

Tabla 4. Indicadores luego de proyectar la mejora obtenidos en el plan de mantenimiento.

ITEM	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	NOVIEMBRE						DICIEMBRE						ENERO						FEBRERO					
		HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
1	TALADRO DE COLUMNA	192	1.2	2	0.6	95.4	99%	200	1.2	2	0.6	99.4	99%	208	1.2	2	0.6	103.4	99%	192	1.2	2	0.6	95.4	99%
2	ROLADORA	192	2.6	2	1.3	94.7	99%	200	2.6	2	1.3	98.7	99%	208	1.2	2	0.6	103.4	99%	192	2.6	2	1.3	94.7	99%
3	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 2"	192	0.9	2	0.5	95.5	100%	200	0.9	2	0.5	99.5	100%	208	0.9	2	0.5	103.5	100%	192	0.9	2	0.5	95.5	100%
4	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 4"	192	0.9	2	0.5	95.5	100%	200	0.9	2	0.5	99.5	100%	208	0.9	2	0.5	103.5	100%	192	0.9	2	0.5	95.5	100%
5	MONTACARGA	192	27.6	3	9.2	54.8	86%	200	1.4	2	0.7	99.3	99%	208	1.4	2	0.7	103.3	99%	192	10.8	4	2.7	45.3	94%
6	BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	192	0.9	1	0.9	191.1	100%	200	0.0	0	0.0	0.0	100%	208	0.0	0	0.0	0.0	100%	192	0.9	1	0.9	191.1	100%
7	AMOLADORA	192	4.3	2	2.2	93.8	98%	200	0.7	2	0.3	99.7	100%	208	0.7	2	0.3	103.7	100%	192	2.3	2	1.2	94.8	99%
8	TALADRO MAGNETICO	200	5.5	3	1.8	64.8	97%	200	0.5	1	0.5	199.5	100%	208	0.5	1	0.5	207.5	100%	200	0.5	1	0.5	199.5	100%
9	ANALIZADOR DE GASES	200	0.5	1	0.5	199.5	100%	200	0.0	0	0.0	0.0	100%	208	0.0	0	0.0	0.0	100%	200	0.5	1	0.5	199.5	100%
10	ARENADORA	200	3.3	4	0.8	49.2	98%	200	2.8	3	0.9	65.8	99%	208	2.8	3	0.9	68.4	99%	200	2.8	3	0.9	65.8	99%
11	ENROSCADORA	200	1.0	2	0.5	99.5	100%	200	1.0	2	0.5	99.5	100%	208	1.0	2	0.5	103.5	100%	200	1.0	2	0.5	99.5	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que aplicando el mantenimiento preventivo a los equipos bajó las intervenciones aumentando la disponibilidad, disminuyendo las horas improductivas.

Tabla 5. Cuadro comparativo antes y después de proyectar la mejora con el programa de mantenimiento

ITEM	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS	PROMEDIO LOS MESES (JULIO-AGOSTO-SETIEMBRE-OCTUBRE)						PROMEDIO LOS MESES (NOVIEMBRE-DICIEMBRE-ENERO-FEBRERO)					
		HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PARA REPARAR	INTERVENCIONES	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
1	TALADRO DE COLUMNA	202.0	26.46	5.75	4.68	31.19	86.9%	198.0	1.17	2.00	0.58	98.42	99.41 %
2	ROLADORA	202.0	22.08	11.00	2.64	19.73	89.1%	198.0	2.23	2.00	1.11	97.89	98.86 %
3	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 2"	202.0	24.58	7.75	3.29	23.72	87.8%	198.0	0.92	2.00	0.46	98.54	99.54 %
4	DOBLADORA DE TUBOS HASTA 4"	202.0	29.08	7.25	4.26	25.09	85.6%	198.0	0.92	2.00	0.46	98.54	99.54 %
5	MONTACARGA	202.0	29.58	7.50	4.01	23.53	85.4%	198.0	10.29	2.75	3.32	75.68	94.66 %
6	BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	202.0	25.88	3.00	9.24	62.09	87.2%	198.0	0.46	0.50	0.46	95.54	99.76 %
7	AMOLADORA	202.0	25.21	7.25	3.54	24.92	87.5%	198.0	2.00	2.00	1.00	98.00	98.97 %
8	TALADRO MAGNETICO	202.0	27.46	7.00	4.04	26.35	86.4%	202.0	1.75	1.50	0.83	167.83	99.13 %
9	ANALIZADOR DE GASES	202.0	29.58	8.00	3.99	23.21	85.4%	202.0	0.25	0.50	0.25	99.75	99.88 %
10	ARENADORA	202.0	31.13	8.25	3.87	21.49	84.6%	202.0	2.88	3.25	0.89	62.28	98.58 %
11	ENROSCADORA	202.0	55.42	5.75	9.98	25.89	72.6%	202.0	1.00	2.00	0.50	100.50	99.50 %
	PROMEDIO						85.32 %						98.89 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede apreciar que se obtiene como promedio 85.32 % de disponibilidad de los equipos y luego de implementar el programa de mantenimiento se obtiene 98.89 % de disponibilidad.

Gráfico de barra indicando el promedio de disponibilidad de los equipos electromecánicos.

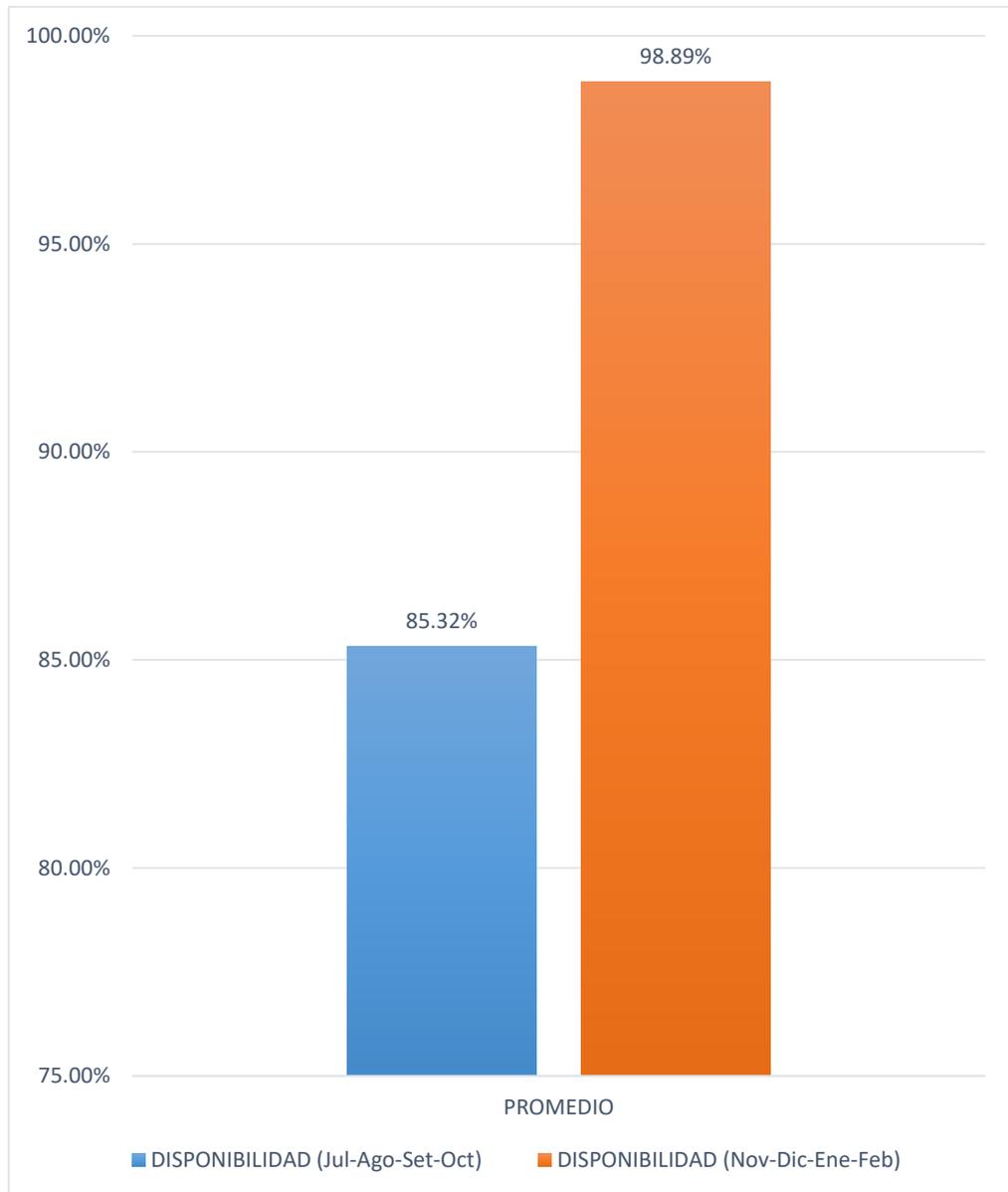


Figura 3. Gráfico de barras de promedio de disponibilidad
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se indica la disponibilidad de los equipos promediados en los meses indicando la disponibilidad antes y después de implementar el programa de mantenimiento.

4.5. Determinar la influencia de la mejora del sistema de gestión de mantenimiento en la productividad de la empresa y reducción de costos

Tabla 6. Cálculo de la productividad de la empresa Vaportec SAC

	MES 2022				MES 2022 - 2023			
	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
Tiempo disponible (H)	200	200	208	200	192	200	208	192
Tiempo improductivo (H)	70.67	73.17	75.67	69.17	30.17	35.17	50.17	25.17
Productividad	65 %	63 %	64 %	65 %	84 %	82 %	76 %	87 %
Promedio	64.25 %				82.25 %			

Fuente: Equipos de mantenimiento de Vaportec

Cálculo de la productividad (anexo 8)

Horas improductivas (anexo 9)

Se puede ver en el cuadro que se llegó a mejorar la productividad de la empresa de un 64.25 % a 82.25 %.

Tabla 7. Gastos De Mantenimiento Correctivo Antes De Aplicar El Mantenimiento Preventivo

EQUIPO	MESES				
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
TALADRO DE COLUMNA	S/ 908.33	S/ 600.00	S/ 854.17	S/ 872.92	
ROLADORA	S/ 440.00	S/ 687.50	S/ 852.50	S/ 550.00	
DOBLADORA DE TUBOS HASTA 2"	S/ 890.42	S/ 657.92	S/ 703.75	S/ 612.08	
DOBLADORA DE TUBOS HASTA 4"	S/ 792.92	S/ 756.25	S/ 870.83	S/ 779.17	
MONTACARGA	S/ 1,667.42	S/ 1,008.33	S/ 870.00	S/ 891.92	
BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	S/ 206.50	S/ 289.83	S/ 276.50	S/ 288.17	
AMOLADORA	S/ 258.33	S/ 216.67	S/ 275.00	S/ 308.33	
TALADRO MAGNETICO	S/ 521.75	S/ 534.17	S/ 492.00	S/ 554.17	
ANALIZADOR DE GASES	S/ 333.33	S/ 266.67	S/ 316.67	S/ 416.67	
ARENADORA	S/ 1,095.00	S/ 770.00	S/ 820.42	S/ 1,008.33	
ENROSCADORA	S/ 1,400.00	S/ 2,062.50	S/ 1,766.67	S/ 916.67	
TOTAL	S/ 8,514.00	S/ 7,849.83	S/ 8,098.50	S/ 7,198.42	S/31,660.75

Fuente: Gastos de Vaportec

En la tabla se indica los gastos por mantenimiento correctivo siendo S/.31,660.75 por los 4 meses (julio, agosto, setiembre y octubre).

Tabla 8. Gastos Al Aplicar El Programa De Mantenimiento Preventivo

EQUIPO	MESES				
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	
TALADRO DE COLUMNA	S/ 257.08	S/ 82.08	S/ 107.08	S/ 57.08	
ROLADORA	S/ 98.54	S/ 71.04	S/ 98.54	S/ 71.04	
DOBLADORA DE TUBOS HASTA 2"	S/ 136.46	S/ 41.46	S/ 41.46	S/ 41.46	
DOBLADORA DE TUBOS HASTA 4"	S/ 25.21	S/ 25.21	S/ 25.21	S/ 25.21	
MONTACARGA	S/ 3,520.04	S/ 313.96	S/ 83.96	S/ 339.63	
BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	S/ 15.67	S/ -	S/ 6.50	S/ -	
AMOLADORA	S/ 68.33	S/ 6.67	S/ 31.67	S/ 23.33	
TALADRO MAGNETICO	S/ 154.25	S/ 128.75	S/ 10.75	S/ 8.75	
ANALIZADOR DE GASES	S/ 5.00	S/ -	S/ 1,975.00	S/ 5.00	
ARENADORA	S/ 359.38	S/ 75.63	S/ 75.63	S/ 75.63	
ENROSCADORA	S/ 52.50	S/ 27.50	S/ 52.50	S/ 27.50	
TOTAL	S/ 4,692.46	S/ 772.29	S/ 2,508.29	S/ 674.63	S/ 8,647.67

Fuente: Costos de Vaportec

En la tabla se indica los gastos por mantenimiento preventivo aplicando el programa de mantenimiento en los meses noviembre, diciembre (2022) y enero, febrero (2023) con un total de S/. 8,647.67

Tabla 9. Ingresos (julio, agosto, setiembre, octubre) (anexo 10)

CUADRO DE RESUMEN				
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
INGRESO	S/ 283,322.00	S/ 155,820.00	S/ 162,363.00	S/ 169,692.00
COSTO MANTENIMIENTO	S/ 8,514.00	S/ 7,849.83	S/ 8,098.50	S/ 7,198.42
PAGO PERSONAL	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/ 5,080.00	S/ 8,040.00	S/ 8,460.00	S/ 8,730.00
TOTAL INGRESO	S/ 179,828.00	S/ 50,030.17	S/ 55,904.50	S/ 63,863.58
TOTAL		S/ 349,626.25		

GASTOS ADMINISTRATIVOS				
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
ADMINISTRADORA	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
LUZ	S/ 600.00	S/ 3,400.00	S/ 3,800.00	S/ 4,100.00
AGUA	S/ 280.00	S/ 440.00	S/ 460.00	S/ 430.00
UTILES DE OFICINA	S/ 550.00	S/ 550.00	S/ 550.00	S/ 550.00
TELEFONO	S/ 150.00	S/ 150.00	S/ 150.00	S/ 150.00
TOTAL	S/ 5,080.00	S/ 8,040.00	S/ 8,460.00	S/ 8,730.00

Fuente: Costos de Vaportec

En el mes de julio se obtuvo mayor el ingreso por los trabajos realizados siendo el 51.43 % del total por los 4 meses.

Tabla 10. INGRESO (noviembre, diciembre, enero, febrero) (anexo 11)

CUADRO DE RESUMEN				
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
INGRESO	S/ 308,616.00	S/ 299,954.00	S/ 183,444.00	S/ 162,348.00
COSTO MANTENIMIENTO	S/ 4,692.46	S/ 772.29	S/ 2,508.29	S/ 674.63
PAGO PERSONAL	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00	S/ 89,900.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS	S/ 5,250.00	S/ 7,140.00	S/ 8,260.00	S/ 8,430.00
TOTAL INGRESO	S/ 208,773.54	S/ 202,241.71	S/ 82,775.71	S/ 63,343.38
		S/ 557,034.33		

GASTOS ADMINISTRATIVOS				
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
ADMINISTRADORA	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
LUZ	S/ 800.00	S/ 2,500.00	S/ 3,600.00	S/ 3,800.00
AGUA	S/ 250.00	S/ 440.00	S/ 460.00	S/ 430.00
UTILES DE OFICINA	S/ 550.00	S/ 550.00	S/ 550.00	S/ 550.00
TELEFONO	S/ 150.00	S/ 150.00	S/ 150.00	S/ 150.00
TOTAL	S/ 5,250.00	S/ 7,140.00	S/ 8,260.00	S/ 8,430.00

Fuente: Costos de Vaportec

En los meses de noviembre y diciembre se obtuvieron mayor ingreso por los trabajos realizados , además los gastos por mantenimiento son menores.

V. DISCUSIÓN

Dentro de la empresa Vaportec SAC se pudo encontrar que no existe un plan de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos, estos equipos sirven de manera directa en la realización de trabajos de mantenimiento de calderas en empresas generadoras de vapor, siendo una debilidad que afecta directamente en los costos de producción, generando paradas inesperadas, horas extras, así mismo la falta de capacitación del personal en el uso correcto de operación y mantenimiento continuo hace que falle constantemente los equipos.

Dentro de sus fortalezas la empresa cuenta con buenas recomendaciones, brindando las garantías de los trabajos realizados, realiza el acompañamiento post trabajo de mantenimiento realizado en las empresas, así también sus ingresos hacen que sea una empresa competente en el mercado, cuenta con trabajos en todo el año, en temporada de pesca y al termino de temporada.

(Velito, 2019), para el desarrollo de sus análisis de datos utilizó el software IBM SPSS versión 24, con el fin de realizar la interpretación de los resultados de la investigación, así mismo llego a determinar que la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de carretillas elevadoras, realizando el diagrama de Pareto, evidenciando la falta de mantenimiento, la falta de inspección de las piezas, falta de supervisión, como resultado obtuvo una disponibilidad de 92%; concluyendo que la disponibilidad aumentó en un 13% debido a la implementación de la gestión de mantenimiento preventivo junto con una adecuada planificación y un buen control.

La disponibilidad de los equipos es factor muy importante en las empresas que brindan servicios, porque con ello van a ser más eficiente al realizar los trabajos, cumpliendo con el plazo de entrega, generando más garantía, esto a su vez permite las recomendaciones de la empresa consiguiendo nuevos clientes, además permite reducir los costos en

mantenimiento correctivos, horas hombres perdidas, todo ello son una desventaja y generan pérdidas.

Es por ello que concuerdo con Velito que al implementar el plan de mantenimiento preventivos a la empresa se mejora la disponibilidad de los equipos.

Antes de implementar el plan de mantenimiento preventivo el equipo taladro de columna en los meses de julio, agosto, setiembre y octubre presentaba deficiencias, fallas y pérdidas teniendo una disponibilidad promedio de 86.9 %.

Luego de la implementación del plan de mantenimiento se obtiene un porcentaje más elevado de disponibilidad, en un 99.41 %, aumentando en un 12.51 %.

De tal manera realizando la contrastación con Velito (2019), se ve reflejado que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos obteniendo en ambos un 13%.

(Omar, 2019) en su trabajo aporta una metodología de investigación con conocimiento en ingeniería industrial específicamente en los cursos de estudio de trabajo I y II, gestión de mantenimiento con la teoría de ingeniería de métodos, estudio de tiempo y movimientos, dentro de su objetivo fue disminuir los costos de mantenimiento preventivo mediante la aplicación de la mejora de métodos de trabajo en la gestión de mantenimiento. Indica que se logró disminuir el tiempo anual del mantenimiento observado de un total de 645.18 horas a 536.49 horas lo que representa una disminución de 108.70 horas; sacando en porcentaje es un 16.85% del total; también se logró reducir el costo anual de un total de S/. 26 002.04 a S/. 17 403.04, esto representa una disminución de S/. 8 598.39 es decir un 33.07% del costo total.

Es importante considerar las horas de mantenimiento correctivo, y a partir de ello realizar un plan de mantenimiento preventivo desde los equipos más críticos, estoy de acuerdo con (Omar), tenemos una reducción de 268 horas de mantenimiento correctivo (julio, agosto, setiembre, octubre) a 95.4 horas de en mantenimiento preventivo (noviembre, diciembre,

enero, febrero), que viene a ser una reducción de 64.4%, así mismo influyó en el costo, porque se redujo de S/. 31,660.75 a S/ 8,647.67, que es una reducción de 72.69%, estos resultados indican que cumpliendo con el cronograma de mantenimiento tiene mucha influencia en el costo.

Con el aporte brindado por Omar (2019) se llevó a comprobar la reducción de horas de mantenimiento correctivo, de tal manera que tuvo una gran influencia en el costo.

(Llanos, 2019) en su investigación para el análisis de su hipótesis aporta con la utilización de la prueba de normalidad con Shapiro Wilk donde el resultado Inferior a 0,05, sería significativo y superior a 0,05, no significativo, así mismo utiliza la prueba T student en los costos operacionales antes y después. Logró resultados beneficiosos para la empresa, demostrando que la gestión de mantenimiento preventivo y control de calidad de los equipos electromecánicos mejoró los costos operacionales en un 28.90%; los costos de distribución en un 15.85% y los costos administrativos en un 22.25%.

No estamos de acuerdo con (Llanos, 2019) si bien es cierto que realizando una buena gestión del mantenimiento se logra disminuir los costos en mantenimiento, esto no va a influir en los costos operacionales, porque esto está sujeto a las actividades que se realizan, en los días que se toman en cumplir con los trabajos, hay meses donde los costos son más elevados que otros, actividades donde se realizan en los talleres, donde el consumo de agua y energía son mayores, consumo de combustible son mayores, por lo tanto el mantenimiento preventivo y control de calidad no mejoran los costos operacionales y administrativos.

Podemos decir que Llanos (2019), realizó su trabajo basado en la empresa IMSERCO EIRL que se dedica a realizar trabajos de mantenimiento a equipos electromecánicos de otras empresas, por ende, mejora sus costos operacionales

(Vilchez, 2019) aporta en su trabajo de investigación con un método de análisis de la disponibilidad con una pre-prueba y post-prueba incitando la variable independiente valorando la repercusión en el variable dependiente, propuso mejorar la disponibilidad de la maquinaria a través de la mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en tiempo total de operaciones, identificando los más críticos, estableciendo un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad, Aplicando las técnicas de mantenimiento logró mejorar la disponibilidad de un 22%. Con esto concluyeron que, al mejorar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo, mejora la disponibilidad de las maquinarias.

Con el aporte brindado por Vilchez (2019), se logró contrastar que realizando un análisis de los equipos más críticos y llevando un estricto cumplimiento al cronograma de mantenimiento se va a llegar tener una mayor disponibilidad de los equipos y maquinarias, en nuestro proyecto logramos mejorar la disponibilidad de 85.32 % de disponibilidad en promedio a 98.89 % de disponibilidad.

(Diaz, 2017) En su trabajo de investigación aporta para hallar la confiabilidad del instrumento la utilización del método de alfa de Crombach en el cual se ingresaron los datos obtenidos en el sistema SPSS de IBM, dicha prueba se realizo a 15 trabajadores que consistió en comprender la relación de la calidad de servicio de mantenimiento y los costos de la empresa, para ello utilizo la encuesta a los trabajadores, Concluye que la calidad es importante en toda gestión empresarial, que la calidad abarca todas las áreas de la empresa y que estas van de la mano (están relacionadas).

Es por ello que es necesario implementarlas en las organizaciones hoy en día, dado que uno de los objetivos más importantes de estas son la rentabilidad y los costos.

Estamos de acuerdo con Diaz (2017), indicando que existe una relación entre la calidad de servicio de mantenimiento y los costos de la empresa que afecta directamente a la rentabilidad, en nuestro trabajo se logró una mejora en los indicadores del mantenimiento, se ve reflejado porque se llegó a reducir el gasto del mantenimiento correctivo, reflejando en los

ingresos mensuales, si bien es cierto todos los meses los trabajos son diferentes pero con el mantenimiento preventivo se evita los gastos por mantenimiento correctivos y paradas inopinadas que elevan los días programados, con ello pago a trabajadores por más días.

Con el aporte del trabajo realizado por Diaz (2017), ayudo a poner más énfasis en la capacitación al personal, contando con un trabajador más capacitado permite ser más eficiente en el trabajo, disminuyendo los costos y aumentando la rentabilidad.

(Zavaleta, 2016), en su trabajo aporta utilizando una metodología analítica, inductivo y deductivo de tal manera poder incrementar la productividad de la empresa, su objetivo principal fue realizar una buena planeación de la gestión de mantenimiento preventivo. Los indicadores de confiabilidad eran de un 71.79% de los equipos, todas las etapas del proceso fueron críticas. Al finalizar la gestión de mantenimiento preventivo lograron mejorar todos los procesos, se incrementó la productividad de 267 l/tn de melaza a 271.5 tn de melaza; el tiempo de productividad aumentó de 400 500.67 l/mes a 407 208 l/mes, dando a entender que, gestionar un plan de mantenimiento, también mejora su producción en la industria.

Gracias al estudio realizado por Zavaleta (2016) donde indica que mejoró la productividad podemos comprobar que al realizar una buena planeación y cumplimiento a la gestión de mantenimiento preventivo se eleva la disponibilidad de los equipos y eso se ve reflejado en la productividad donde elevamos de un 64.25 % a 82.25%.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Se realizó la verificación del estado actual de los equipos electro-mecánicos (Taladro de columna, roladora, dobladora de tubo de 2", dobladora de tubo de 4", montacargas, bomba para prueba hidrostática, amoladora, taladro magnético, analizador de gases, arenadora, enroscadora) y contando con el historial de las intervenciones y tiempo de reparación de los meses (julio, agosto, setiembre, octubre) se llegó a determinar la disponibilidad.
- 2) Se llegó a identificar los elementos críticos de los equipos electromecánicos de la empresa Vaportec S.A.C donde se identificó que la amoladora, la dobladora de tubo de 4", la arenadora, montacarga, roladora y el analizador de gases se encuentran es estado crítico, mientras la dobladora de tubo de 2", el taladro de columna, el taladro magnético, la enroscadora, la amoladora y la bomba de prueba hidrostática se encuentran en medianamente crítico, así mismo se realizó el análisis de modo y efecto de fallas con el número de prioridad de riesgo, encontrando 9 puntos de alto riesgo de falla en la montacarga, 3 puntos de alto riesgo de falla en la roladora, 1 punto de alto riesgo de falla en la dobladora de tubo 4", 1 punto de alto riesgo de falla en el analizador de gases, 2 puntos de alto riesgo de falla en la arenadora, 1 punto de alto riesgo de falla en la enroscadora.
- 3) Se realizó un cronograma de mantenimiento según el estado de criticidad de los equipos electromecánicos donde se indica la programación del mantenimiento preventivo durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
- 4) Se llegó a determinar nuevos indicadores luego de proyectar la mejora obtenidos en el plan de mantenimiento mejorando la disponibilidad de un 85.32 % a 98.89 %.
- 5) Se determinó la influencia de la mejora del sistema de gestión de mantenimiento en la productividad de la empresa de un 64.25 % a un 82 % y la reducción de costos de mantenimiento correctivo de S/ 31,660.75 a S/. 8,647.67 de mantenimiento preventivo.

VII. RECOMENDACIONES

Recomienda a la empresa vaportec S.A.C. seguir con el sistema de mantenimiento preventivo en los equipos electromecánicos siguiendo el plan de mantenimiento.

Se recomienda realizar la revisión periódica del plan de mantenimiento preventivo con el fin de actualizar, mejorar la rutina y frecuencias del mantenimiento preventivo.

Realizar esporádicamente capacitaciones sobre el mantenimiento preventivo, manipulación e inspección de equipos electromecánicos, para que todo el personal de Vaportec SAC pueda operar y dar mantenimiento y no depender de un sólo personal.

Realizar los mantenimientos preventivos, de la mano con la seguridad industrial a fin de evitar accidente laboral.

Considerar aplicar un software de mantenimiento para poner planificar los mantenimientos llevando un control y estadística de fallas, así poder coordinar con la parte de producción cuando se puedan intervenir los equipos sin dejar de realizar los trabajos programados con los clientes, esto va a permitir un mejor control en la supervisión.

Se recomienda la adquisición de una nueva roladora, puesto que están desgastadas por el uso.

REFERENCIAS

- ALAVEDRA et al. 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería Industrial. 34(201 6): 11 - 26. Disponible en: <https://webcache.Googleusercontent.com/search?q=cache:elh6HStZ4XgJ:https://www.redalyc.org/jat/sRepo/3374/337450992001/index.html+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- ALFARO, B. F. (1999). *DIAGNOSTICOS DE PRODUCTIVIDAD POR MULTIMOMENTOS*. ESPAÑA: Graficas y encuadernaciones, Reunidad S.A. Obtenido de <https://books.google.co.ve/books?id=JgqyUwNg434C&printsec=frontcover#v=onepage&q=PRODUCTIVIDAD%20&f=false>
- ALFONSO, Y., GARCIA, A.E., DÍAZ, A., RODRIGUEZ, A.J., HOURNÉ, M.B. y CEDRÓN, G., 2017. Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos: Analysis of criticality in the mechanical systems of the generators. Revista de Ingeniería Energetica, vol. 38, no. 3, pp. 224-230. ISSN 02535645.
- ATAHUALPA, G.D. y CARRASCO, J.M., 2020. Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para disminuir los costos de mantenimiento de una empresa agroindustrial en Lima, 2020. Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63189>
- BOERO, C., 2020. Mantenimiento industrial [en línea]. S.l.: Jorge Sarmiento Editor - Universitas. [Consulta: 16 junio 2022]. ISBN 978-987-572-352-8. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/172523>.
- CHUQUIMBALQUI, F. E. (2018). *Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar en la Productividad del Área de Producción en la Empresa Metalmecánica S.A. Lima, 2018*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31032/Chuquimbalqui_FE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CASTAÑEDA, J., 2016. Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento planificado de la empresa transportes CHICLAYO S.A. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/2300>

COLLADO, C. M., & RIVERA, R. J. (2018). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN UN TALLER MECÁNICO AUTOMOTRIZ*. UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA, LIMA. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/10a415b2-2180-4dd4-9038-2c7552a9a1ae/content>

CORDERO y ESTUPIÑAN (2018). Propuesta de optimización del mantenimiento de planta minera de cobre ministro haies, mediante análisis de confiabilidad, utilizando la metodología Fmeca. Investigación y desarrollo. 18 (1), 129 – 142. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312018000100011&script=sci_abstract.

CUADROS, L.E., 2021. Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Record S.A. En: Accepted: 2022-01-18T20:06:17Z [en línea], [Consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/4442>.

CUBAS, B. M. (2017). *“Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para los Equipos Electromecánicos del Consorcio del Metropolitano por Parte de la Empresa Alvac S.A. Sucursal del Perú”*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU, LIMA. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Miguel%20Cubas_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.PDF

Díaz, D. (2017). *calidad de servicio en mantenimiento de equipos electromecánicos y su relación con los costos en la empresa ascensores s.a. ate - lima 2017*.

Elías, G. (2019). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA MEJORA DE MÉTODOS DE TRABAJO PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA EMPRESA CEMENTERA. Universidad Nacional De Trujillo, Facultad de Ingeniería, Trujillo.

El software de mantenimiento te permite: Gestionar los procesos de mantenimiento en tu negocio, a. t. (s.f.). <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-software-mantenimiento/>. (s.f.).

Flores Lovera, R. (2019). Influencia de la gestión de calidad de construcción en la ejecución de proyectos de obras eléctricas de empresas de ingeniería y servicios eléctricos, en la provincia de lima metropolitana, año 2016. (Tesis de maestría. Universidad Nacional Federico Villarreal). <https://bit.ly/3pn5pn>

GALLARÁ, I. y PONTELLI, D., 2020. Mantenimiento industrial [en línea]. S.l.: Jorge Sarmiento Editor - Universitas. [Consulta: 16 junio 2022]. ISBN 978-987-572-358-0. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibsipan/172527>.

Jose, G. (2019). PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINA INDUSTRIAL DE LA EMPRESA FLUOROPLÁSTICOS S.A.S. informe de licenciatura, Universidad Autónoma De Occidente, Energética y mecánica, Cali.

JUEZ, J. (2020). *PRODUCTIVIDAD EXTREMA, COMO SER MAS EFICIENTE, PRODUCIR MAS Y MEJOR*. Copyright.

KAFLE, P., BHANDARI, M. y RANA, L.B., 2022. Reliability Analysis Techniques in Distribution System: A Comprehensive Review. , pp. 14.

Lameirinhas, G. (2021). *8 indicadores indispensables para la gestión del mantenimiento*. Obtenido de TRACTIAN: <https://traction.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>

LEÓN, O.A. y SALINAS, J., 2021. Plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de los equipos de una planta de osmosis inversa en un hospital de la ciudad de Trujillo [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 17 junio

2022]. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86546>.

Llanos, O. (2019). *Gestión de mantenimiento preventivo y control de calidad de los equipos electromecánicos para optimizar los costos operacionales en la empresa Imserco*.

Marc Reklau. (2017). *La Revolución de la Productividad*. ESPAÑA: CreateSpace Independiente Publishing Platform.

MEDINA, A.M., 2022. Análisis de fallos y planificación del mantenimiento de bombas de alta presión en una planta de tratamiento de agua salobre [en línea]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/183180/Madrid%20-%20Análisis%20de%20fallos%20y%20planificación%20del%20mantenimiento%20de%20bombas%20de%20alta%20presión%20en%20una%20pl...p df?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/183180/Madrid%20-%20Análisis%20de%20fallos%20y%20planificación%20del%20mantenimiento%20de%20bombas%20de%20alta%20presión%20en%20una%20pl...).

MIRANDA, L.Á. y VIGO, C.E., 2021. Sistema de Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Críticos en la Planta de Agregados de la Ciudad de Trujillo – Perú [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89208/Miranda_ALA-Vigo_RCE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Omar, C. (2019). *GESTION DE MANTENIMIENTO EN LA MEJORA DE METODOS DE TRABAJO PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA EMPRESA CEMENTERA*.

PECH, M., VRCHOTA, J. y BEDNÁŘ, J., 2021. Predictive Maintenance and Intelligent Sensors in Smart Factory: Review. *Sensors* [en línea], vol. 21, no. 4, pp. 1470. [Consulta: 17 junio 2022]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/s21041470. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/4/1470>.

QUIROZ DIAZ, E. F., & RAMIREZ, C. D. (2020). *Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de*

producción de la empresa metalmecánica ROKY S.R.L., San Martín de Porres, 2020. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, LIMA.

Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/63121/Quir_oz_DEF-Ramirez_CDF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALVATIERRA, G. P. (2019). *“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA METALMECÁNICA AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L., SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2019”*, CALLAO. Obtenido de http://209.45.55.171/bitstream/handle/20.500.12952/4583/PERALTA_FI ME_MAESTRIA_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Santiago, G. (2017). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA ESTRUCTURA DEL KAFEE. informe de licenciatura, Universidad Tecnológica De Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica, Pereira (Risaralda).*

Silva, D. d. (07 de Enero de 2021). *¿Qué es software de mantenimiento y por qué es importante para las empresas?* Obtenido de Zendesk: <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-software-mantenimiento/>

SUNDAY, A.A., OMOLAYO, M.I., OKWILAGWE, O., MOSES, M.E. y BERNARD, A.A., 2021. Evaluation of Effective Maintenance and Reliability Operation Management – A Review. E3S Web of Conferences [en línea], vol. 309. [Consulta: 17 junio 2022]. ISSN 25550403. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130901012>. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2583082990/abstract/4EDB843ACAC848D1PQ/1>.

Tamayo. (2009). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/12235974/Tamayo-y-Tamayo-Mario-El-Proceso-de-la-Investigacion-Cientifica>

VÁSQUEZ, O., 2016. Propuesta de un plan de mantenimiento total para incrementar disponibilidad de la maquinaria pesada en municipalidad

provincial Cajamarca, 2016. Universidad César Vallejo. Cajamarca, Perú.
Disponibile en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10095>

Velito, J. (2019). *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE CARRETILLAS ELEVADORAS EN LOS ALMACENES DE UNA EMPRESA LACTEA.*

Vilchez, J. F. (2019). *Mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en el Tiempo Total de Operación TTO, en la empresa Construcción y Administración S.A. .*

Villegas Arenas, J. C. (2016). Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, Arequipa 2016.

VIZCAINO, M., 2016. Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca”, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. Disponible en: http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/1234_56789/4752

WANG, L., LI, B., HU, B., SHEN, G., ZHENG, Yunxin y ZHENG, Yuanyi, 2022. Failure mode effect and criticality analysis of ultrasound device by classification tracking. BMC Health Services Research [en línea], vol. 22, no. 1, pp. 429. [Consulta: 17 junio 2022]. ISSN 1472-6963. DOI 10.1186/s1

Zavaleta, Y. A. (2016). *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo, 2016.*

ZDZISLAWA, M., 2022. Environmental Failure Modes and Effects Analysis (fmea) and Its Applications. a Comprehensive Literature Review. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ) [en línea], vol. 21, no. 3, pp. 365- 379. [Consulta: 17 junio 2022]. ISSN 15829596. Disponible en: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=1570134_53&lang=es&site=ehost-live.

ZHAO, J., GAO, C. y TANG, T., 2022. A Review of Sustainable Maintenance Strategies for Single Component and Multicomponent Equipment.

Sustainability [en línea], vol. 14, no. 5, pp. 2992. [Consulta: 16 junio 2022].
69 ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su14052992. Disponible en:
<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2992>.

ANEXOS

Anexo 1: Conceptualización y operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos	Es la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos electromecánicos para evitar las averías ocasionadas por el uso, desgaste o paso del tiempo.	Sistemas y subsistemas	Mantenimientos programados	Razón
		Ordenes de trabajo	Cumplimiento de órdenes de trabajo	Nominal
		Ejecución de los trabajos	Horas de trabajo Horas de mantenimiento Horas de falla	Razón
Variable dependiente Disminuir costos de productividad	La reducción de costos en la industria está directamente relacionada con una gestión eficiente, se puede ser más productivo con el mejor uso de los recursos.	Mantenimiento	Disponibilidad Confiabilidad	Razón
		Productividad	Tiempo productivo Tiempo disponible	Razón

Anexo 2: Carta de autorización de VAPORTEC S.A.C.



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Lima, 20 de octubre del 2022

Señor:

Mg. Alex Deyvi Tejeda Ponce

Director de Escuela profesional De Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo — Trujillo

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Yo Mario Arturo De La Torre Delgado, identificado con DNI 06662070, en mi calidad de representante legal de la empresa VAPORTEC SAC, autorizo a los Bach. Leonel Indalecio Villegas Velásquez con DNI 76529593 y Genry Rene Cashpa Bravo con DNI 43204609 del programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo — Sede Trujillo, a utilizar información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado "Sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos en la empresa VAPORTEC SAC para disminuir costos de productividad, 2022".

La información suministrada por la empresa será la base para la construcción de un estudio, los resultados que se obtenga del mismo podrán llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Atentamente,

Mario Arturo De La Torre Delgado
Gerente General
Vaportec S.A.C.

Av. Dos de Mayo 744 of 101 Miraflores – Lima – Perú
Telf. 01 447 5686
ventas@vaportec.com.pe
<http://www.vaportec.com.pe>



VAPOR POWER INTERNATIONAL
CALDERAS ACUOTUBERARIAS Y DE ACEITE TÉRMICO

Anexo 3: Codificación de equipos y maquinaria

CODIGO	MAQUINARIA Y EQUIPO	ESTADO	FOTOGRAFIA
TAC001	TALADRO DE COLUMNA	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Fallas eléctricas	
ROL001	ROLADORA	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Fallas eléctricas	
DTB002	Dobladora de tubos hasta de 2" de diámetro	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Cambio de hidrolina y falla en el tablero eléctrico	
DTB001	Dobladora de tubo hasta de 4" de diámetro	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Cambio de hidrolina y falla en el tablero eléctrico	
MON001	Montacarga	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Falla de los puentes eléctricos	

BPH001	Bomba para pruebas hidrostática	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Falla por cambio de sellos	
AMP007	Amoladoras	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Desgaste de carbón	
TAM003	Taladro magnético	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Fallas eléctricas	
AGA001	Analizador de gases	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Falla por calibración de equipos	
ARE001	Arenadora	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Falla por cambio o mantenimiento de filtros	
ENR001	Enroscadora	OPERATIVOS FALTA MANTENIMIENTO Falla de los controles eléctricos	

Anexo 4: Tabla de ponderaciones para el análisis de criticidad

Criticidad = Frecuencia de falla x Consecuencia

Consecuencia = (IO X FO) + CM + ISAH

FRECUENCIA DE FALLA (FF)	PONDERADO
De 8 a más Fallas	4
De 5 a 7 Fallas	3
De 2 a 4 Fallas	2
De 0 a 1 Falla	1

IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PONDERADO
PARADA TOTAL DE PRODUCCION	10
PARADA DE 5 A 7 HORAS	7
PARADA DE 2 A 4 HORAS	4
PARADA DE 1 HORA	1

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	PONDERADO
NO DISPONE OTRO EQUIPO	3
SE PUEDE SEGUIR LABORANDO	2
DISPONE DE OTRO EQUIPO	1

COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	PONDERADO
MAYOR A S/. 900	4
DE S/. 600 A S/. 900	3
DE S/. 200 A S/. 600	2
DE S/. 1 A S/. 200	1

IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	PONDERADO
AFECTA A LA SEGURIDAD DEL TRABAJADOR	8
AFECTA AL MEDIO AMBIENTE	6
AFECTA LAS INSTALACIONES	4
DAÑOS MENORES (ACCIDENTES, INCIDENTES)	2
PROVOCA IMPACTO AMBIENTAL	1
NINGUN DAÑO (PERSONAS, INSTALACIONES)	0

Anexo 5: Cuadro realizado hallando la Criticidad de cada equipo

TALADRO DE COLUMNA	
FF	4
IO	4
FO	2
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	48

DOBLADORA DE TUBO 2"	
FF	4
IO	1
FO	1
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	20

MONTACARGA	
FF	4
IO	7
FO	3
CM	2
ISAH	6
CRITICIDAD TOTAL	116

AMOLADORA	
FF	4
IO	2
FO	1
CM	1
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	20

ROLADORA	
FF	4
IO	10
FO	3
CM	2
ISAH	8
CRITICIDAD TOTAL	160

DOBLADORA DE TUBO 4"	
FF	4
IO	4
FO	3
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	64

BOMBA PARA PRUEBA HIDROSTATICA	
FF	3
IO	4
FO	3
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	48

ENROSCADORA	
FF	4
IO	7
FO	1
CM	1
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	40

TALADRO MAGNETICO	
FF	4
IO	4
FO	2
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	48

ANALIZADOR DE GASES	
FF	4
IO	7
FO	3
CM	2
ISAH	2
CRITICIDAD TOTAL	100

ARENADORA	
FF	4
IO	4
FO	3
CM	1
ISAH	8
CRITICIDAD TOTAL	84

Anexo 6: Ponderados para hallar el NPR

RANGO DE SEVERIDAD DE LA FALLA

SEVERIDAD MUY ALTA	10
SEVERIDAD ALTA	8 - 9
SEVERIDAD MEDIA	6 - 7
SEVERIDAD BAJA	4 - 5
SEVERIDAD MUY BAJA	2 - 3
SEVERIDAD POCO	1

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FALLA

PROBABILIDAD MUY ALTA	10
PROBABILIDAD ALTA	8 - 9
PROBABILIDAD MEDIA	6 - 7
PROBABILIDAD BAJA	4 - 5
PROBABILIDAD MUY BAJA	2 - 3
PROBABILIDAD POCO	1

PROBABILIDAD DE DETECCION DE LA FALLA

ALTAMENTE IMPROBABLE	10
PROBABILIDAD MUY BAJA	8 - 9
PROBABILIDAD BAJA	6 - 7
PROBABILIDAD MEDIA	4 - 5
PROBABILIDAD ALTA	2 - 3
PROBABILIDAD MUY ALTA	1

NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO

NO EXISTE RIESGO	0 - 100
BAJO RIESGO DE FALLA	101 - 300
PROBABILIDAD MEDIA DE FALLA	301 - 600
ALTO RIESGO DE FALLA	601-1000

Anexo 7: Mantenimiento realizado según orden de prioridad

Mantenimiento a la Arenadora



Mantenimiento a la Dobladora de tubo 4"



Mantenimiento a la Roladora



Capacitación al personal





INVENTARIO ANALISADOR DE GASES

CODIGO	ANALIZADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CALIBRACIÓN	OBSERVACIÓN
AGT2	ANALIZADOR DE GASES	TESTO	300	62255657	27/11/2022	OPERATIVO
AGT2	IMPRESORA	TESTO	PRINTER	05540621	-----	
AGT2	CARGADOR + CABLE	TESTO	ATM012T-W050VU		-----	
AGT2	EXTENSIÓN	TESTO	05541202		-----	
AGT2	SONDA	TESTO	04091210		-----	



Anexo 8: Calculo de la productividad

Mes de Julio

$$1) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{200-70.67}{200} = 65\%$$

Mes de Agosto

$$2) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{200-73.17}{200} = 63\%$$

Mes de Setiembre

$$3) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{208-75.67}{208} = 64\%$$

Mes de Octubre

$$4) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{200-69.17}{200} = 65\%$$

Productividad después del Programa del Mantenimiento (datos sacados del anexo)

Mes de Noviembre

$$5) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{192-30.17}{192} = 84\%$$

Mes de Diciembre

$$6) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{200-35.17}{200} = 82\%$$

Mes de Enero

$$7) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{208-45}{208} = 76\%$$

Mes de Febrero

$$8) \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{192-25.17}{192} = 87\%$$

Anexo 9: Horas improductivas

Las horas improductivas están en relación a la información brindada por la empresa Vaportec, todos los meses siendo promediados, las horas improductivas en Projectadas en enero y febrero son en base datos estadísticos por los bajos trabajos en esos meses.

MES DE JULIO: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener repuesto / materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	65.50
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	70.67

MES DE AGOSTO: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	68.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	73.17

MES DE SETIEMBRE: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	70.50
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	75.67

MES DE OCTUBRE: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	64.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	69.17

MES DE NOVIEMBRE: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Paradas en planta por falla de equipo	25.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	30.17

MES DE DICIEMBRE: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	30.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	35.17

MES DE ENERO: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	45.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	50.17

MES DE FEBRERO: Horas improductivas

MANTENIMIENTO DE CALDERA	
ACTIVIDAD	HORAS
Interrupciones Autorizadas	1.08
Coordinación para ingreso a planta	0.42
Desplazamiento al lugar del trabajo	0.25
Tiempo de espera en el lugar de trabajo	0.25
Permisos de trabajo/ charla seguridad	0.58
Demoras en Coordinación	0.25
Recibir instrucciones	0.25
Obtener herramientas	0.17
Obtener respuesto/materiales	0.83
Documentar trabajo	0.33
Exceso de tiempo personal	0.33
Orden/Limpieza	0.25
Inicio tardío / fin temprano	0.17
Mant. Correctivo equipo electromecánico	20.00
TOTAL HORAS IMPRODUCTIVAS	25.17

ANEXO 10. INGRESO DE TRABAJOS REALIZADOS EN (NOVIEMBRE, DICIEMBRE, ENERO FEBRERO)

NOVIEMBRE	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
REGULACION DE CALDERAS	S/ 33,180.00	S/ 28,440.00	S/ 33,180.00	S/ 28,440.00	S/ 14,220.00	S/ 23,700.00	S/ 23,700.00	S/ 26,070.00	S/ 13,035.00	S/ 13,035.00	S/ 27,097.00	S/ 30,968.00	S/ 29,625.00	S/ 18,960.00	S/ 11,850.00	S/ 23,700.00
GASTOS OPERACIONALES	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00		S/ 6,344.00	S/ 3,572.00		S/ 6,344.00	S/ 6,344.00		S/ 6,344.00	S/ 3,572.00		S/ 6,344.00	S/ 6,344.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE	S/ 26,836.00	S/ 22,096.00	S/ 26,836.00	S/ 22,096.00	S/ 14,220.00	S/ 17,356.00	S/ 20,128.00	S/ 26,070.00	S/ 6,691.00	S/ 6,691.00	S/ 27,097.00	S/ 24,624.00	S/ 26,053.00	S/ 18,960.00	S/ 5,506.00	S/ 17,356.00
TOTAL GANANCIA	S/ 308,616.00															
DICIEMBRE	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS	S/ 33,180.00	S/ 28,440.00	S/ 33,180.00	S/ 28,440.00	S/ 14,220.00	S/ 23,700.00	S/ 14,220.00	S/ 26,070.00	S/ 13,035.00	S/ 13,035.00	S/ 27,097.00	S/ 30,968.00	S/ 19,355.00	S/ 18,960.00	S/ 11,850.00	S/ 23,700.00
GASTOS OPERACIONALES	S/ 6,344.00	S/ 4,760.00	S/ 6,344.00	S/ 5,522.00		S/ 3,968.00	S/ 4,760.00		S/ 3,968.00	S/ 4,760.00		S/ 4,760.00	S/ 6,344.00		S/ 3,572.00	S/ 4,364.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE	S/ 26,836.00	S/ 23,680.00	S/ 26,836.00	S/ 22,888.00	S/ 14,220.00	S/ 19,732.00	S/ 9,460.00	S/ 26,070.00	S/ 9,067.00	S/ 8,275.00	S/ 27,097.00	S/ 26,208.00	S/ 13,011.00	S/ 18,960.00	S/ 8,278.00	S/ 19,336.00
TOTAL GANANCIA	S/ 299,954.00															
ENERO	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS	S/ 39,360.00			S/ 23,700.00			S/ 54,510.00	S/ 27,255.00	S/ 27,255.00							S/ 31,600.00
GASTOS OPERACIONALES	S/ 3,572.00			S/ 3,572.00			S/ 6,740.00		S/ 3,572.00							S/ 2,780.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE	S/ 35,788.00			S/ 20,128.00			S/ 47,770.00	S/ 27,255.00	S/ 23,683.00							S/ 28,820.00
TOTAL GANANCIA	S/ 183,444.00															
FEBRERO	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS			S/ 45,920.00			S/ 39,500.00					S/ 41,475.00			S/ 23,700.00	S/ 31,600.00	
GASTOS OPERACIONALES			S/ 15.00			S/ 6,740.00					S/ 5,552.00			S/ 3,572.00	S/ 3,968.00	
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE			S/ 45,905.00			S/ 32,760.00					S/ 35,923.00			S/ 20,128.00	S/ 27,632.00	
TOTAL GANANCIA	S/ 162,348.00															

Anexo 11: ingreso de trabajos realizados en julio, agosto, setiembre, octubre

JULIO	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
REGULACION DE CALDERAS	S/ 33,180.00	S/28,440.00	S/ 33,180.00	S/28,440.00	S/14,220.00	S/23,700.00	S/14,220.00	S/26,070.00	S/13,035.00	S/13,035.00	S/27,097.00	S/ 30,968.00	S/19,355.00	S/ 18,960.00	S/ 11,850.00	S/ 23,700.00
GASTOS OPERACIONALES	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00	S/ 6,344.00		S/6,344.00	S/6,344.00		S/ 6,344.00	S/6,344.00		S/ 6,344.00	S/ 6,344.00		S/ 6,344.00	S/ 6,344.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE	S/ 26,836.00	S/22,096.00	S/ 26,836.00	S/22,096.00	S/14,220.00	S/17,356.00	S/7,876.00	S/26,070.00	S/ 6,691.00	S/6,691.00	S/27,097.00	S/24,624.00	S/13,011.00	S/ 18,960.00	S/ 5,506.00	S/ 17,356.00
TOTAL GANANCIA	S/ 283,322.00															
AGOSTO	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS		S/39,360.00			S/ 23,700.00			S/54,510.00	S/27,255.00	S/27,255.00						
GASTOS OPERACIONALES		S/ 9,116.00							S/ 3,572.00	S/ 3,572.00						
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE		S/30,244.00			S/ 23,700.00			S/54,510.00	S/23,683.00	S/23,683.00						
TOTAL GANANCIA	S/ 155,820.00															
SETIEMBRE	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS			S/45,920.00			S/39,500.00					S/41,475.00				S/ 23,700.00	S/ 31,600.00
GASTOS OPERACIONALES			S/ 9,116.00			S/ 3,572.00									S/ 3,572.00	S/ 3,572.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE			S/36,804.00			S/35,928.00					S/41,475.00				S/ 20,128.00	S/ 28,028.00
TOTAL GANANCIA	S/ 162,363.00															
OCTUBRE	DIAMANTE				AUSTRAL			CENTINELA			HAYDUK			CANTABRIA	PANASA	GRUPO GLORIA
	PISCO	CALLAO	MALABRIGO	SUPE	COISHCO	PISCO	CHANCAY	CHIMBOTE	CHANCAY	CHINCHA	COISHCO	MALABRIGO	VEGUETA	COISHCO	PARAMONGA	AREQUIPA
MANTENIMIENTO INTEGRAL DE CALDERAS	S/ 45,920.00			S/39,360.00								S/ 47,400.00		S/ 39,500.00		S/ 31,600.00
GASTOS OPERACIONALES	S/ 9,116.00			S/11,888.00								S/ 6,344.00				S/ 6,740.00
SUB TOTAL GANANCIA POR SEDE	S/ 36,804.00			S/27,472.00								S/ 41,056.00		S/ 39,500.00		S/ 24,860.00
TOTAL GANANCIA	S/ 169,692.00															

Anexo 12: Formatos de mantenimiento preventivo

 VAPORTEC S.A.C.		MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Área: _____	Lugar: _____	
Equipo: _____		
Fecha: _____	Nombre: _____	
Control N°: _____		
CLASIFICACIÓN - Tipo de problema		
<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Falla		
Hecho - Descripción del problem		
<input type="checkbox"/> Calefacción <input type="checkbox"/> Corto-Circuito <input type="checkbox"/> Contaminación / Suciedad <input type="checkbox"/> Cables dañados <input type="checkbox"/> Corrosión <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Desalineamiento	<input type="checkbox"/> Desregulación <input type="checkbox"/> Fijación <input type="checkbox"/> Suelto <input type="checkbox"/> Lubricación <input type="checkbox"/> Mal contacto <input type="checkbox"/> No enciende <input type="checkbox"/> Quema	<input type="checkbox"/> Rutura/Grieta <input type="checkbox"/> Refrigeración <input type="checkbox"/> Ruido Anormal <input type="checkbox"/> Señalización <input type="checkbox"/> Sobrecarga <input type="checkbox"/> Vibración <input type="checkbox"/> Fuga
<input type="checkbox"/> MECÁNICA		<input type="checkbox"/> ELÉCTRO/ELECTRÓNICA
MANTENIMIENTO		

Tarjetas rojas para registro de anomalías que el equipo de mantenimiento hará la acción de remoción.

 VAPORTEC S.A.C.		MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Área: _____	Lugar: _____	
Equipo: _____		
Fecha: _____	Nombre: _____	
Control N°: _____		
CLASIFICACIÓN - Tipo de problema		
<input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Falla		
Hecho - Descripción del problema:		
<input type="checkbox"/> Calefacción <input type="checkbox"/> Corrosión <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Desalineamiento <input type="checkbox"/> Desregulación	<input type="checkbox"/> Fijación <input type="checkbox"/> Suelto <input type="checkbox"/> Lubricación <input type="checkbox"/> Rutura/Grieta <input type="checkbox"/> Refrigeración	<input type="checkbox"/> Suciedad/contaminación <input type="checkbox"/> Ruido anormal <input type="checkbox"/> Vibración <input type="checkbox"/> Fuga <input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> MECÁNICA		<input type="checkbox"/> ELÉCTRO/ELECTRÓNICA
OPERADOR		

Tarjetas azules para registro de anomalías que el operador hará la acción de remoción.

Anexo 13: Formato de orden de mantenimiento



ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				N°	
PRIORIDAD:		FECHA:			
REQUERIDO POR:		APROBADO POR:			
EQUIPO:					
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
FECHA DE REALIZACIÓN:		REALIZADO POR:			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO					
SUPERVISOR:				FECHA:	
MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
VERIFICADO/LIBERADO POR:		FECHA:		FIRMA:	
APROBADO POR:		FECHA:		FIRMA:	
COMENTARIO SOBRE LA ORDEN DE MANTENIMIENTO					
Horas-hombre estimada	Horas-hombre reales	Nombres	Comentarios relativos al consumo de Horas-hombre		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos en la empresa Vaportec S.A.C para disminuir costos de productividad, 2022", cuyos autores son CASHPA BRAVO GENRY RENE, VILLEGAS VELASQUEZ LEONEL INDALECIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN DNI: 17828568 ORCID: 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18- 01-2023 21:44:06

Código documento Trilce: TRI - 0523494