



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los
motocompresores en una empresa de hidrocarburos (Zona Lobitos off
shore), Piura 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Guerrero Gallo, Alin Henry (Orcid.org/0000-0002-58491-2285)

ASESOR:

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (Orcid.org/0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mis padres que siempre estuvieron presentes en mi formación inculcándome valores para ser un hombre de bien, ellos fueron mi fuente de inspiración. A mi hija que al haber llegado a mi vida me inspira y compromete a mejorar cada día. Un agradecimiento especial a Salvador Jesús Rivera Seminario por haberme encaminado en un momento difícil de mi carrera y de manera muy especial a Dios, ya que ha sido mi guía y mi fortaleza durante toda mi etapa universitaria, a mis profesores por su paciencia y comprensión en esta etapa académica.

Agradecimiento

Agradezco a Dios todo poderoso por darme vida y guiar mis pasos cada día.

A mi asesor, Ing. Mario Seminario Atarama por su asesoramiento durante el desarrollo de esta investigación.

A mis padres por su esfuerzo y sabiduría impartida a lo largo de mi vida.

A mis profesores por su comprensión y paciencia durante la estadía universitaria.

A la empresa Savia Perú donde laboro hace 24 años por darme la información requerida en todo momento.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	9
3.2 Operacionalización de variables	10
3.3 Población, muestra y muestreo	10
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: validez y confiabilidad	10
3.5 Procedimiento.....	11
3.6 Método de análisis de datos	12
3.7 Aspectos éticos.....	12
IV. RESULTADOS	13
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Personal de mantenimiento y producción.....	10
Tabla 2. Motocompresores operativos.....	11
Tabla 3. Codificación de las causas de las paradas de los motocompresores.....	13
Tabla 4. Total de mantenimientos de los motocompresores 2021	22
Tabla 5. Distribución de frecuencias de las causas	26

Índice de figuras

Figura 1. Diseño descriptivo propositivo.....	9
Figura 2. Paradas en el motocompresor CC-1	14
Figura 3. Paradas en el motocompresor LO-10	14
Figura 3. Paradas en el motocompresor LO-13-2... ..	15
Figura 5. Paradas en el motocompresor LO13-2.....	16
Figura 6. Paradas en el motocompresor LO14	16
Figura 7. Paradas en el motocompresor LO16	17
Figura 8. Paradas en el motocompresor LO18	18
Figura 9. Paradas en el motocompresor LO03	18
Figura 10. Paradas en el motocompresor LO04	19
Figura 11. Paradas en el motocompresor LO06	20
Figura 12. Paradas en el motocompresor LO09	21
Figura 13. Paradas en el motocompresor ZZ.....	22
Figura 14. Diagrama de Ishikawa	25
Figura 15. Diagrama de Pareto.....	27

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo general: Elaborar una Propuesta de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos en la zona Lobitos off shore, Piura 2021. La investigación de tipo mixta y diseño descriptivo propositivo contó con dos unidades de análisis: el personal del área de mantenimiento y operación (24), así como los motocompresores de la zona lobitos off shore que hacen un total de 13. Se empleó una guía de análisis documental para recabar información de cada uno de los motocompresores y también una entrevista a los jefes de las áreas de mantenimiento y operación. Como resultados se encontró que el 86% de mantenimientos corresponden a tareas preventivas no programadas. Como resultado del diagnóstico se pudo encontrar que la falta de “overhaul”, mantenimientos predictivos y planificación de correctivos son las causas principales de una baja confiabilidad de los equipos. Se identificó la teoría de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad siguiendo la norma SAE JA10112 (1999) para formular el proceso del MCC, identificando los puntos críticos. Se elaboró el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento considerando la teoría de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y al autor Moubray (2004). Se estableció que el costo de la propuesta equivale a: 74880 dólares.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento, RCM, Confiabilidad

Abstract

The general objective of this research report was to: Prepare a maintenance proposal to improve the reliability of the motor-compressors in a hydrocarbon company in the Lobitos off shore area, Piura 2021. The mixed-type research and descriptive-purpose design It had two analysis units: the personnel of the maintenance and operation area (24), as well as the motor-compressors of the off shore Lobitos area that make a total of 13. A document analysis guide was used to collect information on each one of the motor compressors and also an interview with the heads of the maintenance and operation areas. As results, it was found that 86% of maintenance correspond to unscheduled preventive tasks. As a result of the diagnosis, it was found that the lack of "overhaul", predictive maintenance and corrective planning are the main causes of low equipment reliability. The Reliability Centered Maintenance Management theory was identified following the SAE JA10112 (1999) standard to formulate the MCC process, identifying critical points. The content of the maintenance management proposal was elaborated considering the theory of Maintenance Management Centered on Reliability and the author Moubrey (2004). It was established that the cost of the proposal is equivalent to: 74880 dollars.

Keywords: Maintenance Management, RCM, Reliability

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Pérez (2021) el mantenimiento es un costo necesario para eliminar los fallos y su incidencia cuando se originan, dado que una parada de producción, debida a la avería del sistema, representa un costo de oportunidad que debe ser eliminado. El mantenimiento está compuesto por aquellas acciones que minimizan las fallas y restablecer el funcionamiento de los equipos al presentarse un estado de fallo.

El mantenimiento es una actividad que no añade valor, debe ser un costo para eliminar. Realmente todo sistema fallará en un determinado momento, resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. De esta manera surge la gestión del mantenimiento como todas aquellas actividades de diseño, planificación y control destinadas a disminuir los costos provenientes de un mal funcionamiento de los equipos.

En su mayoría las empresas persiguen como objetivos primordiales del mantenimiento: disminuir los costos de la mano de obra, materiales y contratación así también como mejorar la confiabilidad de los equipos o de la gestión de los activos (Tavares, SF).

La empresa COMOLSA SAC es una empresa peruana dedicada al servicio de molinería y en la actualidad presenta una alta frecuencia de paradas no programadas, a lo largo del proceso, debido a la presencia de fallas técnicas en sus máquinas y equipos del área de producción. Debido a la necesidad de cumplir con los pedidos y continuar con el proceso de producción, los mantenimientos programados en el mes no se llevan a cabo. Además, por estar en un proceso de mejora se están realizando muchos cambios originando desorden en las áreas de recepción, almacenamiento de insumos y además herramientas y repuestos. La empresa además carece de un plan de gestión de mantenimiento que con los factores anteriores no permiten tener un adecuado nivel de confiabilidad y con ello una mejor producción y cumplimiento (García, 2018).

Una empresa peruana de productos lácteos presenta un problema de baja disponibilidad en las carretillas elevadoras, debido a la antigüedad de estas. Las carretillas elevadoras sirven para transportar y almacenar materiales importantes de la em- presa. Las fallas que presentan, al quedar inoperativas, afectan las actividades en el área. El análisis de la disponibilidad, en un periodo de tres meses, alcanzó un valor del 79%. Se identificaron tres causas para disminuir la disponibilidad de las carretillas elevadoras: la falta de la gestión de mantenimiento preventivo, falta de inspección en la lubricación de piezas de alta fricción y rodamiento, así como la falta de supervisión del operador al no controlar el tipo de mantenimiento realizado a las carretillas elevadoras (Velito, 2019).

En la ciudad de Piura una empresa de hidrocarburos presenta una serie de dificultades en el área de mantenimiento, entre las que se puede citar: Los mantenimientos se realizan de manera programada mediante programas preventivos con poco personal y con falta de equipos especializados. El área no cuenta con manuales propios y tampoco se cuenta con un historial de mantenimiento por equipo. De acuerdo a las deficiencias presentadas en el área de mantenimiento se presentan excesivas paradas en los equipos originando que no se lleven a cabo los mantenimientos preventivos programados. Además, el área no cuenta con un registro adecuado en los indicadores de gestión de mantenimiento.

Lo presentado en el área de mantenimiento ocasiona problemas en el área de producción como la pérdida de 18 barriles de crudo diario en promedio, la pérdida de la integridad de los equipos. El desgaste físico y mental del personal, exceso de recorrido de las embarcaciones genera alto consumo de Diésel así como un alto consumo de lubricantes en los equipos motocompresores.

La situación expuesta se formalizó a través de la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura? Las preguntas específicas que apoyaron a darle respuesta se describen a continuación: ¿Cuál es la situación actual del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos?, ¿Qué herramientas de la gestión de mantenimiento permitirán solucionar la problemática identificada en el área de mantenimiento?

¿Cuál es el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento? y ¿Cuál es el costo para llevar a cabo la propuesta?

La presente investigación se justifica teóricamente por que se emplearon las bases teóricas de la gestión de mantenimiento para lograr explicar los valores de la confiabilidad presentados en el área de mantenimiento de una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura. Desde el punto de vista práctico y de acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación, los valores obtenidos en el diagnóstico permitieron presentar una propuesta de gestión de mantenimiento que permita darle solución a los problemas de baja confiabilidad, cuyos resultados afectan en forma negativa en el área de mantenimiento de una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura.

El objetivo general desarrollado consistió en: Elaborar una propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura. Los objetivos específicos que ayudaron a resolver el objetivo general fueron: Determinar la situación actual del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos, Identificar las herramientas de la gestión de mantenimiento para solucionar la problemática identificada en el área de mantenimiento, elaborar el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento y calcular el costo de la propuesta.

La hipótesis propuesta consistió en: El desarrollo de una propuesta de gestión de mantenimiento permite mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de investigación se utilizaron los trabajos de implementación de una propuesta de gestión de mantenimiento de Torres (2015), Antonio (2019) y Velito (2019). También las investigaciones relacionadas con una propuesta de gestión de mantenimiento elaboradas por: Tocto (2019), Cormilluni (2019), Rojas y Sa-lazar (2019) así como García (2018). También se utilizó el artículo científico de Cárcel (2016) relacionado con la actividad de mantenimiento.

Torres (2015) implementó un sistema de mantenimiento en la empresa CONGEMIN MINERA HORIZONTE para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de perforación jumbos axera-05. El tipo de investigación desarrollada fue tecnológica, aplicada y diseño experimental. La población estuvo conformada por los cuatro equipos de perforación jumbos axera-05. Se trabajó con todos ellos y no se realizó muestreo. Se empleó la técnica del análisis documental y como instrumento el registro de paradas de los equipos, así como la cartilla de mantenimiento. Para el análisis de datos se hizo uso de tablas para los tiempos de paradas antes y después de la aplicación del sistema de mantenimiento, así como la prueba T de Student para la comprobación de la hipótesis. La disponibilidad de los equipos mejoró en un 4.6%.

Antonio (2019) desarrolló una investigación en la Universidad Nacional del Centro del Perú sobre gestión de mantenimiento con la finalidad de mejorar la disponibilidad de los equipos de confitados en Industrias Alimentarias S.R.L. La investigación desarrollada fue de tipo tecnológica, aplicada y con diseño preexperimental. La población la conformaron los documentos de control general de mantenimiento de las máquinas de confitados, los documentos de la oficina de planificación. Se empleó la técnica de análisis documental y como instrumentos los registros de reportes de actividades correctivas de mantenimiento y los registros de reportes de actividades correctivas de mantenimiento. Para el análisis de datos se utilizó la prueba de T de Student para la verificación de las hipótesis. Como resultados se logró un incremento de la disponibilidad de la maquinaria de confitados aumentó de 65% a 75%.

Velito (2019) llevó a cabo una investigación sobre gestión de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la disponibilidad de las carretillas elevadoras en una empresa peruana de productos lácteos. La investigación fue de tipo aplicada, cuantitativa y diseño preexperimental. La población al igual que la muestra estuvo conformada por los registros de paradas no programadas durante 26 semanas divididas en dos grupos de trece para evaluar el antes y el después. Se utilizó como técnica la observación directa y el análisis documental. Como instrumentos se emplearon los formatos de recolección de datos, formato de tiempo medio entre fallas, formato de tiempo medio de reparación y formato de la disponibilidad. Como resultado del experimento preexperimental se obtuvo una mejora en la disponibilidad de las carretillas pasando de una disponibilidad inicial de 79% a una disponibilidad final de 92%.

Tocto (2019) elaboró una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de motocicletas en una empresa financiera. El tipo de investigación fue descriptivo propositivo. La población al igual que la muestra la conformaron las 12 motocicletas operativas de la empresa. Como técnica e instrumento de recolección de datos se empleó el análisis de documental y la ficha de registro de datos respectivamente. Se utilizaron gráficos de barras para interpretar los resultados. Como resultado de la evaluación se encontró un porcentaje de la disponibilidad de 74% y con la aplicación de la propuesta se estimaría que está supere el 90%.

Cormilluni (2019) desarrolló una propuesta para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento del parque de maquinarias, vehículos y equipo de la empresa peruana Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. (ICCGSA) dedicada al rubro de la construcción. La población y la muestra la conformaron el total de equipos empleados en el proceso de producción y extendido de asfalto (6). Como instrumento se empleó la ficha de disponibilidad, los registros de AMFE para cada uno de los sistemas. Se utilizaron diagramas de barras y lineales para el análisis de los resultados, así como la hoja de decisiones. Tomando en cuenta los resultados, se concluye que el proyecto es rentable para la empresa, debido a que el TIR es mayor al 10 % del costo de oportunidad requerido.

Rojas y Salazar (2019) presentaron en la Universidad peruana Ricardo Palma la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa fabricante de plásticos. La investigación es aplicada, con nivel descriptivo correlacional y diseño preexperimental. La población la conforman cuatro tipos de máquinas (extrusoras, termo formadoras, peletizadoras y molinos). La muestra estará constituida por la máquina extrusora considerándose como criterio de inclusión la de mayor número de paradas. Como técnica recolección de los datos se utilizó la observación directa y el análisis de documentos. Como instrumentos: el formato de reporte de trabajo y la guía de análisis. Se empleó para el análisis y procesamiento de la una base de datos en Excel. Se logro aumentar el valor del indicador de disponibilidad por averías hasta 0.91%. Se redujo el número de fallas constantes en 72% del tiempo en horas.

García (2018) elaboró una propuesta para la mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de producción de alimento balanceado de la ciudad de Lima, Perú. La investigación fue descriptiva propositiva y se apoyó en el estudio de tres casos con problemática similar a la presentada en la empresa de producción de alimento balanceado. La población y la muestra estuvo conformadas por los distintos productos de las líneas (blanca, medicada, veterinaria). Se utilizó como instrumentos, para el análisis documental, el cuadro de deficiencias del área de mantenimiento. Se identificaron tres problemas principales: ausencia de indicadores para medir la real capacidad de planta, procesos no estandarizados y el poco o nulo conocimiento del personal en los equipos y maquinarias con los que trabaja. El beneficio económico del desarrollo de la propuesta produce un ahorro mensual de S/. 6,731.60 a partir de una inversión inicial de S/: 30,612.63.

Cárcel (2016) analiza la actividad de mantenimiento en un artículo original sobre disponibilidad, la incertidumbre y la fiabilidad. A través del control de estos tres indicadores se debe conseguir un uso óptimo de los activos productivos, conservándolos en buen estado para lograr una producción eficiente. Considera que el objetivo de la actividad de mantenimiento es conseguir valores eficientes de disponibilidad. También considera que es conveniente reflexionar sobre la disponibilidad y los factores clave que influyen en ella. Respecto a la definición de fallo se le debe

considerar como una desviación de una condición original de un equipo o sistema, cuyo funcionamiento, para un utilizador concreto, pasa a ser catalogado como insatisfactorio.

Las teorías utilizadas como sustento teórico de la investigación están relacionadas con el mantenimiento, la gestión de mantenimiento, así como la confiabilidad de los equipos.

Pérez (2021) define el mantenimiento como: Un conjunto de acciones realizadas por el personal del área de mantenimiento con la finalidad de que los activos utilizados en un determinado proceso industrial cumplan con las condiciones requeridas de funcionamiento de acuerdo a su diseño. Una clasificación de los tipos de mantenimiento considera: el mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo,

García y Gonzales (2015) consideran que el mantenimiento correctivo se orienta a corregir los defectos en los equipos, identificando las averías y reparándolas. Los costos por reparación de un equipo suelen ser mucho mayores en la etapa correctiva que en la etapa preventiva.

Al mantenimiento preventivo se le define como la conservación planeada. Su función es permitir el conocimiento sistemático del estado de los activos y de esta manera realizar la programación de la tarea que debe realizarse, en los tiempos oportunos y de menor impacto (Alavedra, Gastelu, Méndez, Minaya, Pineda, Prieto, Ríos y Moreno; 2016).

Peña (2016) manifiesta que la gestión de mantenimiento es la parte fundamental de una empresa para la conservación y preservación de los activos, así como su operación eficiente. Esta gestión involucra una serie actividades relacionadas con personal, riesgos, costos, comunicación, evaluación de desempeño, que permitan una eficiente planificación, organización, programación, seguimiento y control para identificar las actividades que deben continuar, así como las que deben mejorarse o eliminarse.

Borroto, Alfonso y Duménigo (2013) proponen como dimensiones para evaluar la gestión de mantenimiento las siguientes: la administración del mantenimiento, servicio de terceros, personal, gestión de piezas de repuesto, evaluación y control, así como la infraestructura. Proponen como instrumento un cuestionario de acuerdo a la escala de Likert con siete opciones. Las respuestas de dicho cuestionario consideran las siguientes equivalencias: 1= No; 2= Casi no; 3=Más bien no; 4=Ni si ni no; 5= Más bien si; 6=Casi si; 7=Si.

Algunos autores definen la confiabilidad operacional como la capacidad de una empresa para el cumplimiento de sus actividades de manera óptima, en un intervalo de tiempo, bajo un contexto específico de operación (Holmberg et al., 1991; Altuger y Chassapis, 2009; Puthillath y Sasikumar, 2012; Bazovsky, 2004; Mora, 2009 citado por Gasca, Camargo y Medina, 2017). La confiabilidad operacional contiene cuatro dimensiones: el equipo, la persona, el proceso y la mantenibilidad (Altmann, 2009, citado por Gasca, Camargo y Medina, 2017). La confiabilidad de un equipo se mide por la frecuencia con la cual le curren las fallas en el tiempo; si hay cero fallas, el equipo es totalmente confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable; pero si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco confiable. Matemáticamente la confiabilidad, se representa mediante la expresión (1).

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Horas de actividad de las motocompresoras}}{\text{Número de fallas de las motocompresoras}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación aplicada se basa en el empleo de teorías y afirmaciones ya existentes para la solución de problemas prácticos que se pueden presentar en determinadas instituciones (Valderrama, 2016). Según la definición la investigación realizada pertenece a esta categoría pues los conocimientos existentes sobre la gestión de mantenimiento serán aplicados para la elaboración de una propuesta que permita solucionar el bajo nivel de confiabilidad. Atmowardoyo (2018) define que la investigación de nivel descriptivo es aquella cuyo método de investigación permite describir con exactitud las características de un fenómeno. La investigación corresponde a este nivel ya que se describió con precisión las causas que originan la baja confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura.

El diseño de investigación viene a ser una estrategia desarrollada para obtener la información requerida en una investigación y responder a la pregunta de investigación (Hernández, 2014). El diseño de la investigación desarrollada corresponde a una investigación descriptiva propositiva esquematiza a través del modelo representado en la figura 1.

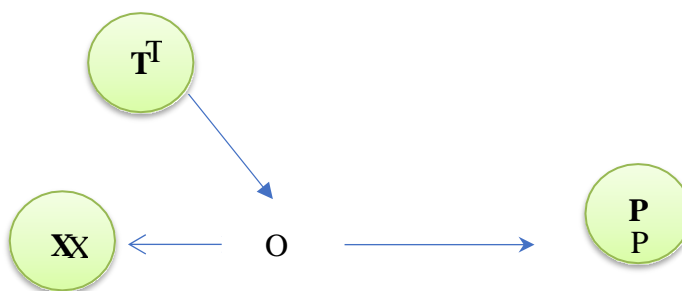


Figura 1. Diseño descriptivo propositivo

Dónde:

X: Realidad en el área de mantenimiento

O: Observación relevante que se recogerá en el área de mantenimiento.

T: Análisis y fundamentación de la teoría sobre gestión de mantenimiento

P: Propuesta gestión de mantenimiento

3.2. Variables, Operacionalización

En la presente investigación se tomarán en cuenta dos variables complejas: la gestión de mantenimiento (variable independiente) y la confiabilidad (variable dependiente). El procedimiento de operacionalización de las variables se muestra en el Anexo 1.

3.3. Población y muestra

En la investigación se identificaron dos unidades de análisis: el personal de las áreas de mantenimiento y operación, así como los equipos motocompresores (13). La población es igual a la muestra y se presentan en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1. Personal de mantenimiento y producción

Cargo	Número
Supervisor de Producción	1
Supervisor de Mantenimiento	1
Mecánicos	7
Operadores de Slick Line y Ware Line	6
Gasfiteros	3
Recorredores Savia	4
Recorredores Contratista	2

Fuente: Organigrama de la empresa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos de este trabajo de investigación se enfocan en la propuesta de gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos, Piura

2021, para ello se considera la técnica de encuesta y análisis documental. Por otro lado, los instrumentos considerados fueron: el cuestionario (Anexo 2), el parte diario de mantenimiento (Anexo 3). La validación de los instrumentos se realizó en base al juicio de expertos conformado por tres ingenieros con experiencia en la gestión de mantenimiento, determinando si el instrumento mide correctamente lo que debe ser medido. En este trabajo de investigación, el único instrumento sometido a una prueba de confiabilidad fue el cuestionario (Anexo 2); el cual se sometió a confiabilidad de Alfa de Crombach realizada en el SPSS.

Tabla 2. Motocompresores operativos

IT	AREA	UNIT	COMPRESSOR MODEL
1	LOBM	COG 033	4RDS3
2	LOBM	COG 029	3RDS3
3	LOBM	COG 108	OF5H3
4	LOBM	COG 030	3RDS3
5	LOBM	COG 032	3RDS3
6	LOBM	COG 020	3RDS3
7	LOBM	COG 040	4RDS4
8	LOBM	COG 105	OF5H3
9	LOBM	COG 039	4RDS4
1	LOBM	COG 006	4RDS3
0			
1	LOBM	COG 106	OF5H3
1			
1	LOBM	COG 041	4RDS3
2			
1	LOBM	-	W64
3			

Fuente: Inventario de equipos de la empresa

3.5. Procedimiento

Para iniciar el desarrollo de la presente investigación se solicitó el permiso pertinente a la gerencia de una empresa de hidrocarburos en el departamento de Piura, específicamente sobre el área de mantenimiento, determinando las consideraciones pertinentes para la recolección de información.

Luego se llevó a cabo el diagnóstico de la situación actual de mantenimiento de la empresa de empresa de hidrocarburos del año 2021, para ello se utilizó la técnica de la observación de campo aplicando el instrumento del cuestionario (Anexo 2) a los trabajadores del área de mantenimiento, para registrar los procesos del área de

mantenimiento de los motocompresores de la empresa, complementado esta información mediante la guía de análisis documental (nexo 2).

Luego de ello se llevó a cabo la revisión de las teorías relacionadas a la gestión de mantenimiento para identificar las herramientas de la gestión de mantenimiento que solucionarán la problemática identificada en el área de mantenimiento.

Finalmente se llevó a cabo el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento y se calculó la relación costo beneficio de la propuesta elaborada en la empresa, mediante el uso de la ficha de costo-beneficio (Anexo 2).

3.6. Métodos de análisis de datos

Este trabajo llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables gestión de mantenimiento, y confiabilidad, haciendo uso de gráficos y tablas en las que se vació la información para poder analizarla. Haciendo uso de los programas Microsoft Excel, y de la SPSS (Statistical Package for Social Science).

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de este trabajo el autor actuó con ética profesional siguiendo los criterios de confidencialidad, originalidad y veracidad. La información recopilada en el proceso de esta investigación se protegió al igual que al personal que la brindó, la información no será divulgada con objetivos diferentes a los de esta investigación, de igual manera se mantuvo en confidencialidad el nombre de la empresa estudiada.

El trabajo desarrollado es original se citaron las fuentes bibliográficas de la información recogida, con el objetivo de demostrar la inexistencia de plagio, dando el reconocimiento a los autores citados. De igual manera se consideró que el trabajo se elaboró con veracidad siendo fiel a la realidad encontrada, sin alterar ningún tipo de dato.

IV. RESULTADOS

Se determinó la situación actual del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos, realizando una revisión documental del Reporte de motocompresores en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2021 hasta el 28 de octubre del 2021. También se aplicó una entrevista al supervisor del área de mantenimiento.

Los resultados de la revisión documental se muestran el Anexo 2 A. En las figuras, desde el número dos hasta la número 14 se resumen las horas de parada, en cada uno de los motocompresores, y las causas que las originaron.

En la Tabla 3 se muestra el código de cada una de las causas de la parada.

Tabla 3. Codificación de las causas de las paradas de los motocompresores

<u>Código</u>	<u>Causas de la parada</u>
FP	Facilidades de producción
MPV	Mtto preventivo
SR	Medidas de seguridad
SB	Stanby
MCP	Mtto correctivo programado
MEM	Mtto correctivo de emergencia
MCN	Mtto correctivo no programado
LB	Espera de Embarcación
MPD	Mantenimiento predictivo
<u>SP</u>	<u>Espera de repuesto</u>

En la figura 2 se grafican las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor CC-1.

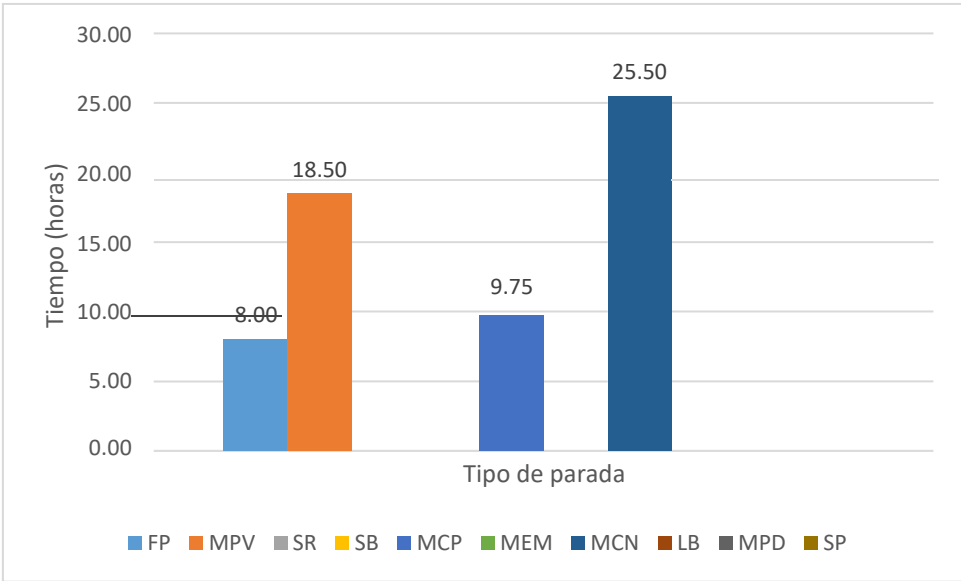


Figura 2. Paradas en el motocompresor CC-1

En la figura 2 se aprecia que el mayor número de horas de parada (25.5) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (8.0) a facilidades de producción.

En la figura 3 se grafican las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO-10.

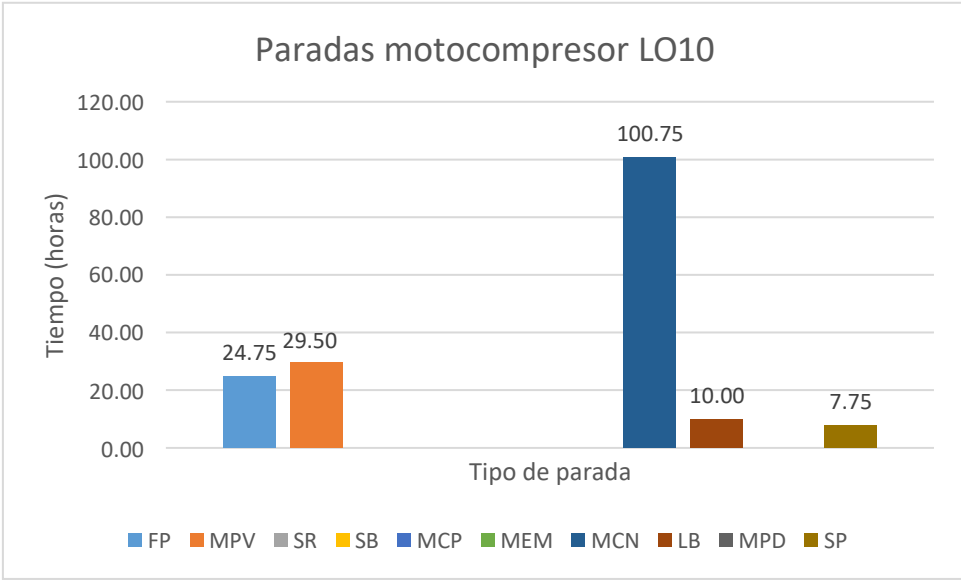


Figura 3. Paradas en el motocompresor LO-10

Se puede apreciar en la figura 3 que el mayor número de horas de parada (100.75) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (775.0) a espera de un repuesto.

La figura 4 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO13-1.

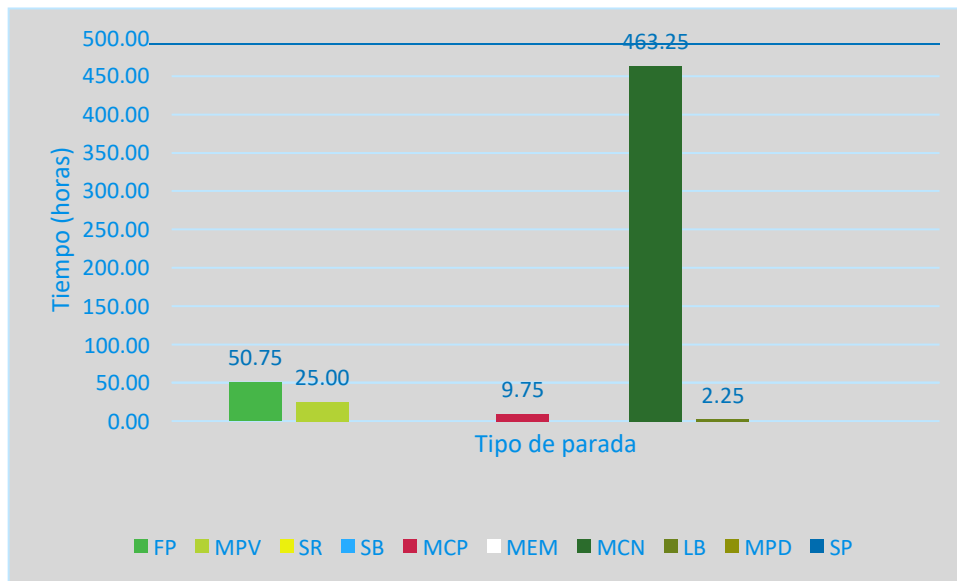


Figura 4. Paradas en el motocompresor LO13-1

Se observa en la figura 4 que el mayor número de horas de parada (463.25) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (9.75) a mantenimiento correctivo programado.

La figura 5 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO13-2.

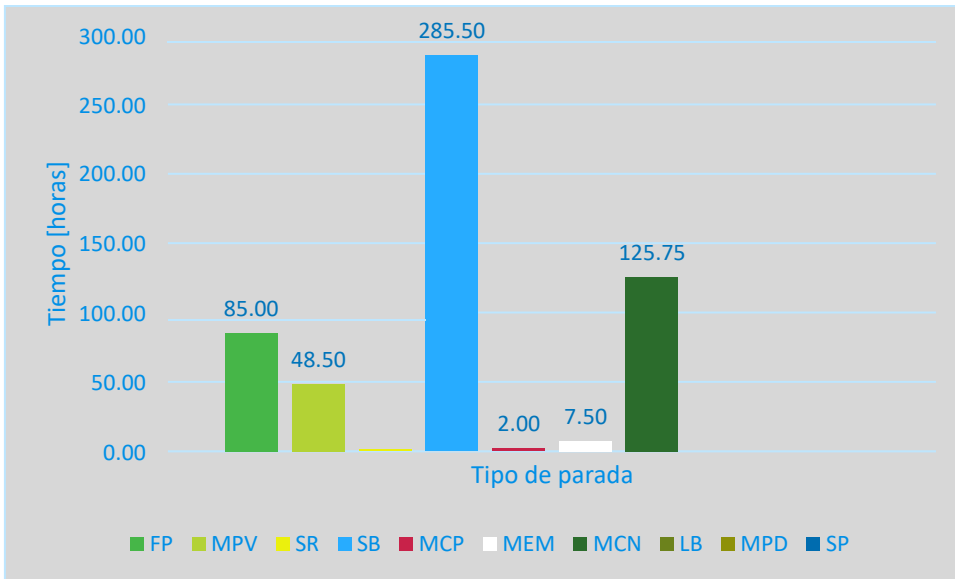


Figura 5. Paradas en el motocompresor LO13-2

Se puede apreciar en la figura 5 que el mayor número de horas de parada (285.50) corresponde a stanby y el menor número de horas de parada (2.00) a mantenimiento correctivo programado.

La figura 6 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO16.

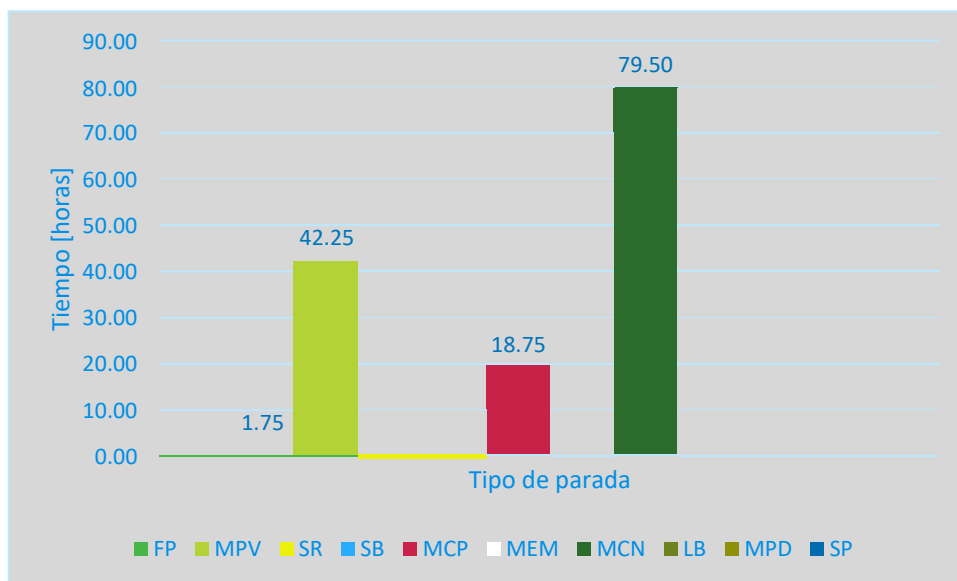


Figura 6. Paradas en el motocompresor LO14

Se puede apreciar en la figura 6 que el mayor número de horas de parada (79.50) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (1.75) a facilidades de producción.

En la figura 7 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO16.

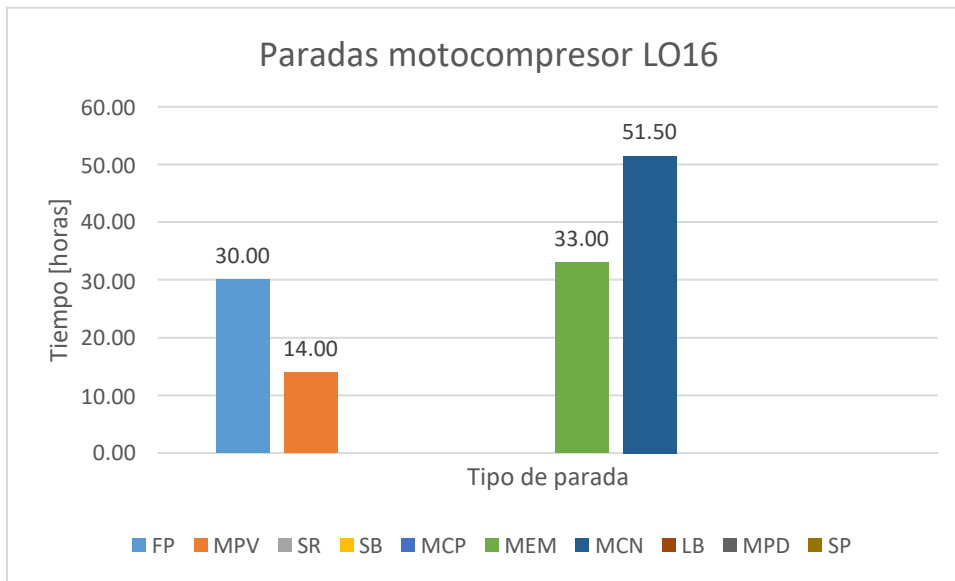


Figura 7. Paradas en el motocompresor LO16

Se puede apreciar en la figura 7 que el mayor número de horas de parada (51.50) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (14.00) a mantenimiento preventivo.

En la figura 8 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO18.

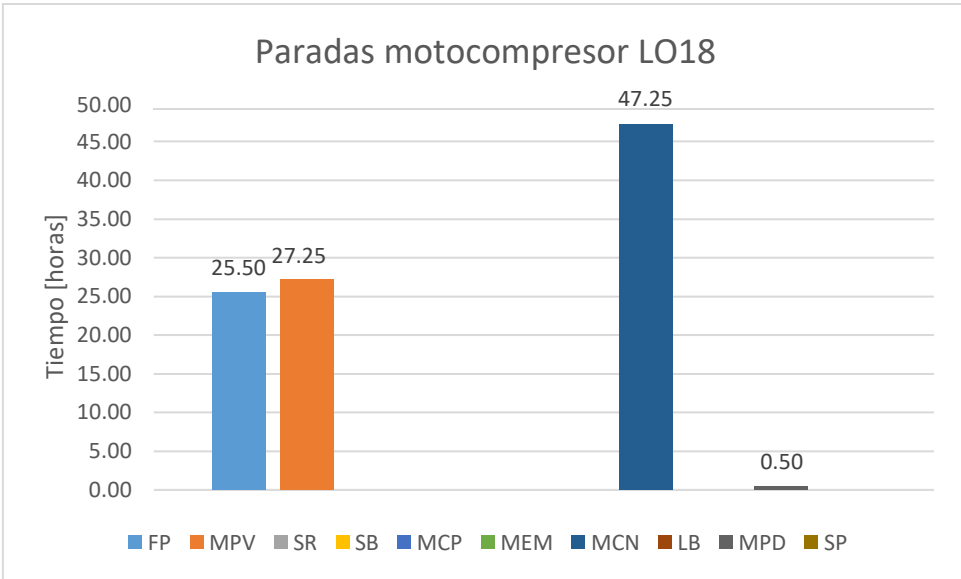


Figura 8. Paradas en el motocompresor LO18

Se puede apreciar en la figura 8 que el mayor número de horas de parada (47.25) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.50) a mantenimiento predictivo.

En la figura 9 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO03.

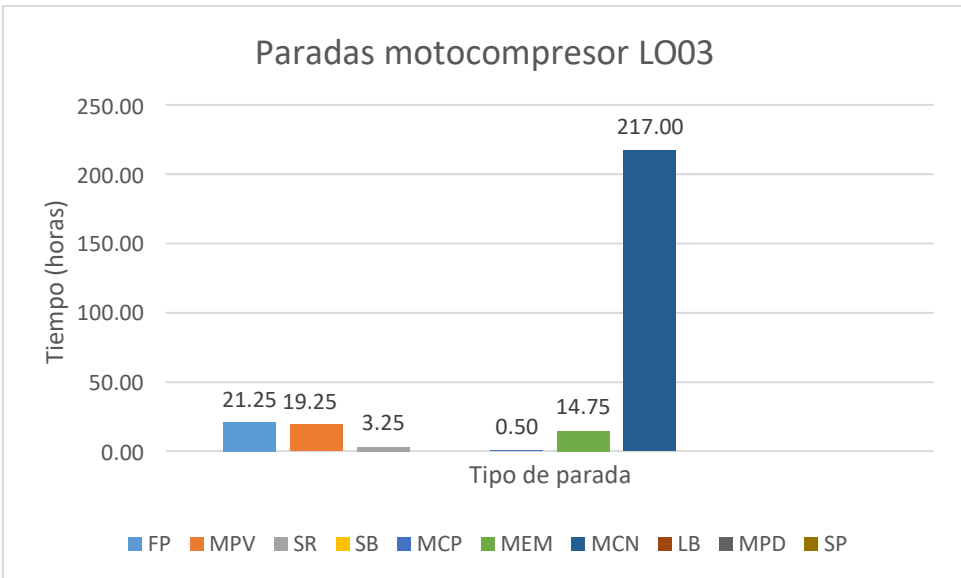


Figura 9. Paradas en el motocompresor LO03.

Se puede apreciar en la figura 9 que el mayor número de horas de parada (217) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.50) a mantenimiento correctivo planificado.

En la figura 10 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO04

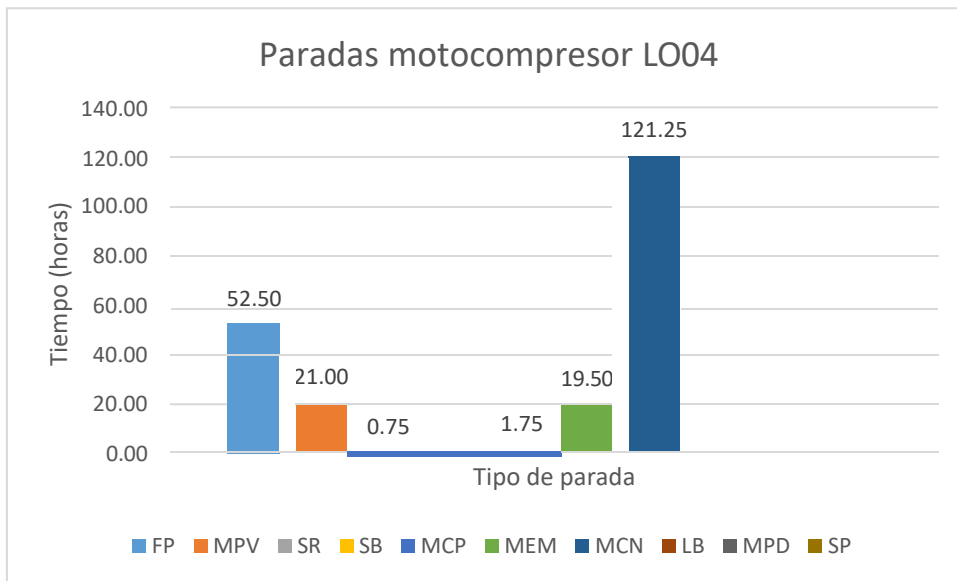


Figura 10. Paradas en el motocompresor LO04.

Se puede apreciar en la figura 10 que el mayor número de horas de parada (121.25) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.75) a medidas de seguridad.

En la figura 11 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO06.

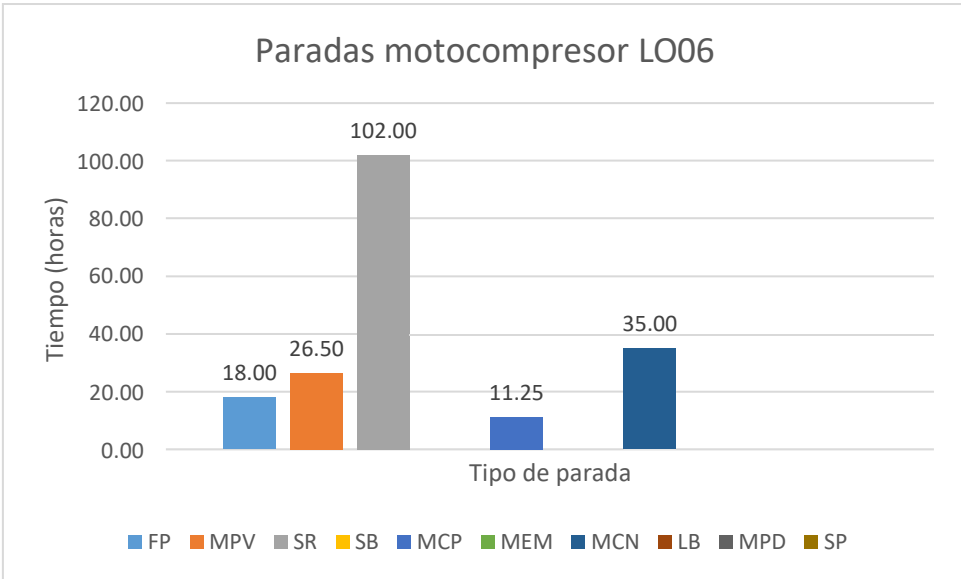


Figura 11. Paradas en el motocompresor LO06.

Se puede apreciar en la figura 11 que el mayor número de horas de parada (102.00) corresponde a medidas de seguridad y el menor número de horas de parada (11.25) a mantenimiento correctivo programado.

En la figura 12 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO07.

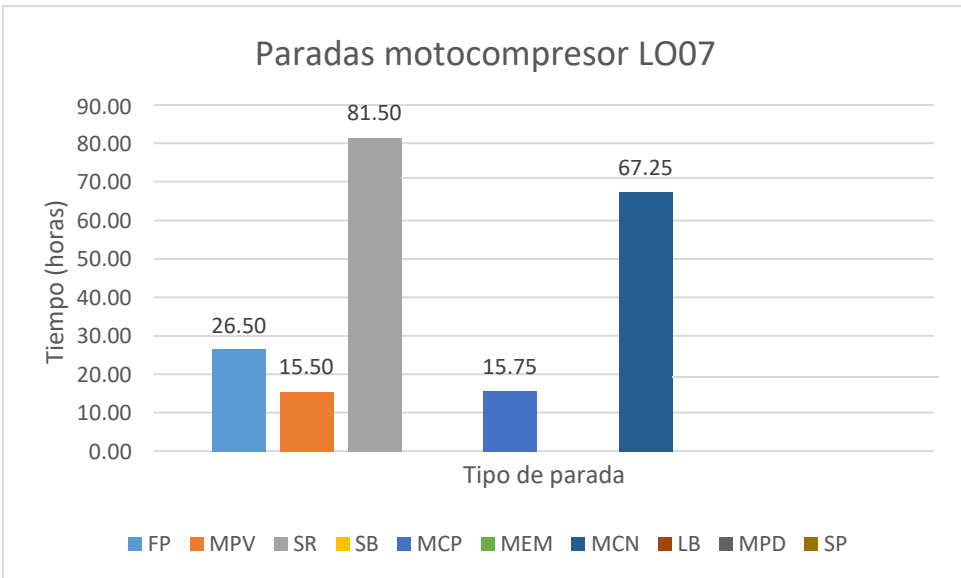


Figura 12. Paradas en el motocompresor LO07.

Se puede apreciar en la figura 12 que el mayor número de horas de parada (81.50) corresponde a medidas de seguridad y el menor número de horas de parada (15.50) a mantenimiento preventivo.

En la figura 13 se muestran las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor LO09.

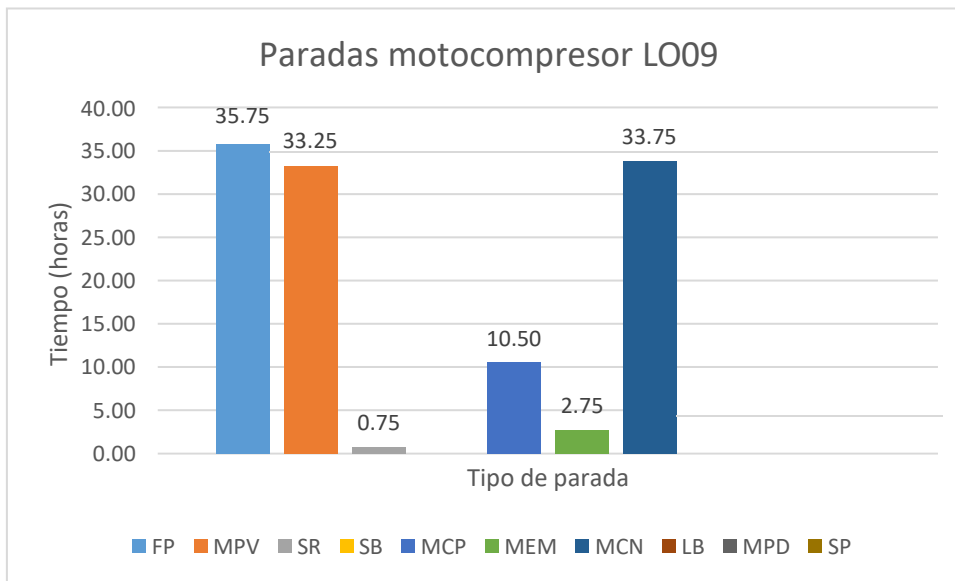


Figura 12. Paradas en el motocompresor LO09.

La figura 12 muestra que el mayor número de horas de parada (37.75) corresponde a facilidades de producción y el menor número de horas de parada (0.75) a medidas de seguridad.

En la figura 13 se grafica las horas de paradas y la causa que la origina en el motocompresor ZZ.

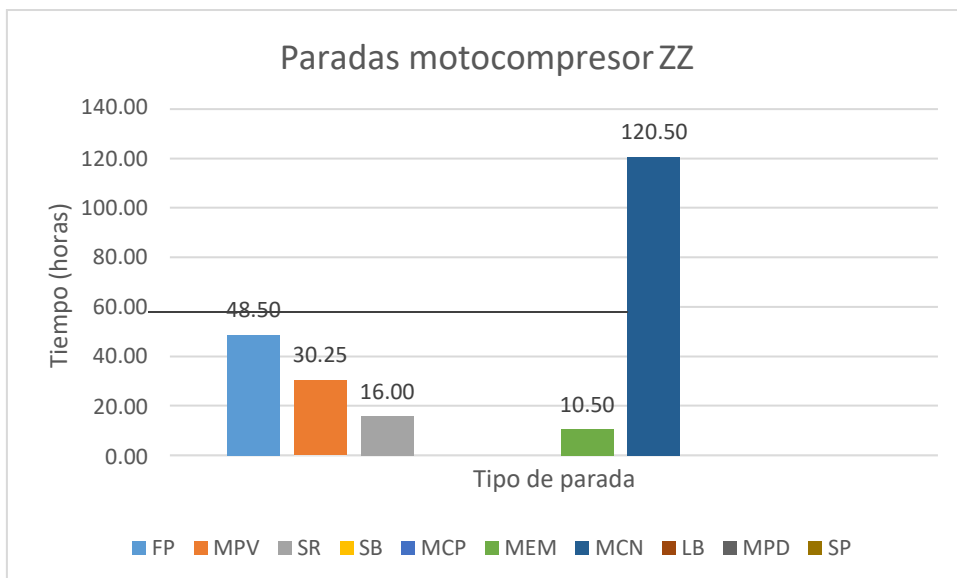


Figura 13. Paradas en el motocompresor ZZ.

La figura 13 muestra que el mayor número de horas de parada (120.50) corresponde mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.75) a mantenimiento correctivo de emergencia.

En la tabla 4 se muestra el número de mantenimientos realizados en cada motocompresor durante el periodo enero – octubre 2010.

Tabla 4. Total de mantenimientos de los motocompresores 2021

Mes/2021	Tareas correctivas no programadas	Tareas correctivas programadas	Tareas predictivas	Tareas preventivas	Total tareas mantenimiento
Enero	56	0	0	7	63
Febrero	49	0	0	3	52
Marzo	77	0	0	6	83
Abril	47	0	0	6	53
Mayo	49	3	0	5	57
Junio	43	3	0	10	56
Julio	41	1	0	2	44
Agosto	23	3	0	8	34
Setiembre	84	6	0	9	99
Octubre	54	8	1	6	69
Total	523	24	1	62	610
Total%	86%	4%	0%	10%	

El porcentaje de mantenimientos correctivos no programados abarca el 86% del total de mantenimientos.

La respuesta a la entrevista realizada al jefe del área de mantenimiento se muestra a continuación:

1. ¿Cuántos años de servicio tiene en la empresa? 11 años de servicio en generación y compresión a gas
2. ¿Cuál es el tipo de motocompresores que emplea la empresa? Compresores reciprocantes de doble efecto, marca Ingersoll rand; wortintong; Superior WH.
3. ¿Cuál es la funcionalidad de los motocompresores? Comprimir gas para ventas y sistema gas lift.
4. ¿Cuáles son las principales fallas que presentan los motocompresores? (a) Problemas de sistema de ignición, (b) Altas temperaturas de cilindros, válvulas de descarga de inter etapas, (c) Cambio de fajas de ventilador del sistema de refrigeración de radiador.
5. ¿Cuál es la causa raíz que generan las fallas? (a) Falta de overhaul (b) Repuestos reparados.
6. ¿Cada que tiempo se realiza mantenimiento a estos equipos? Semestral, trimestral y anual.
7. ¿Cuándo se produce una parada qué acciones se deben tomar? Evaluar si es por succión o problema Mecánico, según indicador de panel Murphy.
8. ¿Cuál es el costo promedio de una reparación? No registro, el material lo envía SAVIA.
9. ¿Cómo podría evitar o disminuir el número de fallas? Cumpliendo con los mantenimientos preventivos y stock mínimo de repuestos críticos.

10. ¿Porque no se ejecutan los preventivos? Por falta de disponibilidad de máquinas.
11. ¿Por qué el personal es reactivo ante la falla? Por falta de mantenimiento predictivos y planificación de correctivos programados.
12. ¿Las operaciones cuentan con equipo de stand by? Por tema de costos de mantenimiento.

Utilizando las respuestas a la entrevista realizada al personal del área de mantenimiento así como la revisión documental se elaboró el diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 14.

Las causas encontradas a través de los instrumentos de recojo de datos se muestran en el diagrama de Ishikawa de la figura 14, las cuales permitieron, a través de una lluvia de ideas, clasificarlas de acuerdo a su dificultad y se presentan en la Tabla 5, de distribución de frecuencias, para la elaboración del diagrama de Pareto (Figura 15)..

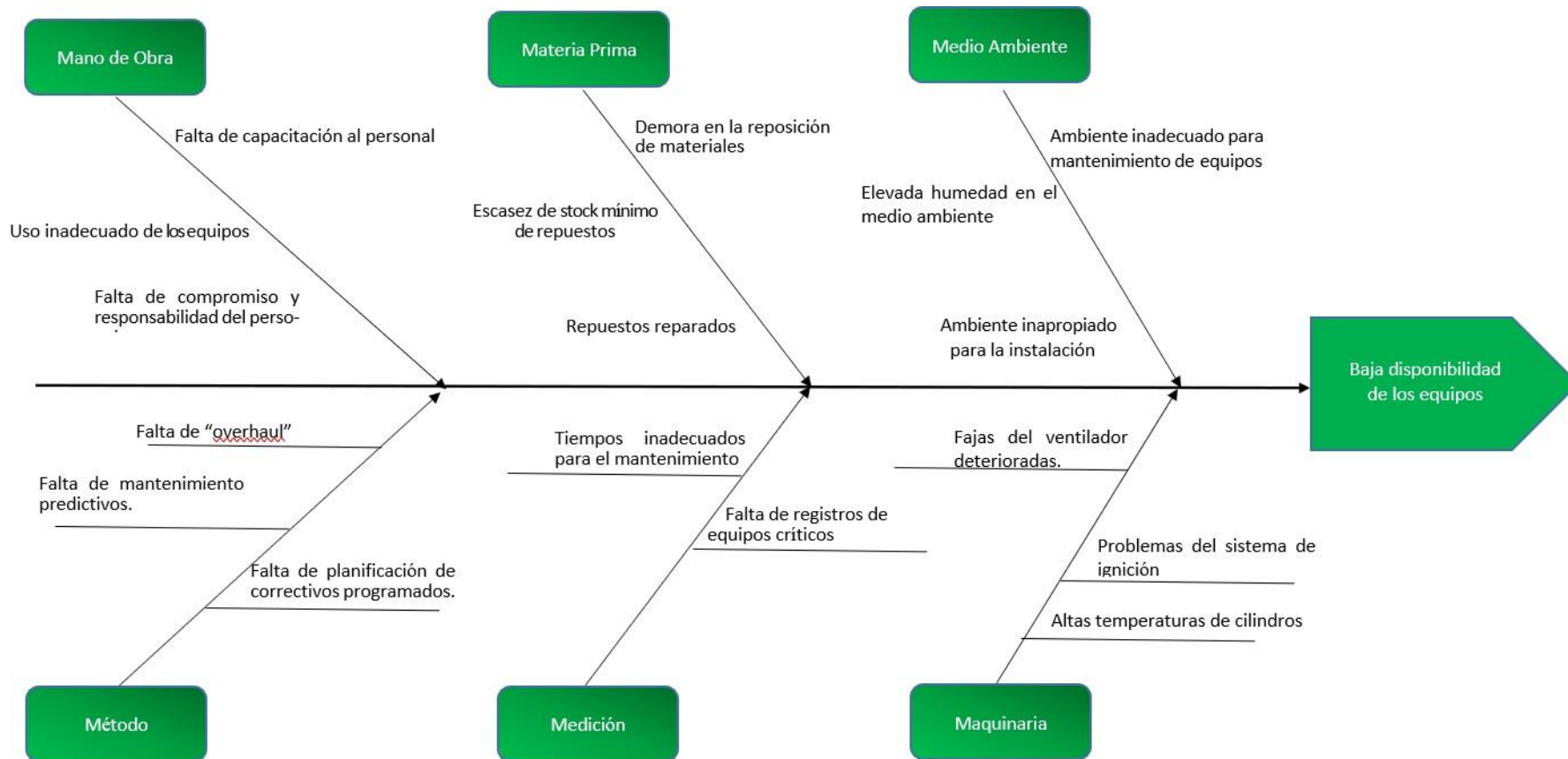


Figura 14. Diagrama de Ishikawa

Tabla 5. Distribución de frecuencias de las causas

N°	Causa	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Total	% Acumulado
A	Falta de "overhaul"	20	20	29.85%	29.85%
B	Falta de mantenimiento predictivos	15	35	22.39%	52.24%
C	Falta de planificación de correctivos programados.	13	48	19.40%	71.64%
D	Falta de compromiso y responsabilidad del personal.	3	51	4.48%	76.12%
E	Tiempos inadecuados para el mantenimiento	2	53	2.99%	79.10%
F	Falta de registros de equipos críticos	2	55	2.99%	82.09%
G	Demora en la reposición de materiales	2	57	2.99%	85.07%
H	Falta de registros de equipos críticos	2	59	2.99%	88.06%
I	Falta de compromiso y responsabilidad del personal	1	60	1.49%	89.55%
J	Fajas del ventilador deterioradas.	1	61	1.49%	91.04%
K	Problemas del sistema de ignición	1	62	1.49%	92.54%
L	Altas temperaturas de cilindros.	1	63	1.49%	94.03%
M	Elevada humedad en el medio ambiente	1	64	1.49%	95.52%
N	Ambiente inadecuado para mantenimiento de equipos.	1	65	1.49%	97.01%
O	Falta de capacitación al personal	1	66	1.49%	98.51%
P	Fajas de vehículos deterioradas	1	67	1.49%	100.00%
		67		100.00%	

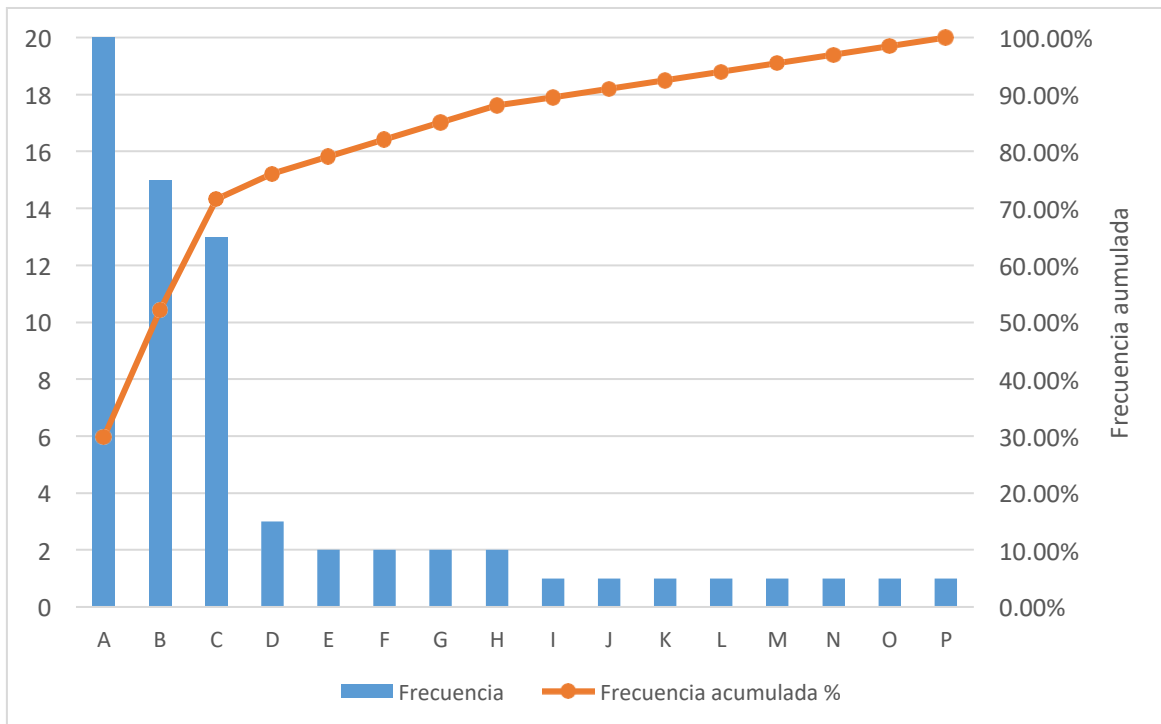


Figura 15. Diagrama de Pareto.

En la figura 15 se aprecia que las causas principales radican en las falta de mantenimiento así como la falta de compromiso y responsabilidad del personal.

Se identificaron las herramientas de la gestión de mantenimiento para solucionar la problemática identificada en el área de mantenimiento, considerando al autor Moubray (2004) identificando la teoría de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Con- fiabilidad siguiendo la norma SAE JA10112 (1999) para formular el proceso del MCC, identificando los puntos críticos.

El autor desarrolló y propuso la realización de 7 preguntas sobre el sistema que se desea mantener, tales pregunta son: (1) ¿cuáles son los parámetros de la función asociada al activo en su contexto operacional? (2) ¿de qué forma falla en la satisfacción y cumplimiento de sus funciones? (3) ¿Cuáles son las causas de las fallas que presenta en sus funciones? (4) ¿qué sucede cuando se presenta cada una de las fallas? (5) ¿de qué forma son importantes cada una de las fallas presentadas? (6) ¿qué medidas se pueden tomar para predecir y prevenir cada falla? (7) ¿qué medidas tomar si no se encuentra una operación proactiva adecuada? Este autor considera que cualquier proceso de la MCC debe responder las 07 preguntas,

además se deben responder en las secuencias determinadas según SAE JA1011 (1999). Las teorías consideradas en la presente investigación se encuentran señaladas en la Tabla 6.

Tabla 6: Herramientas de la gestión de mantenimiento consideradas para elaborar la Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Autor	Tema	Descripción
Moubray (2004)	Los parámetros y funciones de funcionamiento de los activos	Es el primer paso para realizar el MCC definiendo cada una de estas funciones sobre cada activo dentro de su contexto de operaciones, junto a los parámetros deseados para su funcionamiento.
	Enlistar las funciones	La mejor manera de definir los objetivos de su desempeño, es cuantificar cada una de las funciones de los activos, de esta manera se conocerá con exactitud lo que se quiere, garantizando que las actividades de mantenimiento se centren en las necesidades del usuario
	Los estados de fallas	Fallas funcionales ya que suceden durante el cumplimiento de la función del activo, ya que el activo no podría cumplir adecuadamente con sus funciones de manera aceptable.
	Falla total y parcial	Cubre la pérdida total de su función, además considera situaciones en que las que aún tiene funcionamiento, aunque este funcionamiento ocurra fuera de los límites aceptable
	Análisis de modos de falla y sus efectos	Los modos de fallas son los acontecimientos que pudo causar el estado de la falla, estos se deben enlistar y considerar las fallas origina-

Autor	Tema	Descripción
		das por el deterioro o el desgaste del uso normal, e incluir las fallas originadas por errores de diseño y errores humanos.

Fuente: elaboración propia

Se elaboró el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento considerando la teoría de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y al autor Moubray (2004), esta se encuentra determinada en el Anexo 4.

Finalmente se realizó el cálculo de la relación costo beneficio de llevarse a cabo la propuesta de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

Se realizó el cálculo del costo de la propuesta de este trabajo de investigación, identificando cada uno de los componentes a implementarse, y las medidas a tomarse en una empresa de hidrocarburos (zona lobitos off shore), Piura 2021. Para la elaboración del presupuesto se consideraron viables las actividades a realizarse y los ítems identificados en el Anexo 4 y en la Tabla 6, dando un costo total de 74880 dólares.

Tabla 6: Costos de la Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de la Propuesta de mantenimiento para mejorar la confiabilidad en una empresa de hidrocarburos

Descripción	Dirigido A:	Costo Unitario (\$)	Unidad	Sub Total
Gestion de Manejo de residuos solidos	IMC; Planer; Supervisor; HSEQ; Tecnicos	120	11	1320
Procedimiento de contingencia de derrames	IMC; Planer; Supervisor; HSEQ; Tecnicos	120	11	1320
Sensibilidad y Concientizacion Ambiental	IMC; Planer; Supervisor; HSEQ; Tecnicos	120	11	1320
Manejo de residuos Peligrosos	IMC; Planer; Supervisor; HSEQ; Tecnicos	120	11	1320
Calculo y analisis de indicadores basicos de mantenimiento: Confiabilidad; Disponibilidad y Mantenibilidad.	IMC; Planer; Supervisor	300	3	900
Mantenimiento predictivo nivel I. Vibraciones.	IMC; Planer; Supervisor; Tecnicos	250	11	2750
Evaluacion de costo total de ciclo de vida de los activos.	IMC; Paner	300	2	600
Winrok	Predictivo; Supervisor; Tecnico Especialista	250	4	1000
Termografia.	Predictivo; Supervisor; Tecnico Especialista	200	4	800

Descripción	Dirigido A:	Costo Unitario (\$)	Unidad	Sub Total
Análisis de riesgo y de fallas (API 581 / API579)	IMC; Planer; Supervisor; Tecnicos Especialista	250	11	2750
Mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC.	IMC; Planer; Supervisor	200	3	600
Análisis causa Raiz (ACR)	IMC; Planer; Supervisor; Tecnicos Especialista	300	4	1200
Alineamiento de Moto compresores.	Supervisor; Tecnicos	200	11	2200
Mantenimiento, inspeccion y reparacion Motores Wuakesha	Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	500	11	5500
Mantenimiento, inspeccion y reparacion Motores Superior.	Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	500	11	5500
Mantenimiento, inspeccion y reparacion Compresores.	Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	400	11	4400
Alineamiento de Poleas.	Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	150	11	1650
Tecnicas de lubricacion/ interpretacion de analisis de Muestreo de aceite	IMC; Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	200	12	2400
Mantenimiento y configuracion de PLC.	Instrumentacion; electricista	150	3	450
Mantenimiento y Operación básica de moto compresores.	Supervisor; Tecnicos; Instrumentacion	500	11	5500
Panel murphy instrumentacion.	Instrumentacion.	400	2	800
Analizador Winrok	Predictivo.	7000	1	7000
Alineador Laser	Supervisor; Mecanico.	6500	1	6500
Alineador de Poleas.	Supervisor; Mecanico.	4000	1	4000
Analizador de vibraciones.	Supervisor; Mecanico; Instrumentista.	1600	1	1600
Termografia.	Supervisor; Mecanico; Instrumentista.	2000	1	2000
Mecanico.	Tecnico.	750	3	2250
Mecanico especialista.	Tecnico.	875	2	1750
Instrumentista.	Tecnico.	750	3	2250
Instrumentista especialista.	Tecnico.	875	2	1750
Electricista.	Tecnico.	750	2	1500
TOTAL				74880

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Para dar respuesta al primer objetivo se determinó la situación actual del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos, mediante una revisión documental del Reporte de motocompresores en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2021 hasta el 28 de octubre del 2021. Entonces se tienen las siguientes determinaciones, por un lado se ha determinado que el mayor número de horas de parada (25.5) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (8.0) a facilidades de producción. Además también se determina que el mayor número de horas de parada (100.75) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (775.0) a espera de un repuesto. Se determinó que el mayor número de horas de parada (463.25) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (9.75) a mantenimiento correctivo programado. Se determinó que el mayor número de horas de parada (285.50) corresponde a standby y el menor número de horas de parada (2.00) a mantenimiento correctivo programado.

Se determinó así mismo que el mayor número de horas de parada (79.50) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (1.75) a facilidades de producción. Se determinó que el mayor número de horas de parada (51.50) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (14.00) a mantenimiento preventivo. Se determinó que el mayor número de horas de parada (47.25) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.50) a mantenimiento predictivo. Se determinó que el mayor número de horas de parada (217) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.50) a mantenimiento correctivo planificado. Se determinó que el mayor número de horas de parada (121.25) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.75) a medidas de seguridad.

Se determinó que el mayor número de horas de parada (102.00) corresponde a medidas de seguridad y el menor número de horas de parada (11.25) a mantenimiento correctivo programado. Se determinó que el mayor número de horas de parada (81.50) corresponde a medidas de seguridad y el menor número de horas de parada (15.50) a mantenimiento preventivo. Se determinó también que el mayor número de horas de parada (37.75) corresponde a facilidades de producción y el menor número de horas de parada (0.75) a medidas de seguridad. Se determinó que el mayor número de horas de parada (120.50) corresponde a mantenimiento correctivo no programado y el menor número de horas de parada (0.75) a mantenimiento correctivo de emergencia.

El porcentaje de mantenimientos correctivos no programados abarca el 86% del total de mantenimientos; estas determinaciones señaladas, son en su medida, similares a las de Velito (2019) quien desarrolló una investigación sobre gestión de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la disponibilidad de las carretillas, el autor también consideró una investigación de tipo aplicada, cuantitativa y diseño pre-experimental, con una población compuesta por los registros de paradas no programadas en 26 semanas. Finalmente obtuvo mediante esta recopilación de datos, que se dio una mejora en la disponibilidad de las carretillas, de una disponibilidad inicial de 79% a una final de 92%. Por otro lado Torres (2015) logró identificar que la disponibilidad de los equipos mejoró en un 4.6% luego de implementar un sistema de mantenimiento en la empresa CONGEMIN MINERA HORIZONTE, la población estuvo conformada por los cuatro equipos de perforación jumbos axera- 05.

La presente investigación junto a la de los autores mencionados, coinciden en que existe una problemática que se debe tratar, y al ser abordada mediante un plan de gestión de mantenimiento, se refleja en resultados positivos para la empresa, Antonio (2019) de igual manera desarrolló una investigación sobre gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de confitados en Industrias Alimentarias S.R.L. Para analizar los datos utilizó la prueba de T de Student y al

igual que los anteriores autores mencionados, logró un incremento de la disponibilidad de la maquinaria de confitados aumentó de 65% a 75%, comprobando así la importancia de realizar el presente trabajo.

Por otro lado para responder al objetivo tres, se consideró al autor Moubray (2004), quién abordó la investigación del MCC siguiendo la norma SAE JA10112 (1999) para formular el proceso del MCC, este autor desarrolló y propuso la realización de 7 preguntas sobre el sistema que se desea mantener, tales pregunta son: (1) ¿cuáles son los parámetros de la función asociada al activo en su contexto operacional? (2) ¿de qué forma falla en la satisfacción y cumplimiento de sus funciones? (3) ¿Cuáles son las causas de las fallas que presenta en sus funciones? (4) ¿qué sucede cuando se presenta cada una de las fallas? (5) ¿de qué forma son importantes cada una de las fallas presentadas? (6) ¿qué medidas se pueden tomar para predecir y prevenir cada falla? (7) ¿qué medidas tomar si no se encuentra una operación proactiva adecuada?. Este autor considera que cualquier proceso de la MCC debe responder las 07 preguntas, además se deben responder en las secuencias determinadas según SAE JA1011 (1999).

Los parámetros y funciones de funcionamiento de los activos, según Moubray (2004) es el primer paso para realizar el MCC definiendo cada una de estas funciones sobre cada activo dentro de su contexto de operaciones, junto a los parámetros deseados para su funcionamiento.

La Manera de enlistar las funciones, según el autor la mejor manera de definir los objetivos de su desempeño, es cuantificar cada una de las funciones de los activos, de esta manera se conocerá con exactitud lo que se quiere, garantizando que las actividades de mantenimiento se centren en las necesidades del usuario.

Por otra parte, el autor Moubray (2004) considera que los estados de fallas se conocen como fallas funcionales ya que suceden durante el cumplimiento de la función del activo, ya que el activo no podría cumplir adecuadamente con sus funciones de manera aceptable.

Por otro lado, la Falla total y parcial, cubre la pérdida total de su función, además considera situaciones en que las que aún tiene funcionamiento, aunque este funcionamiento ocurra fuera de los límites aceptable (Moubray, 2004, p.9).

Además, el autor considera el Análisis de modos de falla y sus efectos determinando que los modos de fallas son los acontecimientos que pudieron causar el estado de la falla, estos se deben enlistar y considerar las fallas originadas por el deterioro o el desgaste del uso normal, e incluir las fallas originadas por errores de diseño y errores humanos.

En el tercer resultado se elaboró el contenido de la propuesta de gestión de mantenimiento enfocándose en la funcionalidad del sistema e identificando las tareas de mantenimiento requeridas en función de los posibles efectos de los modos de falla, para así aumentar la confiabilidad operacional del mismo. En la figura 1 se relacionan los distintos tipos de confiabilidad que permiten lograr la confiabilidad operacional, además se identificaron las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, para los activos más importantes o críticos, apoyándose en el análisis funcional de éstos en su contexto operacional. Entre sus características se tiene: metodología basada en un proceso sistemático, actividades de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes al sistema, consideración de los posibles efectos que originarán los modos de fallo de estos activos, en cuanto a las operaciones, seguridad y ambiente, generación de estrategias efectivas, cumpliendo con los estándares requeridos de producción y maximizando la rentabilidad de los activos.

Esta propuesta se elabora con la ejecución del Árbol Lógico de Decisión (ALD), la cual es una herramienta que permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del MCC y las respuestas a las preguntas dos últimas preguntas de dicha metodología. El ALD permite formar una unión entre la información recolectada y analizada, además las tareas de mantenimiento que se seleccionen servirán para minimizar o evitar las consecuencias de las fallas funcionales. Es el paso mediante el cual se definirá la actividad adecuada para la consecuencia de cada modo de falla. La propuesta de Gestión de mantenimiento basado

en la confiabilidad es una respuesta a falencias en mantenimiento como lo hizo Tocto (2019) quién elaboró una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de la flota de motocicletas en una empresa financiera. Consideró una población al igual que la muestra la conformaron las 12 motocicletas operativas de la empresa, utilizó gráficos de barras para interpretar los resultados. Como resultado de la evaluación se encontró un porcentaje de la disponibilidad de 74% y con la aplicación de la propuesta se estimaría que está supere el 90%, de igual manera lo hicieron Rojas y Salazar (2019) elaboraron la gestión de mantenimiento en una empresa fabricante de plásticos. La población la conforman cuatro tipos de máquinas (extrusoras, termo formadoras, peletizadoras y molinos). La muestra estará constituida por la máquina extrusora considerándose como criterio de inclusión la de mayor número de paradas. Como técnica recolección de los datos se utilizó la observación directa y el análisis de documentos, empleó para el análisis y procesamiento de la una base de datos en Excel. Se logró aumentar el valor del indicador de disponibilidad por averías hasta 0.91%. Se redujo el número de fallas constantes en 72% del tiempo en horas.

Con el cuarto resultado se realizó el cálculo del costo de la propuesta de este trabajo de investigación, identificando cada uno de los componentes a implementarse, y las medidas a tomarse en una empresa de hidrocarburos (zona lobitos off shore), Piura 2021. Para la elaboración del presupuesto se consideraron viables las actividades a realizarse y los ítems identificados en el Anexo 5 y en la Tabla 6, dando un costo total de 74880 dólares, García (2018) elaboró una propuesta similar para mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa de producción de alimento balanceado, considerando una población y muestra de los distintos productos de las líneas (blanca, medicada, veterinaria). La problemática identificada contempló con tres problemas principales: ausencia de indicadores para medir la real capacidad de planta, procesos no estandarizados y el poco o nulo conocimiento del personal en los equipos y maquinarias con los que trabaja, y el beneficio económico del desarrollo de la propuesta produce un ahorro mensual de S/. 6,731.60 a partir de una inversión inicial de S/: 30,612.63, si bien es cierto se considera un costo mucho menor al determinado en este trabajo, las dimensiones de la inversión y facturación

de la empresa de producción de alimento balanceado es menor que la de este estudio. Para Cormilluni (2019) por otro lado realizó también una propuesta para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento del parque de maquinarias, vehículos y equipo de la empresa peruana Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. (ICCGSA) dedicada al rubro de la construcción. De la misma manera utilizó diagramas de barras y lineales para el análisis de los resultados, así como la hoja de decisiones, a diferencia de esta propuesta y la de García (2018), Cormilluni (2019) consideró la participación externa de entidades financiera por lo que consideró el valor TIR, tomando en cuenta los resultados, concluyó que el proyecto es rentable para la empresa, debido a que el TIR es mayor al 10 % del costo de oportunidad requerido.

VI. CONCLUSIONES

1. La situación actual del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos, en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2021 hasta el 28 de octubre del 2021, presenta el mayor número de horas de parada (25.5) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (8.0) a facilidades de producción, además se identificó que el mayor número de horas de parada (100.75) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (775.0) a espera de un repuesto.
2. El mayor número de horas de parada (463.25) corresponde a mantenimientos correctivos no programados y el menor número de horas de parada (9.75) a mantenimiento correctivo programado y el menor número de horas de parada (2.00) a mantenimiento correctivo programado.
3. El porcentaje de mantenimientos correctivos no programados abarca el 86% del total de mantenimientos, y la teoría del autor Moubray (2004), permite la elaboración de la propuesta de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad MCC.
4. Los costos de la Propuesta de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos, asciende los 74880 dólares.

VII. RECOMENDACIONES

Aplicar la propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC en la empresa de hidrocarburos, para reducir costos del mantenimiento y optimizar la confiabilidad de la maquinaria.

Mejorar y actualizar la propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC en la empresa de hidrocarburos periódicamente, para mantener datos confiables.

Desarrollar un control diario que permita determinar posibles cambios en el estado de confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos.

Realizar un programa de capacitación en mantenimiento de motocompresores al personal de mantenimiento en la empresa de hidrocarburos.

REFERENCIAS

AMÉNDOLA, Luis José. Modelos Mixtos de Confiabilidad. DATASTREAM. España: Valencia. 2002. Disponible en Web: <http://www.datastream.net/English/Default.aspx>

ARROW Engine Company. ARROW Manufactured Replacements parts for AJAX engines. Trimas Company. USA: Tulsa, OK. 2005. Disponible en Web: <http://www.arrowengine.com/Literature/Ajax.php>

LUFKIN Oilfield Products Group. General Catalogue. LUFKIN. USA: Texas. 2004. Disponible en Web: <http://www.lufkintrailer.net/oilfield/information.php>

MONTGOMERY, Douglas; RUNGER, George. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería. 2ª edición. Limusa Wiley. Grupo Noriega Editores. México D.F. 2002

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. RCM II. Traducción por Ellman Suerios y Asociados. Buenos Aires, Argentina – Madrid, España. Edición en español. USA: Lillington, North Carolina. 2004

OLIVEIRA, Ricardo. Glosario Técnico: Manutenção e Engenharia Industrial. PUC Minas Gerais. DATASTREAM. Brasil. 2003. Disponible en Web: <http://www.datastream.net/English/Default.aspx>

PASCUAL, Rodrigo. Curso Mantenición de Maquinaria, ME57A. Universidad de Chile, Dpto. Ingeniería Mecánica. Chile: Santiago. 2002.

Apunte Gestión Moderna del Mantenimiento. Versión 2.0. Disponible en Web: http://grupos.emagister.com/documento/manual_del_ingeniero_de_mantenimiento/1044-40586

PATRAKHALTSEV, Nicolai. Toxicidad de los Motores de Combustión Interna. Lira, Guillermo (rev.); Lastra, Luis (trad.); Becerra Elizabeth (ed.). Instituto de Motores de Combustión Interna. UNI. Perú: Lima. 1993.

PAZ, Arias. Arias Paz Manual de Automóviles 56ª edición. Dossat Cie de Inversiones Editoriales. España: Madrid. 2006.

REYES, Luis; OCAMPO, José. Ingeniería de Mantenimiento. Teoría y Problemas Resueltos. Primera edición. Salvador Editores. Perú: Lima. 1996.

TAVARES, Lourival. Administración Moderna del Mantenimiento. DATASTREAM. Brasil. 2000. Disponible en Web: <http://www.datastream.net/English/Default.aspx>

TORRES, Leandro Daniel. Mantenimiento Implementación y Gestión. Segunda edición. Universitas. Argentina: Córdoba. 2005.

RELIASOFT. Probability Plotting Paper for Weibull [en línea]. ReliaSoft Corporation. Copyright © 1992 – 2009. Disponible en Web: http://www.reliasoft.com/pubs/paper_weibull.pdf

[Santiago GarcíA Garrido](#) · [Diaz De Santos](#), Organizacion y Gestion Integral de Mantenimiento, Isbn 8479785489

LOURIVAL TAVARES.

1999 Administración Moderna de Mantenimiento Río de Janeiro: Novo Polo Publicacoes.

JHON MOUBRAY

Mantenimiento centrado en la confiabilidad Versión en Español 2004 ISBN: 09539603-2-3

TORRES, Leandro. [TORRES] 2005 Mantenimiento: su implementación y gestión.
2.a edición. Córdoba: Universitas.

Ing. MC José Sobrino Zimmermann, 10 ma Diplomatura de Estudio en Mantenimiento y Confiabilidad, Cursos de Especialización 2021-I

Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural / recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224:2016)

Arenas, J. V. (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.

Chacín, J. A. G. (2007). Modelo De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para Las Vibrocompactadoras De Ánodos Verdes. Universidad Simon Bolivar. Retrieved from <http://159.90.80.55/tesis/000137480.pdf>

Chang Nieto, E. (2008). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio. Retrieved from <http://upc.openrepository.com/upc/handle/10757/273470>

Cristancho, P. J. U. (2014). Propuesta de mejoramiento de gestion de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyecto en la empresa petrosantander Colombia (INC). Universidad Industrial de Santander.

García Garrido, S. (2009). Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. 2009. Retrieved from <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

García Monsalve, G. L. (2006). Introducción a la teoría de la confiabilidad y su aplicación en el diseño y mantenimiento de equipos industriales de tTn proceso de renov acción. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/12051/1/71657724.2006.pdf>

Gonzalez, R. (2006). Diseño Estrategia Operacion Centrada En Confiabilidad Para Minera Spence S.a. Universidad de Chile. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl>

Jair, V. D. E. (2016). Propuesta de disseno de un sistema de gestionde mantenimiento para una empresa de servicios de elevacion de Lima. Universidad Peruana de Ciencias

Aplicadas. Retrieved from http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/324418/1/donayre_ve.pdf

Mantenimiento, T. P. M., & Productivo, T. (2012). TPM Mantenimiento Total Productivo y Estrategia de las 5S 4.0. Universitas Stuttgart, 173–219. 75

DÍAZ, Carlos., et al. EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. Interciencia [online]. 2020, vol. 45, no. 3, s. 158-163. ISSN 03781844.

Anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala
Gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad	Esparza (2015) considera que es una metodología que consiste en analizar las funciones de los activos, identificar las posibles fallas, el estudio de su efecto, análisis de sus consecuencias y a partir de allí centrar los esfuerzos en la confiabilidad operacional integrando equipos, personal y procesos.	Análisis de Modo y Efecto de Fallas	Efecto de Falla	Función (F) Falla Funcional (FF) Modo de Falla (FM)	Nominal
		Nivel de Prioridad de Riesgo	NPR= S.O.D	Seguridad (S) Ocurrencia (O) Disposición (D)	Razón
Confiabilidad	Cruzado y Francisco (2016) considera que es el objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un equipo y/o máquina que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.	Tiempo promedio entre fallas	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número total de fallas}}$	MTBF	Razón
		Tiempo promedio de reparación	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Número total de paradas}}$	MTTR	Razón
			$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Disponibilidad	Razón



Guía de entrevista

Objetivo de la entrevista: Conocer desde el punto de vista del encargado del área de mantenimiento fortalezas, falencias y oportunidades de mejora en el área.

Fecha de aplicación:

Fecha de aplicación:

Preguntas

1. ¿Cuántos años de servicio tiene en la empresa?

.....
.....
.....

2. ¿Cuál es el tipo de motocompresores que emplea la empresa?

.....
.....
.....

3. ¿Cuál es la funcionalidad de los motocompresores?

.....
.....
.....

4. ¿Cuáles son las principales fallas que presentan los motocompresores?

.....
.....
.....

5. ¿Cuál es la causa raíz que generan las fallas?

.....
.....
.....
6. ¿Cada que tiempo se realiza mantenimiento a estos equipos?

.....
.....
.....
7. ¿Cuándo se produce una parada qué acciones se deben tomar?

.....
.....
.....
8. ¿Cuál es el costo promedio de una reparación?

.....
.....
.....
¿Cómo podría evitar o disminuir el número de fallas?

Ficha de análisis documental para recolectar las horas de parada por motocompresor: enero – octubre 2021

Compresor	Tipo de parada										Horas de parada
	FP	MPV	SR	SB	MCP	MEM	MCN	LB	MPD	SP	
CC-1	8.00	18.50	0.00	0.00	9.75	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00	61.75
LO10	24.75	29.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.75	10.00	0.00	7.75	172.75
LO13-1	50.75	25.00	0.00	0.00	9.75	0.00	463.25	2.25	0.00	0.00	551.00
LO13-2	85.00	48.50	1.25	285.50	2.00	7.50	125.75	0.00	0.00	0.00	555.50
LO14	1.75	42.25	0.50	0.00	18.75	0.00	79.50	0.00	0.00	0.00	142.75
LO16	30.00	14.00	0.00	0.00	0.00	33.00	51.50	0.00	0.00	0.00	128.50
LO18	25.50	27.25	0.00	0.00	0.00	0.00	47.25	0.00	0.50	0.00	100.50
LO03	21.25	19.25	3.25	0.00	0.50	14.75	217.00	0.00	0.00	0.00	276.00
LO04	52.50	21.00	0.75	0.00	1.75	19.50	121.25	0.00	0.00	0.00	216.75
LO06	18.00	26.50	102.00	0.00	11.25	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00	192.75
LO07	26.50	15.50	81.50	0.00	15.75	0.00	67.25	0.00	0.00	0.00	206.50
LO09	35.75	33.25	0.75	0.00	10.50	2.75	33.75	0.00	0.00	0.00	116.75
ZZ	48.50	30.25	16.00	0.00	0.00	10.50	120.50	0.00	0.00	0.00	225.75

Códigos

Código	Causas de la parada	Código	Mtto correctivo programado
FP	Facilidades de producción	MCP	Mtto correctivo de emergencia
MPV	Mtto preventivo	MEM	Mtto correctivo no programado
SR	Medidas de seguridad	MCN	Espera de Embarcación
SB	Stanby	LB	Stanby
MPD	Mantenimiento predictivo	SP	Espera de repuesto

Hoja de Información del MCC

Hoja de información MMC	Equipo	Realizado por:	Fecha:	Hoja N°
	Motocompresor			1
		Revisado por:		de
				1
Componente (C)	Función (F)	Modo de falla (FF)	Efecto de Falla (EF)	Causas del Fallo (FM)
1. Pistón				
2. Culata				
3. Cigüeñal				
4. Cruceta				
5. Rodamientos				

Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Víctor Gerardo Ruidías Alamo, con DNI N° 02606042, Magister en Ciencias de la Educación, de profesión Ingeniero Industrial, desempeñándome actualmente como Docente Universitario en PFA en la Universidad César Vallejo- Filial Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Entrevista al jefe de mantenimiento, Ficha de análisis documental, Hoja de Información del MCC y Hoja de decisión del MCC, no encontrando dificultades en la aplicación de la misma.

Entrevista al jefe de mantenimiento	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6.Intencionalidad			X		
7.Consistencia			X		
8.Coherencia			X		
9 -Metodología			X		
Ficha de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3 -Actualidad			X		
4. Organización			X		
5.Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Hoja de Información del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		
Hoja de decisión del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	BUENO	EXCELENTE
I. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del

mes de noviembre del dos mil veintidós.

Mgr.	:	Víctor Gerardo Ruidías Alamo
DNI	:	02606042
Especialidad	:	Ingeniero Industrial
E-mail		geradoruidiasalamo@gmail.com



Víctor Gerardo Ruidías Alamo
Ingeniero Industrial
Registro CIP N° 95268



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gerardo Sosa Panta con DNI N° 03591940 Magister en Docencia Universitaria, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Entrevista al jefe de mantenimiento, Ficha de análisis documental, Hoja de Información del MCC y Hoja de decisión del MCC.

Entrevista al jefe de mantenimiento	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Ficha de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Hoja de Información del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Hoja de decisión del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 19 días del mes de noviembre del dos mil veintidós.



Mg. Gerardo Sosa Panta
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. 67114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta
 DNI : 03591940
 Especialidad: Ingeniero Industrial
 E-mail : gerardodolar@gmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Severin Augusto Fahsbender Cespedes con DNI N° 02644838 Magister en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial, de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como Docente de Universidad Cesar Vallejo (UCV) en el Programa de Formacion para Adultos (PFA)

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos: Entrevista al jefe de mantenimiento, Ficha de análisis documental, Hoja de Información del MCC y Hoja de decisión del MCC.

Entrevista al jefe de mantenimiento	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad					X
3. Actualidad				X	
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

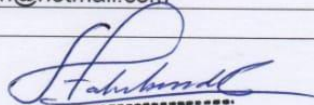
cha de análisis documental	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Hoja de Información del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia				X	
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

Hoja de decisión del MCC	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia				X	
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 25 días del mes de noviembre del dos mil veintiuno.

Mgtr. :	Severin Augusto Fahsbender Cespedes
DNI :	02644838
Especialidad :	Ing. Industrial
E-mail :	sfahsben@hotmail.com


 Ing. Severin Fahsbender Cespedes
 CIP N° 32530

Anexo 4. Propuesta de Gestión de mantenimiento

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de gestión de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de los motocompresores en una empresa de hidrocarburos de la ciudad de Piura.

1.2. Objetivos específicos

Identificar los equipos críticos

Elaborar un Plan de mantenimiento para los motocompresores en una empresa de hidrocarburos

2. Alcance

Personal del área de mantenimiento de la empresa de hidrocarburos

3. Aspectos teóricos

3.1. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)

El MCC es una metodología que permite determinar sistemáticamente, en el área de trabajo, todas las necesidades de mantenimiento de un sistema de activos, teniendo en cuenta la criticidad de ellos dentro del contexto. operacional, enfocándose en la funcionalidad del sistema e identificando las tareas de mantenimiento requeridas en función de los posibles efectos de los modos de falla, para así aumentar la confiabilidad operacional del mismo. En la figura 1 se relacionan los distintos tipos de confiabilidad que permiten lograr la confiabilidad operacional.

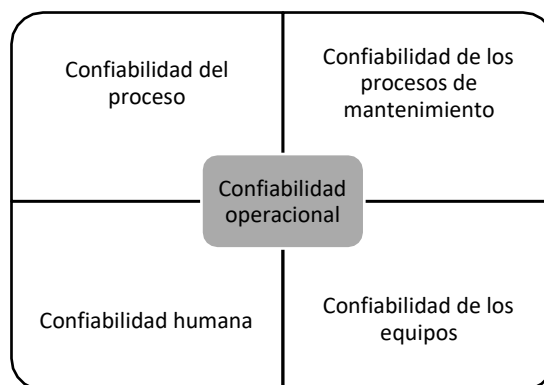


Figura 1. Sistema de confiabilidad operacional

El MCC identifica las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias, para los activos más importantes o críticos, apoyándose en el análisis funcional de éstos en su contexto operacional. Su éxito depende del esfuerzo desarrollado por el equipo natural de trabajo (ENT), en generar un sistema de gestión de mantenimiento flexible que se adapte a las necesidades reales de la organización y que tome en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y el costo- beneficio.

El ENT, es un conjunto de personas de diferentes funciones dentro de la organización que trabajan juntas por un período de tiempo determinado, para analizar problemas comunes de los departamentos, apuntando al logro de un objetivo común.

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad es entonces, un proceso de gestión de mantenimiento donde un equipo natural de trabajo optimiza la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas. Entre sus características se tiene:

- Metodología basada en un proceso sistemático.
- Actividades de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes al sistema.
- Consideración de los posibles efectos que originarán los modos de fallo de estos activos, en cuanto a las operaciones, seguridad y ambiente.
- Generación de estrategias efectivas, cumpliendo con los estándares requeridos de producción y maximizando la rentabilidad de los activos.

El MCC utiliza siete preguntas clave que, mediante su análisis, intenta identificar las necesidades reales del mantenimiento. Las preguntas se presentan a continuación: (1) ¿Cuál es la función del activo?, (2) ¿De qué manera puede fallar?, (3) ¿Qué origina la falla?, (4) ¿Qué pasa cuándo falla?, (5) ¿Importa si falla?, (6) ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?, (7) ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla?

Para garantizar el éxito del MCC, es importante responder cada una de las siete preguntas y la mejor manera de darle la respuesta verdadera a cada una, es siguiendo cada una de las etapas del MCC que son:

- Definir el contexto operacional
- Definir las funciones de los activos
- Determinar las fallas funcionales
- Identificar los modos de falla
- Determinar los efectos de falla

Es importante resaltar que las primeras cinco preguntas claves del MCC se les dará respuesta con la aplicación del AMEF, dos últimas preguntas serán respondidas con la ejecución del Árbol Lógico de Decisión (ALD).

El ALD es una herramienta que permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del MCC y las respuestas a las preguntas dos últimas preguntas de dicha metodología.

El ALD permite formar una unión entre la información recolectada y analizada, además las tareas de mantenimiento que se seleccionen servirán para minimizar o evitar las consecuencias de las fallas funcionales. Es el paso mediante el cual se definirá la actividad adecuada para la consecuencia de cada modo de falla.

En la Figura 2 se muestra el esquema de la estructura base para elaborar el Árbol Lógico de Decisión, donde se observan según su naturaleza, cuáles deben ser las tareas de mantenimiento a realizar, si son de carácter preventivo, correctivo o si ameritan un rediseño del sistema para reducir o eliminar los modos de fallas del equipo en estudio.

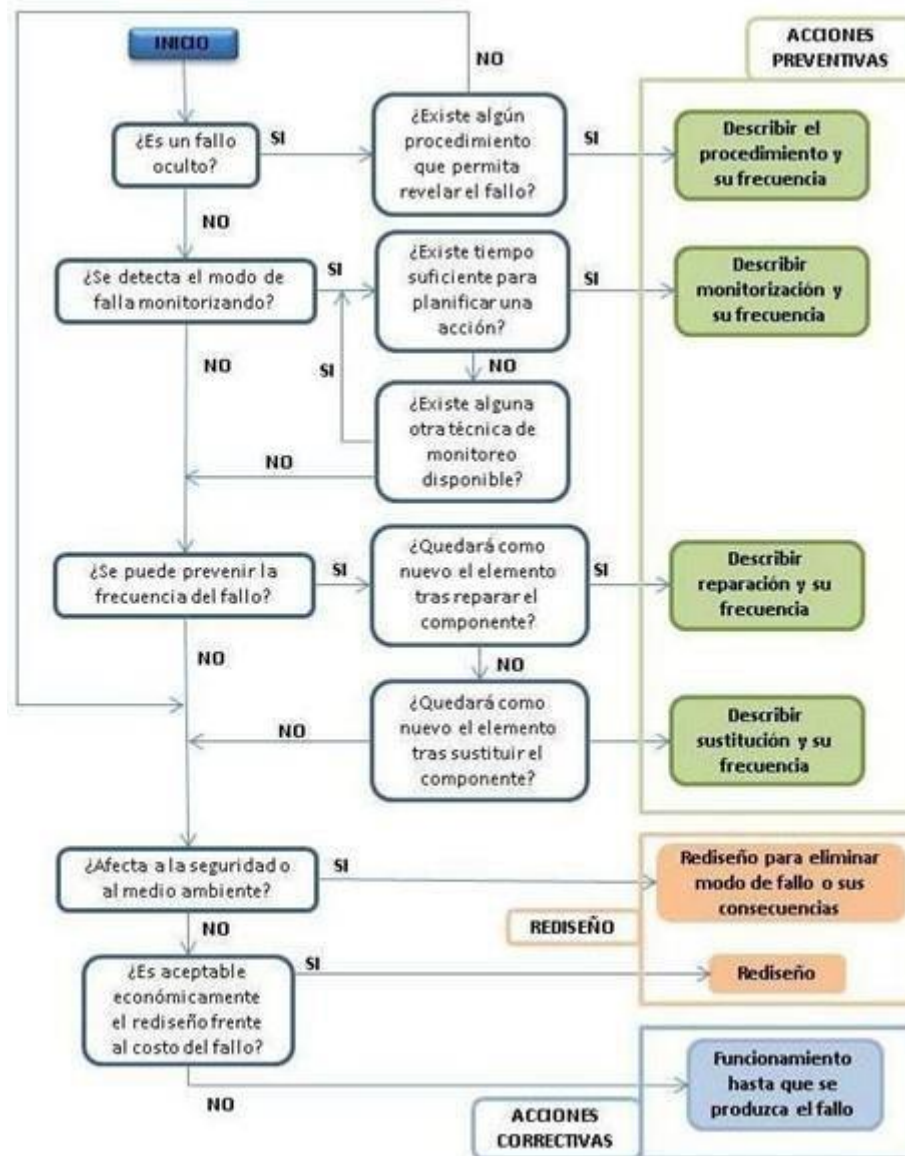


Figura 2. Árbol Lógico de Decisión. (ALD).

El Análisis de Criticidad, es un procedimiento que se realiza para jerarquizar instalaciones, sistemas, equipos y/o componentes, en función de su impacto global, con la finalidad de optimizar los recursos, económicos, humanos y técnicos. La definición de “criticidad” dependerá del objetivo con el que se esté tratando de jerarquizar.

Es un análisis que se basa en la evaluación de cinco factores fundamentales, frecuencia de falla, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento e impacto en seguridad ambiente e higiene; sin embargo, dependiendo de

la profundidad a la que se desee llegar, puede evaluarse criticidad por tiempo promedio fuera de servicio, productividad, entre otros.

Estos factores son desglosados en las diferentes posibilidades de ocurrencia y son ponderados de acuerdo al grado de importancia que se le dé para el análisis. Cada equipo o componente a analizar, debe ser evaluado con el grupo natural de trabajo o la participación de las distintas personas relacionadas al contexto operacional. Una vez evaluados en consenso, se realiza la totalización de cada componente y se obtiene el valor global de criticidad que será comparado con la matriz de criticidad propuesta por el equipo de trabajo.

Tabla 7. Factores para el análisis de criticidad

Frecuencia de Fallas (FF)	Alta	más de 10 fallas por año	4
	Promedio	4-9 fallas/año	3
	Baja	1-3 fallas/año	2
	Excelente	menos de 1 fallas/año	1
Costos de Mantenimiento (CM)	Costo significativo		2
	Costo no significativo		1
Impacto Operacional (IO)	Parada inmediata de toda la planta		10
	Parada inmediata de sector de la línea de producción.		6
	Impacta niveles de producción o calidad		4
	Afecta en costos adicionales asociados a disponibilidad del equipo		2
	No genera efectos significativos		1
Flexibilidad Operacional (FO)	No existe opción de producción y no existe función de respaldo		4
	Existe opción de respaldo compartido.		2
	Existe opción de respaldo disponible		1
Impacto en Seguridad Ambiente e Higiene (IHSEQ)	Afecta la seguridad humana		8
	Daña o afecta el ambiente		6
	Afecta las instalaciones causando daños severos		4

	Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
	Provoca impacto ambiental que no viola normas ambientales	1
	No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambiente	0

En la Tabla 7 se pueden observar todos los parámetros que se deben tomar en cuenta para realizar un análisis de criticidad de manera efectiva. Es importante destacar que cada uno de estos ayudó a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos en los sistemas de producción, dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.

Para el cálculo de la criticidad se deben tomar en cuenta las siguientes expresiones:

$$Criticidad = FF * C + Costo * Impacto en SHA$$

La tabla del factor de riesgo es una combinación de la probabilidad de las fallas y los efectos de fallas, esta indica el nivel de criticidad, que dependiendo de su valor determinará si es una falla crítica, semicrítica o no crítica en los extrusores de la Línea Seis. A continuación, en la tabla siguiente se identifican los parámetros a tomar en consideración. Los parámetros para definir la Criticidad de un Equipo se muestran en la Tabla 8

Tabla 8. Parámetros para definir la Criticidad de un equipo

Critico	Semi-Crítico	No crítico
$C \geq 90$	$40 \leq C < 90$	$C < 40$

El AMEF constituye la herramienta principal de la metodología MCC. Es un método sistemático que permite identificar los problemas antes de que estos ocurran y puedan impactar en los procesos y productos de un área determinada. El objetivo fundamental del AMEF es encontrar los modos de fallas, lo que permitirá prevenir las consecuencias producto de las mismas, a partir de la selección adecuada de

las actividades de mantenimiento, las cuales actuarán sobre cada modo de falla y sus consecuencias.

Una vez identificados los elementos del AMEF, es necesario saber los pasos que se deben llevar a cabo para su ejecución, es decir el orden lógico de sus operaciones, para explicarlo se presenta la Figura 5, la cual muestra el flujograma de implementación del mismo, por medio del cual se observa de manera detallada cada uno de los procedimientos que se deben realizar para su ejecución.

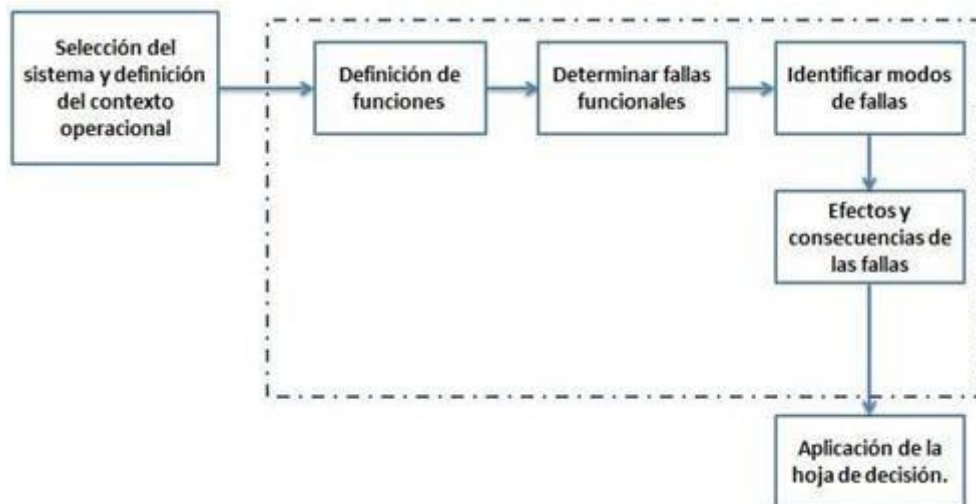


Figura 3. Flujograma de Implementación del AMEF.

4. Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)

Para el cálculo de las Consecuencias de las Fallas en los motocompresores se utiliza la Tabla 9.

Tabla 9. Consecuencia de las Fallas en los compresores de gas

Componente	Frecuencia de falla (FF)	Impacto operacional (IO)	Flexibilidad operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Impacto IHSEQ	Consecuencia C = IO.FO+CM.IHSEQ
Pistón motor L7042	1	2	2	2	4	12
Culata L7042	2	2	2	2	2	8
Cigüeñal	1	4	4	2	4	24
Valvulas de compresor	4	4	1	1	0	4
Camisas de Piston L7042	1	2	2	2	4	12
Bujias convencional	4	4	2	2	1	10
Bujias Blindadas	4	4	2	2	1	10
Bomba de agua Principal	2	6	2	2	1	14

Bomba de agua Auxiliar.	2	6	2	2	1	14
Magneto L7042	3	4	2	2	1	10
Cables secundarios de ignición	3	1	1	1	1	2
Bombin de lubricación	3	1	1	2	1	3
Fajas de transmisión	4	4	1	1	1	5
Filtros de aire	1	1	1	1	1	2
Empaque de culata	2	4	2	2	1	10
Piston 20.5"	1	2	2	2	4	12
Bobinas	2	1	1	1	1	2
Cruceta	2	2	2	2	2	8
Diafragma	2	1	1	1	1	2
Filtro de aceite	2	1	1	1	1	2

Con la información anterior se construye la matriz de criticidad de los motocompresores.

Tabla 10. Matriz de criticidad

Componente	Frecuencia de falla (FF)	Consecuencia (C)	Criticidad	Estado
			(FF x C)	
Pistón motor L7042	1	12	12	NC
Culata L7042	2	8	16	NC
Cigüeñal	1	24	24	NC
Valvulas de compresor	4	4	16	MC
Camisas de Piston L7042	1	12	12	NC
Bujias convencional	4	10	40	MC
Bujias Blindadas	4	10	40	MC
Bomba de agua Princ.	2	14	28	NC
Bomba de agua Auxiliar.	2	14	28	NC
Magneto L7042	3	10	30	MC
Cables secundarios de ignicion	3	2	6	MC
Bombin de lubricacion	3	3	9	MC
Fajas de transmision	4	5	20	MC

Filtros de aire	1	2	2	NC
Empaque de culata	2	10	20	NC
Piston 20.5"	1	12	12	NC
Bobinas	2	2	4	NC
Cruceta	2	8	16	NC
Diafragma	2	2	4	NC
Filtro de aceite	2	2	4	NC

Tabla 11. Porcentaje de Criticidad Acumulado

Componente	Criticidad	Criticidad Acumulada	Porcentaje Acumulado	80%
Filtros de aire	2	2	0.58%	
Bobinas	4	6	1.75%	
Diafragma	4	10	2.92%	
Filtro de aceite	4	14	4.08%	
Cables secundarios de ignicion	6	20	5.83%	
Bombin de lubricacion	9	29	8.45%	
Pistón motor L7042	12	41	11.95%	
Camisas de Piston L7042	12	53	15.45%	
Piston 20.5"	12	65	18.95%	

Componente	Criticidad	Criticidad Acumulada	Porcentaje Acumulado	80%
Culata L7042	16	81	23.62%	
Valvulas de compresor	16	97	28.28%	
Cruceta	16	113	32.94%	
Fajas de transmision	20	133	38.78%	
Empaque de culata	20	153	44.61%	
Cigüeñal	24	177	51.60%	
Bomba de agua Princ.	28	205	59.77%	
Bomba de agua Auxiliar.	28	233	67.93%	
Magneto L7042	30	263	76.68%	
Bujias convencional	40	303	88.34%	
Bujias Blindadas	40	343	100.00%	
	343			

Tabla 12. Programa de mantenimiento para los compresores de gas

ITEM	Programa de Mantenimiento	Equipo	Realizado por:	Hoja
		COMPRESOR	Revisado por:	
	ACTIVIDAD	A REALIZAR POR	FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO
DESCRIPCION DE TAREAS DEL MOTOR				
1	TEMPERATURAS DE CULATAS (200°F MAX.)	Mecanico	3	T2
2	LECTURAS DE COMPRESIÓN	Mecanico	3y6	T2 - T3
3	MUESTRA DE ACEITE ANTES DEL CAMBIO DE ACEITE	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
4	BUJIAS	Instrumentista	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
5	CAJA RECEPTORA DE AIRE	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
6	FILTRO DE AIRE	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
7	MALLA METÁLICA DE ACEITE	Mecanico	3y6	T2 - T3
8	FILTRO DE ACEITE	Mecanico	3y6	T2 - T3
9	ACEITE	Mecanico	3y6	T2 - T3
10	TEMPLADOR DE FAJAS	Mecanico	3	T2
11	CHUMACERAS Y PUNTOS DE ENGRASE	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
12	ALARMA DE VOZ Y AUDIBLE	Instrumentista	3	T2
13	NIVEL DE ACEITE, AGUA Y VIBRASWITCH	Instrumentista	3	T2
14	ÁREA CIRCUNDANTE DEL MOTOR	Mecanico	3	T2
15	FAJAS DE MOTOR VENTILADOR Y ALTERNADOR	Mecanico	6	T3
16	CABLEADO DE IGNICIÓN	Instrumentista	6	T3
17	LECTURAS DE OHMIAJE A BOBINAS	Instrumentista	6	T3

ITEM	Programa de Mantenimiento	Equipo	Realizado por:	Hoja
		COMPRESOR		
			Revisado por:	
ACTIVIDAD	A REALIZAR POR	FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	
18	MOVIMIENTO MANUEL ASEGURAR MOVIMIENTO DE PIEZAS	Mecanico	3y6	T2 - T3
19	RADIADOR, ESTRUCTURA, PROTECTOR Y VENTILADOR	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
20	INTERCAMBIADORES DE CALOR, ACEITE Y AGUA	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
21	DIAFRAGMA DE CARBURADOR	Mecanico	6	T3
22	REGULADORES DE GAS COMBUSTIBLE (FISHER)	Instrumentista	6 y 12	T3 - T4
23	FILTROS DE GAS COMBUSTIBLE	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
24	VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
25	FUGAS POR LOS RETENES DE GOVERNADOR	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
26	VARILLAS DEL GOVERNADOR	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
27	JUEGO AXIAL DEL CIGÜEÑAL Y AXIAL DE BIELAS	Mecanico	6	T3
28	CONTRAGOLPE DE BOMBA DE ACEITE DE EJES DE LEVAS	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
29	SISTEMA DE SEGURIDAD Y VALVULA DE CORTE	Mecanico	6 y 12	T3 -T4
30	RODAJES	Mecanico	6	T3
31	PERNOS DE ANCLAJE	Mecanico	6	T3
32	DEPURADOR DEL CARTER	Mecanico	12	T4
33	ENFRIADOR DE ACEITE	Mecanico	12	T4
34	BOMBA PRINCIPAL DE AGUA	Mecanico	12	T4
35	BOMBA AUXILIAR DE AGUA	Mecanico	12	T4
36	ALINEAMIENTO DE EJE DE VENTILADOR	Mecanico	12	T4

ITEM	Programa de Mantenimiento	Equipo	Realizado por:	Hoja
		COMPRESOR		
			Revisado por:	
ACTIVIDAD	A REALIZAR POR	FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	
37	ARRANCADOR NEUMÁTICO	Mecanico	12	T4
38	CREMALLERA	Mecanico	12	T4
39	ALINEAMIENTO DE ACOPLAMIENTO DEL MOTOR Y FLEJE	Mecanico	12	T4
40	TERMOSTATO	Mecanico	12	T4
41	MANONETROS	Instrumentista	12	T4
42	SISTEMA DE ALARMA DE MOTOR	Instrumentista	12	T4
43	VIBRACIONES	Instrumentista	12	T4
44	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	Mecanico	12	T4
ITEM	DESCRIPCIÓN DE TAREAS DEL COMPRESOR			
1	NIVEL ACEITE CARTER	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
2	LUBRICADOR GOTAS/ MINUTOS	Instrumentista	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
3	PRESIÓN DE ACEITE	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
4	PRESIÓN DE AGUA Y GAS	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
5	TEMPERATURA DE AGUA Y GAS	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
6	RUIDOR ANORMAL	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
7	FUGAS DE ACEITE Y GAS	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
8	MANOMETROS	Instrumentista	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
9	VISORES SCRUBBER DE CADA ETAPA	Instrumentista	3-6 y 12	T2 -T3 - T4
10	CONDUCTOS AGUA DE ENFRIAMIENTO	Mecanico	3-6 y 12	T2 -T3 - T4

ITEM	Programa de Mantenimiento	Equipo	Realizado por:	Hoja
		COMPRESOR		
			Revisado por:	
ACTIVIDAD	A REALIZAR POR	FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	
11	PASAJES DE AGUA CILINDROS	Mecanico	3 y 6	T2 -T3
12	AREA CIRCUNDANTE DEL COMPRESOR	Mecanico	3-6 y 12	T2 - T3 - T4
13	SCRUBBER DE ETAPA DE COMPRESION	Instrumentista	6 y 12	T3 -T4
14	TUBERIA DESCARGA	Mecanico	6 y 12	T3 -T4
15	ANILLOS DE ACEITE BARRA PISTON	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
16	JUEGO AXIAL CIGÜEÑAL	Mecanico	6 y 12	T3 -T4
17	TOLERANCIA CIGÜEÑAL	Mecanico	6 y 12	T3 - T4
18	INTERCAMBIADOR CALOR DE ACEITE	Mecanico	6	T3
19	INTERCAMBIADOR CALOR DE AGUA	Mecanico	6	T3
20	PISTONES Y ANILLOS	Mecanico	6 y 12	T3 -T4
21	PACKING BARRA DEL PISTON	Mecanico	12	T4
22	LIMPIAR SIGTH GLASS DEL LUBRICADOR	Instrumentista	12	T4
23	MEDIR TOLERANCIA RADIAL DE BIELA	Mecanico	12	T4
24	MEDIR TOLERANCIA RADIAL DE BANCADA	Mecanico	12	T4
25	LUBRICADOR INTERIOR	Mecanico	12	T4
26	ACEITE DE CARTER	Mecanico	12	T4
27	CARTER	Mecanico	12	T4
28	FILTROS DE ACEITE	Mecanico	12	T4
29	MEDIR TOLERANCIA CIGÜEÑAL	Mecanico	12	T4

ITEM	Programa de Mantenimiento	Equipo	Realizado por:	Hoja
		COMPRESOR		
			Revisado por:	
ACTIVIDAD	A REALIZAR POR	FRECUENCIA	TIPO DE MANTENIMIENTO	
30	MEDIR TOLERANCIA BIELAS	Mecanico	12	T4
31	TOLERANCIA BANCADAS	Mecanico	12	T4
32	MEDIR TOLERANCIA EJES DE PISTONES	Mecanico	12	T4
33	INTERCAMBIADOR CALOR DE ACEITE	Mecanico	12	T4
34	INTERCAMBIADOR CALOR DE AGUA	Mecanico	12	T4
35	PASAJES DE AGUA CILINDROS	Mecanico	12	T4
36	DIAMETRO DE CILINDROS	Mecanico	12	T4
37	AJUSTE DE JOCKEY AL FRAME	Mecanico	12	T4
38	RIDER RING DE CILINDROS	Mecanico	12	T4
39	VALVULAS DE SUCCION / DESCARGA	Mecanico	12	T4
40	VALVULAS DE SEGURIDAD	Mecanico	12	T4
41	DAMPER	Mecanico	12	T4
42	ALINEAMIENTO	Mecanico	12	T4
43	TOMAR VIBRACIONES AL COMPRESOR	Mecanico	12	T4

Tabla 13. Inventario de repuestos para motocompresores

ITEM	EQUIPO	COD. SPRING	DESCRIPCION DEL ARTICULO	EXISTEN- CIA	INVENTARIO MINIMO
1	L7042	0100002059	CABEZO DE CILINDRO-ENSAMBLADO, (CA204702N & 208338) PARA MOTOR "WAUKESHA"	2	3
2	L7042	0100001645	TUERCA, PARA PERNO ESPARRAGO, DE CABEZO DE CILINDROS. P/MOTOR MOD:F2895G,F3521G	4	4
3	L7042	0100001782	VARILLA, DE EMPUJE HIDRAULICO PARA MOTOR "WAUKESHA" MODELO L5790G, L7042G, F2895G	2	2
4	L7042	0100001885	TORNILLO DE AJUSTE, PARA MOTOR " WAUKESHA " MODELO L7042GU.	2	2
5	L7042	0100001880	ANILLO "O", P/ASIENTO DE VALVULA DE ADMISION (USAR SOLO CON GUIA 204009H)	2	2
6	MEP/8G-825	0170000042	BUJIAS CHAMPION RHM83N	0	20
7	L7042	0170000062	BUJIAS CHAMPION RM77N	12	12
8	L7042	0100002000	PERNO ESPARRAGO, CORTO, P/CABEZO DE CILINDROS. PARA MOTOR "WAUKESHA" MODELO	2	2
9	L7042	0100002049	VALVULA DE ADMISION 30°, (PP30) P/ CABEZO DE CILINDROS. PARA MOTOR " WAUKESHA "	2	2
10	L7042	0100002050	(EQUIV. PP32) VALVULA DE ESCAPE 30°, PARA CABEZO DE CILINDRO PARA MOTOR " WAUKES "	2	2
11	L7042	0100002051	TAPA DE BALANCINES, PARA /MOTOR "WAUKESHA" MODELO L7042G, F2895G, L5108G	2	2
12	L7042	0100002059	CABEZO DE CILINDRO-ENSAMBLADO, (CA204702N & 208338) PARA MOTOR "WAUKESHA"	2	2
13	L7042	0100002202	ASIENTO DE VALVULA PARA MOTOR "WAUKESHA" MODELO F-554 Y F-1197GU	2	2
14	L7042	0100002210	CAMISA DE CILINDRO-JUEGO. PARA MOTOR "WAUKESHA" MODELO L7042G, F351G	2	3
15	L7042	0100002211	EMPAQUETADURA P/REPARACION-JUEGO PARA MOTOR "WAUKESHA" MODELO L7042G	6	6
16	8G-825	0100002298	CABEZO DE CILINDRO. PARA MOTOR "WHITE SUPERIOR" MODELO 8G-825	1	2
17	8G-825	0100002316	PERILLA, EMPUJADORA COMPLETA, PARA MOTOR "WHITE SUPERIOR" MODELO 8G-825	1	2
18	8G-825	0100002346	EMPAQUETADURA-JUEGO, P/CABEZO Y CAMISA P/MOTOR "WHITE SUPERIOR" MOD: 8G-825,	1	2
19	8G-825	0100002347	(EQUIV. P-029-466) JUEGO DE EMPAQUETADURA-, P/CABEZO. DE MOTOR " WHITE SUPERIOR "	1	2
20	8G-825	0100002487	PATA BALANCINES PARA MOTOR "WHITE SUPERIOR" MODELO 8G-825	4	6

ITEM	EQUIPO	COD. SPRING	DESCRIPCION DEL ARTICULO	EXISTEN- CIA	INVENTARIO MINIMO
21	LO3, LO7, LO9,	0120000082	PISTON Y EJE, CILINDRO DE 20.5", PARA COMPRESOR A GAS " INGERSOLL RAND " MODELO	2	1
22	LO10, LO13-1,	0120000094	PISTON, CILINDRO DE 20.5" P/ COMPRESOR " INGERSOLL RAND " MODELO	2	1
23	LO16, LO18, ZZ,	0120000110	EJE DE PISTON, CILINDRO 20.5" PARA COMPRESOR "INGERSOLL RAND" A GAS MODELO	2	1
24		0120001549	PISTON SOLO, CILINDRO DE 20.5" P/ COMPRESOR " INGERSOLL RAND " MODELO RDS	2	1
25		0120000110	EJE DE PISTON, CILINDRO 20.5" PARA COMPRESOR "INGERSOLL RAND" A GAS MODELO	2	1
26		0120000237	(EQUIV.X1687T20.5 X .625) ANILLO DE PISTON PARA COMPRESOR A GAS INGER-SOLL RAND"	2	1
27		0120000537	ANILLOS DE PISTON, CILINDRO 20.5" TIPO COMBO PARA COMPRESSORES "INGER-SOLL RAND"	2	1
28		0120000555	ANILLO DE PISTON, CILINDRO 20.5", EN SOBREMEDIDA 0.020" LATERAL F/ COMPRESOR "I	2	1
29		0120000845	ANILLOS, 20 1/2", TIPO COMBO, " HOERBINGER " DE SOBREMEDIDA 0.040" LATERAL, AXIAL	2	1
30	MEP.	0100001385	EMPAQUETADURA.("POWR-PARTS"),P/ CUERPO DE CELULA DE GAS, DE ENCENDIDO Y VALVULA DE	2	1
31	MEP.	0100001387	VALVULA. ("POWRPARTS"), PARA CELULA DE GAS, DE ENCENDIDO, PARA MOTOR A GAS " FAIRBANKS MORSE " MODE	2	1
32	MEP.	0100001384	CUERPO DE CELULA DE GAS DE ENCENDIDO Y VALVULA DE ADMISION, PARA MOTOR	2	1
33	MEP.	0100001413	GOVERNADOR, CON DISPARADOR DE SOBRECARGA. P/MOTOR MEP-6G SER.82402	1	1
34	8G-825	0100002356	GOVERNADOR DE SOBREVELOCIDAD PARA MOTOR "WHITE SUPERIOR" MODELO 8G-825,16SGT.	1	1
35	8G-825	0100002027	VARILLA DEL GOVERNADOR ENSAMBLADA, PARA GOVERNADOR " WOODWARD "	1	1
36	IR.	0120000071	(EQUIV. MLFZA4001G1) BOMBA DE LUBRICACION, DE ACEITE-CONJUNTO. PARA COMPRESOR A	1	1
37	MW66	0120000792	CAJA , DE LUBRICADOR COMPLETO, PARA COMPRESOR " WHITE SUPERIOR" MODELO MW-66	1	1
38	L7042	0170000264	(EQUIV. 19010001) ALTERNADOR. " DELCO REMY "	1	1
39	WO	0120000503	VALVULA DE SUCCION 15 1/2" TIPO 134CGS, "HOERBINGER"	6	8

ITEM	EQUIPO	COD. SPRING	DESCRIPCION DEL ARTICULO	EXISTENCIA	INVENTARIO MINIMO
40	WO	0120000505	VALVULA DE DESCARGA, 15 1/2" TIPO 134CGS, " HOERBIGER ", PARA COMPRESOR " WORTHINGTON "	6	8
41	WO	0120000509	VALVULA DE SUCCION, 6" , TIPO 94CFS, ""HOERBIGER"", PARA COMPRESOR A GAS	4	6
42	WO	0120000511	VALVULA DE DESCARGA DE 6" TIPO 94CFS, ""HOERBIGER"", PARA COMPRESOR ""WORTHINGTON""	4	6
43	IR-RDS	0120000618	VALVULA DE SUCCION-CILINDRO 7" "HOERBIGER", PARA COMPRESOR INGER-SOLL RAND " MODELO RDS AND	4	6
44	IR-RDS	0120000619	VALVULA DE DEDESCARGA-CILINDRO 7" "HOERBIGER", PARA COMPRESOR "INGER-SOLL RAND"	4	6
45	IR-RDS	0120000563	VALVULA DE SUCCION DE 20 1/2" TIPO "HOERBIGER" CS, PARA COMPRESOR	4	6
46	IR-RDS	0120000564	VALVULA DE DESCARGA PARA CILINDRO DE 20 1/2" TIPO CS "HOERBIGER", P/COMPRESOR	4	6
47	MW66-1	0120000740	VALVULA DE SUCCION, 2DA. ETAPA, CILINDRO 8.5" Y 9" DIAMETRO 5.25", " HOERBIGER "	4	6
48	MW66-1	0120000741	VALVULA DE DESCARGA, 2DA.ETAPA,CILINDRO 8.5" Y 9" DIAMETRO 4", "HOERBIGER", PARA	4	6
49	L7042	0170000056	MAGNETO,PARA MOTOR "L7042 ("ALTRO-NIC").	2	4
50	L7043	0130000153	BOMBA," CRANE DEMING " 1.1/2" TIPO A-1-10,SERIE 885805 Y 885806	1	2

Tabla 14. Costos para la implementación de la propuesta

A. Componentes del Sistema de Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad.

Componente	Frecuencia de falla (FF)	Impacto operacional (IO)	Flexibilidad operacional (FO)	Costo de mantenimiento (CM)	Impacto IHSEQ	Consecuencia C = IO.FO+CM.IHSEQ
Pistón motor L7042	1	2	2	2	4	12
Culata L7042	2	2	2	2	2	8
Cigüeñal	1	4	4	2	4	24
Valvulas de compresor	4	4	1	1	0	4
Camisas de Piston L7042	1	2	2	2	4	12
Bujias convencional	4	4	2	2	1	10
Bujias Blindadas	4	4	2	2	1	10
Bomba de agua Princ.	2	6	2	2	1	14
Bomba de agua Auxiliar.	2	6	2	2	1	14
Magneto L7042	3	4	2	2	1	10
Cables secundarios de ignicion	3	1	1	1	1	2
Bombin de lubricacion	3	1	1	2	1	3
Fajas de transmision	4	4	1	1	1	5
Filtros de aire	1	1	1	1	1	2
Empaque de culata	2	4	2	2	1	10
Piston 20.5"	1	2	2	2	4	12
Bobinas	2	1	1	1	1	2
Cruceta	2	2	2	2	2	8
Diafragma	2	1	1	1	1	2
Filtro de aceite	2	1	1	1	1	2

B. Componentes del Sistema de Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad.

Componente	Frecuencia de falla (FF)	Consecuencia (C)	Criticidad
			(FF x C)
Pistón motor L7042	1	12	12
Culata L7042	2	8	16
Cigüeñal	1	24	24
Valvulas de compresor	4	4	16
Camisas de Piston L7042	1	12	12
Bujias convencional	4	10	40
Bujias Blindadas	4	10	40
Bomba de agua Princ.	2	14	28
Bomba de agua Auxiliar.	2	14	28
Magneto L7042	3	10	30
Cables secundarios de ignicion	3	2	6
Bombin de lubricacion	3	3	9
Fajas de transmision	4	5	20
Filtros de aire	1	2	2
Empaque de culata	2	10	20
Piston 20.5"	1	12	12
Bobinas	2	2	4
Cruceta	2	8	16
Diafragma	2	2	4
Filtro de aceite	2	2	4

C. Componentes del Sistema de Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad.

Componente	Criticidad	Criticidad Acumulada	Porcentaje Acumulado
Pistón motor L7042	12	12	2.09%
Culata L7042	16	28	4.88%
Cigüeñal	24	52	9.06%
Valvulas de compresor	16	13	2.26%
Camisas de Piston L7042	12	25	4.36%
Bujias convencional	40	65	11.32%
Bujias Blindadas	40	14	2.44%
Bomba de agua Princ.	28	42	7.32%
Bomba de agua Auxiliar.	28	70	12.20%
Magneto L7042	30	15	2.61%
Cables secundarios de ignicion	6	21	3.66%
Bombin de lubricacion	9	30	5.23%
Fajas de transmision	20	16	2.79%
Filtros de aire	2	18	3.14%
Empaque de culata	20	38	6.62%
Piston 20.5"	12	17	2.96%
Bobinas	4	21	3.66%
Cruceta	16	37	6.45%
Diafragma	4	18	3.14%
Filtro de aceite	4	22	3.83%
Total		574	100.00%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ZEVALLOS VILCHEZ MAXIMO JAVIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS MOTOCOMPRESORES EN UNA EMPRESA DE HIDROCARBUROS (ZONA LOBITOS OFF SHORE), PIURA 2021", cuyo autor es GUERRERO GALLO ALIN HENRY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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 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.

PIURA, 13 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ZEVALLOS VILCHEZ MAXIMO JAVIER DNI: 03839229 ORCID: 0000-0003-0345-9901	Firmado electrónicamente por: MJZEVALLOSV el 02-03-2022 12:38:12

Código documento Trilce: TRI - 0220987