

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del
área de cultivo de la empresa CULTIMARINE SAC**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Industrial

Autor:

Pascual Mendoza, Smith Ricardo

Asesor (orcid.org/0000-0002-7879-6411):

Chávez Milla, Humberto Ángel

CHIMBOTE - PERÚ

2019

TITULO

**Sistema de gestión del mantenimiento preventivo de
equipos del área de cultivo de la empresa CULTIMARINE
SAC**

PALABRAS CLAVE

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, indicadores de gestión

Tema:	Mantenimiento preventivo
Especialidad:	Ingeniería Industrial

KEYWORDS

Keywords: Preventive maintenance, Management indicators

Topic:	Preventive maintenance
Speciality:	Industrial engineer

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN OCDE:

Línea de investigación	Gestión de operaciones y procesos
Área	Ingeniería y Tecnología
Sub área	Otras Ingenierías Tecnológicas
Disciplina	Ingeniería Industrial

RESUMEN

En la presente investigación el propósito fue diseñar un sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC, para prevenir las fallas que podrían originar la parada de los equipos de mayor importancia y la reducción de la capacidad operativa de estos mismos. Asimismo disminuir los costos de reparación, retrasos y paradas en los trabajos de producción, incrementar el tiempo de operatividad de la maquinaria, asegurando componentes en estado óptimo, minimizando los deterioros. Teniendo mejores resultados al trabajar en condiciones óptimas, con equipos calibrados, garantizando la calidad del trabajo, se disminuye errores y no afecta la velocidad de trabajo programada. Por lo tanto, se reducen costos y aumentan los beneficios, formando de esta manera parte de una inversión.

La finalidad de la investigación es tecnológico, según su profundidad es descriptivo, con un alcance transversal, la población está constituida por cinco personas, el 100% de las personas que gestionan el mantenimiento, a quienes se aplicó la entrevista para recolectar datos. Los resultados indican que la actual situación del mantenimiento preventivo en la empresa es regular (33.33%), con una tendencia a deficiente, se implementó el plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos, formatos para la ejecución de los trabajos y los indicadores de gestión, se evidencio que la mayoría de los indicadores presentaron una gestión eficiente respecto a la meta establecida; se realizó el diseño de un sistema para la gestión de mantenimiento preventivo.

ABSTRACT

In this research, the purpose was to design a management system for preventive maintenance of equipment in the cultivation area of the company Cultimarine SAC, to prevent failures that could cause the stoppage of the most important equipment and the reduction of the operational capacity of These same. Also reduce repair costs, delays and stops in production work, increase the operating time of the machine, ensuring components in optimal condition, minimizing deterioration. Having better results when working in optimal conditions, with calibrated equipment, guaranteeing the quality of the work, reducing errors and not affecting the programmed work speed. Therefore, costs are reduced and profits are increased, thus forming part of an investment.

The purpose of the research is technological, according to its depth it is descriptive, with a transversal scope, the population is made up of five people, 100% of the people who manage the maintenance, to whom the interview was applied to collect data. The results indicate that the current situation of preventive maintenance in the company is regular (33.33%), with a tendency to be deficient, the preventive maintenance plan for critical equipment was implemented, it was evidenced the preventive maintenance management system was designed.

INDICE

Palabras clave	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
1 Introducción.....	1
2 Metodología.....	18
3 Resultados	20
4 Análisis y Discusión	61
5 Conclusiones y Recomendaciones	63
6 Anexos.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	20
Tabla 2 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	21
Tabla 3 Estado actual de la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	22
Tabla 4 Estado actual del control de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	23
Tabla 5 Estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	24
Tabla 6 Inventario de equipos del área de cultivo	25

Tabla 7 Matriz de criticidad para los equipo del área de cultivo ordenado por valor de criticidad	26
Tabla 8 Análisis de criticidad de los equipos del área de cultivo	27
Tabla 9 Equipos del área de cultivo con criticidad alta	27
Tabla 10 Data de fallas del equipo Albacora I.....	75
Tabla 11 Data de fallas del equipo Cultivo I	75
Tabla 12 Data de fallas del equipo Pelicano.....	76
Tabla 13 Data histórica de fallas del equipo Sistema de Izaje Estacionario I	77
Tabla 14 Partes y sistemas del equipo Albacora I	78
Tabla 15 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo Albacora I.....	78
Tabla 16 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Albacora I	79
Tabla 17 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje del equipo Albacora I.....	80
Tabla 18 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para la Propulsión y Gobierno del equipo Albacora I.....	80
Tabla 19 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Casco del equipo Albacora I.....	81
Tabla 20 Partes y sistemas del equipo Cultivo I.....	82
Tabla 21 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo de Cultivo I.....	82
Tabla 22 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el sistema eléctrico del equipo de cultivo I	83
Tabla 23 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el sistema de izaje del equipo de cultivo I	83
Tabla 24 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para propulsión y gobierno del equipo de Cultivo I	85

Tabla 25 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el casco del equipo de Cultivo I	85
Tabla 26 Partes y sistemas del equipo Pelicano I	86
Tabla 27 Actividades y frecuencia preventivo para el motor centro del equipo de Pelicano I	86
Tabla 28 Actividades y frecuencia preventiva para el sistema eléctrico del equipo Pelicano I	87
Tabla 29 Actividades y frecuencia preventiva para el sistema de izaje del equipo Pelicano I	88
Tabla 30 Actividades y frecuencia preventiva para propulsión y gobierno del equipo Pelicano I	88
Tabla 31 Actividades y frecuencia preventiva para casco del equipo Pelicano I	89
Tabla 32 Partes y sistemas del equipo Grúa Estacionaria	90
Tabla 33 Actividades y frecuencia preventiva para el motor eléctrico del equipo Grúa Estacionario	90
Tabla 34 Actividades y frecuencia preventiva para la grúa estacionaria del equipo Grúa Estacionario	90
Tabla 35 Actividades y frecuencia preventiva para el grupo electrógeno del equipo Grúa Estacionaria.....	91
Tabla 36 Costo de mano de obra	93
Tabla 37 Costo de insumos	93
Tabla 38 Costos de grúa Albacora I.....	94
Tabla 39 Costos de grúa Pelicano.....	94
Tabla 40 Costos de grúa cultivo I	94
Tabla 41 Costos de la Grúa Estacionaria	95
Tabla 42 Resumen	29
Tabla 43 Relaciones funcionales del sistema de gestión del mantenimiento preventivo con las demás áreas de la empresa.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	21
Figura 2 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	22
Figura 3 Estado actual del control de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	23
Figura 4 Estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.....	24
Figura 5 Formato de requerimiento de compra de materiales	30
Figura 6 Formato de salida de materiales del almacén	31
Figura 7 Formato de Orden de Trabajo	32
Figura 8 Diagrama de flujo del sistema de gestión del mantenimiento preventivo.....	33
Figura 9 Relaciones funcionales del sistema de gestión del mantenimiento preventivo con otras áreas de la empresa.....	35
Figura 10 Sistema de gestión del mantenimiento preventivo con otras áreas de la empresa	36
Figura 11 Subsistemas del Sistema de gestión del mantenimiento preventivo	36
Figura 12 Subsistema de planificación del mantenimiento preventivo	37
Figura 13 Formato del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	38
Figura 14 Subsistema de ejecución del mantenimiento preventivo.....	39
Figura 15 Formato de la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	40
Figura 16 Subsistema de control del mantenimiento preventivo.....	41
Figura 17 Formato del control del mantenimiento preventivo	42
Figura 33 Indicador de disponibilidad del equipo Albacora I	45
Figura 34 Indicador de disponibilidad del equipo Cultivo I.....	46
Figura 35 Indicador de disponibilidad del equipo Pelicano	47

Figura 36 Indicador de disponibilidad del equipo Sistema de Izaje	48
Figura 37 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Albacora I	49
Figura 38 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Cultivo I.....	50
Figura 39 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Pelicano	51
Figura 40 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Sistema de Izaje	52
Figura 41 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Albacora I	53
Figura 42 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Cultivo I.....	54
Figura 43 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Pelicano	55
Figura 44 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Sistema de Izaje	56
Figura 44 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Albacora I.....	57
Figura 46 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Cultivo I	58
Figura 47 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Pelicano	59
Figura 48 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Sistema de Izaje.....	60
Figura 18 Plan de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo Albacora I	96
Figura 19 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Albacora I	97
Figura 20 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje del equipo Albacora I	98
Figura 21 Plan de mantenimiento preventivo para la Propulsión y Gobierno; y el Casco del equipo Albacora I.....	99
Figura 22 Plan de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo Cultivo I	100
Figura 23 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Cultivo I.....	101
Figura 24 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje del equipo Cultivo I	102
Figura 25 Plan de mantenimiento preventivo para la Propulsión y Gobierno; y Casco del equipo Cultivo I	103

Figura 26 Plan de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo Pelicano	104
Figura 27 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Pelicano.....	105
Figura 28 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje del equipo Pelicano.....	106
Figura 29 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Propulsión y Gobierno; y Casco del equipo Pelicano	107
Figura 30 Plan de mantenimiento preventivo para el Motor Eléctrico del equipo Sistema de Izaje Estacionaria I.....	108
Figura 31 Plan de mantenimiento preventivo para la Grúa Estacionaria del equipo Sistema de Izaje Estacionaria I	109
Figura 32 Plan de mantenimiento preventivo para el Grupo Electrónico del equipo Sistema de Izaje Estacionaria I	110

INTRODUCCION

Antecedentes

La gestión del mantenimiento preventivo es importante en las organizaciones a fin de tener los equipos operativos para los procesos productivos y de servicios, permitiendo minimizar los riesgos de averías y la necesidad de realizar mantenimientos correctivos, por lo cual es importante realizar la investigación sobre la gestión del mantenimiento preventivo de equipos, sobre todo en la empresa dedicada al cultivo de conchas de abanico

Para el desarrollo de la investigación, se examinaron las investigaciones relacionadas con los aspectos y características de la Gestión del Mantenimiento y su influencia de la eficiencia en la productividad de las empresas; a continuación se describen los antecedentes más destacados:

Godoy (2010), en su tesis titulada Implementar un sistema de gestión del mantenimiento para equipos del área de jabonería en la planta de limpieza de alimentos polar, tuvo como objetivo implementar las fases de la metodología SIGEMA, en el área de jabonería de la planta de limpieza, investigación de tipo experimental llegó a las siguientes conclusiones: Las fases que implementó es la 3, 4 y 5 del SIGEMA a 18 equipos del área de jabonería; Aplicando la metodología SIGEMA se obtuvo mejor organización en el sistema SAP, siendo importante para el diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad; Conocimiento a detalles del funcionamiento de todas líneas para producir el jabón, especialmente las líneas de producción 1 y 2; Aplicando la Fase 3, se determinó que el principio de calidad/inocuidad no se adaptan a la realidad del área de limpieza; El examen de la criticidad en los equipos, es una herramienta muy útil que facilita la tarea de normar prioridades en el mantenimiento, ya que los equipos se estudian en base a criterios que consideran las áreas afectadas con las fallas del equipo. Es importante que el establecimiento de los parámetros sean claros y en concordancia con los requerimiento de la planta, que permitan asegurar que la información obtenida de la criticidad obtenida sea correcta; La criticidad en los 18 equipos, nueve (50%) equipos son críticos de clase A,

siete (39%) con críticos de clase B y dos (11%) críticos de clase C, a los equipos críticos A, deben recibir un tratamiento especial, para evitar que cualquier falla comprometa la producción; El SAP tiene información de avisos sobre las fallas, las que no son fiables para llevar a cabo el estudio de las fallas, debido a que presentan demasiada ambigüedad por no identificar la causa de la interrupción y tampoco detallar el tiempo de ocurrencia de la falla; La metodología efectiva para mejorar la confiabilidad en los equipos es el análisis del modo y el efecto de fallas, asimismo permite un óptimo diseño del plan de mantenimiento.

Cristancho (2014), en su tesis titulada Propuesta para mejorar la gestión del mantenimiento en las áreas de Confiabilidad y Proyectos en PETROSANTANDER COLOMBIA INC, cuyo objetivo fue el diseño de una propuesta para mejorar la Gestión del Mantenimiento para las áreas de Confiabilidad y Proyectos en PetroSantander Colombia (Inc.), la investigación fue descriptiva, llegó a las siguientes conclusiones: La estrategia del mantenimiento se orienta en primer lugar a eliminar o anticiparse a las fallas no deseadas en los equipos de mayor compresión; Realizó el inventario de los 52 equipos mayores de mantenimiento de la empresa que están bajo el custodio del área de confiabilidad y del área de proyectos, considerando los registros e información técnica necesaria de los equipos; La gestión actual del mantenimiento es deficiente en la documentación, en la planeación y en el control de las actividades, los sistemas informáticos, información de personal y aspectos técnicos; Estableció indicadores de mantenimiento en respuesta a la falta de medidas y controles que faciliten la gestión. Estos indicadores facilitan la trazabilidad de la disponibilidad y confiabilidad del equipo, asimismo, el tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio para reparar. La tendencia de dichos indicadores presentan mejoras respecto a la meta establecida; Inicialmente realizó el plan de mantenimiento preventivo considerando los equipos compresores IR. Para la implementación adecuada de la gestión del mantenimiento para la empresa, fue necesario adquirir el Sistema de Mantenimiento (MP9), sistema que permitió retroalimentar de forma permanente el desempeño de los equipos; En base a los lineamientos de la norma ISO 14224 se mejoró la documentación

relacionada a la información utilizada por el departamento, centrando la gestión del mantenimiento en mejorar la confiabilidad y, por tanto, una mejor productividad.

Esparza (2015), en su investigación titulada “Modelo de gestión del mantenimiento para incrementar la calidad de servicio del Departamento de alta tensión de STC metro en la Ciudad de México”, tuvo como objetivo el diseño de un modelo de Gestión del Mantenimiento para incrementar la calidad de servicio del Departamento de alta Tensión de STC, la investigación fue descriptiva, llegó a las conclusiones: Todos los diferentes sectores industriales, se preocupan por establecer y operar con altos estándares de calidad y los medios para lograrlo; El modelo propuesto es una alternativa para la gestión tecnológica del mantenimiento que se puede aplicarse en empresas industriales con activos físicos que constituyen un elemento importante para el proceso productivo, y con mayor importancia en las empresas que tienen la misión de brindar servicios de mantenimiento; Al mantenimiento se considera como el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un activo para garantizar su funcionalidad. En conjunto estas actividades son únicas y finitas, porque en las situaciones en las que se desarrollan, son completamente diferentes.

Arévalo & Romero (2012), en su tesis con título “Análisis de confiabilidad, una herramienta para la optimización de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero”, el objetivo fue la optimización de la gestión del mantenimiento preventivo de la línea de flotación, en base al análisis de confiabilidad, la investigación fue descriptiva, obtuvieron las siguientes conclusiones: Existen cinco equipos críticos, los que son antiguos y obsoletos, con valor de $B > 1$; El tiempo promedio entre fallas en los equipos críticos es alta, se utilizó los software RELEST y DISMA para la distribución probabilístico, los datos se ajustan mejor con la distribución probabilística de weibull; La situación actual de la gestión de mantenimiento de los equipos en la planta concentradora es ineficiente, conllevando a serias pérdidas por falta de equipos principales en los procesos de producción, la pérdida es de 7 500 ton/día; la frecuencia del mantenimiento actual es de 30 días en equipos críticos para la línea de flotación. En las demás líneas de producción, no es recomendable el mismo ciclo, porque afecta con

mayores costos anuales por mantenimiento; La combinación de las técnicas de mantenimiento cualitativas y cuantitativas, y el uso de datos históricos del tiempo entre fallas de equipos de los sistemas DISMA y RELEST, y el análisis de confiabilidad, optimiza la gestión del mantenimiento de los equipos; La estadística como herramienta para gestionar el mantenimiento de los equipos en plantas industriales, es importante, porque permite la toma de decisiones oportunamente.

Galdos (2017), en su tesis titulada “Gestión del mantenimiento preventivo para incrementar la operatividad de los equipos en la empresa Metal Work Industrias”, el objetivo fue incrementar la operatividad de los equipos en la empresa, utilizando la gestión del mantenimiento preventivo, investigación de tipo experimental, obtuvo las siguientes conclusiones: Se realizó un inventario de los equipos de la empresa con su respectiva información técnica, considerando los datos de fabricación como la marca, el modelo y la serie, datos útiles en la toma de decisiones, en la generación de un gasto por el mantenimiento y poder costearlos de manera adecuada; Utilizando Pareto, se determinó que la maquinaria con alta cantidad de fallas y tiempos de reparación son: Torno revolver, el torno horizontal, taladro de columna, cepillo, dobladora de planchas, cortadora hidráulica, máquina de soldar Miller y Oerlikon, a los que, inicialmente se aplicara un plan de mantenimiento preventivo que permitirá el incremento de la operatividad de la maquinaria; Los principales problemas que permiten un deficiente mantenimiento son: Inexistencia de un adecuado plan de mantenimiento, personal sin capacitación, los trabajos se realizan sin supervisión, los requerimientos de materiales no tienen especificaciones, demora en la adquisición de repuestos; La implementación de un plan del mantenimiento preventivo, en las maquinas críticas, permitió disminuir la cantidad de fallas de 76 a 46, y los tiempos de reparación de 347 a 111.5 horas, mejorando la disponibilidad en los equipos de 94.35% a 98.19%, se incrementó la operatividad de los equipos en un 4%; Disminución de los costos del mantenimiento correctivo no planificados de 16,900.00 a 8,180.00 soles, permitió un ahorro de S/ 8,720.00 (48.40%) en los costos de mantenimiento correctivo, el

mantenimiento preventivo incrementa el tiempo de vida útil de los equipos, permitiendo mejorar la productividad.

Aguila (2012) en su investigación titulada “Propuesta para mejorar la gestión del mantenimiento basado en la mantenibilidad de la maquinaria de acarreo en la empresa minera de Cajamarca”, su objetivo fue evaluar la factibilidad-económica de mejorar la gestión del mantenimiento basado en la mantenibilidad de la maquinaria para acarreo en la empresa minera, la investigación fue descriptiva, llegó a las siguientes conclusiones: Para la medición de la gestión del mantenimiento, se estableció como indicadores: Mantenibilidad a través del MTTR, disponibilidad Mecánica, backlogs y costo de variación de mantenimiento; En el análisis de los indicadores establecidos la Disponibilidad de los equipos fue de 87% encontrándose por debajo de la meta, la mantenibilidad fue de 5.3 horas, con un exceso del 0.3% del establecido, las tareas sin programar que no se cumplieron en el tiempo establecido fueron del 83%, no llegaron al 90% establecido; Los costos de implementación es de 122 mil dólares para el 2012; La propuesta es técnicamente y económicamente factible, el VAN: beneficio real de la inversión sería \$ 15, 402, 040.02, el TIR: Tasa interna de rentabilidad con 0% de ganancia para el proyecto es de 2124%, el cual es superior al 7% establecido, el IR: por cada sol invertido se obtendrá la ganancia del \$ 127.25.

Arenas (2016) en su tesis con título “Propuesta para la mejora de la gestión del área de mantenimiento, para optimizar el desempeño de la empresa Manfer S.R.L. contratistas generales”, cuyo objetivo fue la generación de una propuesta para mejorar la gestión del área de mantenimiento que permita un mejor desempeño de la empresa, investigación descriptiva, llegó a las conclusiones: En la actual gestión del proceso de mantenimiento, el personal de operación no tiene la competencia y capacitación, la disponibilidad de la maquinaria es baja (68.27%) afectando directamente al proceso productivo, incurriendo en altos costos de alquiler de S/. 319,975.80; No existe un sistema de mantenimiento preventivo, asimismo existe una pésima gestión de los mantenimientos correctivos. No existen historiales de los mantenimientos realizados, documentos y/o formatos de registros,

tampoco existe un encargado del mantenimiento; La propuesta de gestión del mantenimiento permitirá la optimización del desempeño de la empresa, la disponibilidad de la maquinaria se incrementa del 68.27% al 78.47%, disminuyendo el costo de alquiler en S/.198,577.80 durante los 2 años, la implementación de los procesos de gestión del mantenimiento y logística, incrementara la efectividad en la empresa; El análisis del costo beneficio por la propuesta, con un costo total inicial de S/.73, 700 soles, con un ahorro de S/.198,577.80 en alquiler durante 2 años, con el incremento de disponibilidad de la maquinaria, el ahorro total de la propuesta es de S/.124,877.80 en el periodo de 2 años.

Fundamentación científica. Un sistema de gestión, según Carrizosa (2012) es una agrupación de elementos relacionados mutuamente o que interactúan entre sí para establecer políticas y objetivos; y lograr dichos objetivos.

Mantenimiento, según Oliverio (2012), son aquellas actividades que deben desarrollarse en un orden lógico, con el fin de preservar las condiciones de operaciones seguras, efectivas y económicas, la maquinaria para la producción, herramientas y otros activos físicos, de las diversas áreas de una empresa. Mientras que Aguila (2012) sostiene que el mantenimiento es la agrupación de tareas que posibilitan conservar una máquina, sistema o instalación en estado operativo, que permita ejecutar las funcionalidades diseñadas y establecidas o recobrarlos cuando estas se pierdan.

Gestión de mantenimiento, según Orlarte (2010), el propósito específico del mantenimiento es preservar la industria con equipos, servicios e infraestructura en situación de realizar las funciones de diseño con su capacidad y calidad establecidas, y que puedan ser utilizados en condiciones de manera segura y económica, según el nivel y plan de utilización definidos por los requisitos del proceso productivo.

Para Cristancho (2014) la gestión del mantenimiento es una agrupación ordenada de procedimientos que, mediante el uso coordinado de los recursos y estructuras organizacionales, busca alcanzar un propósito establecido. La gestión es orientada a los planes y lineamientos gerenciales de diversas áreas estratégicas y de apoyo. Para

desarrollar la gestión se diseñan tácticas en la ejecución de los procesos y mecanismos que aseguren la efectividad de los procesos.

Mientras que Galdos (2017) sostiene que se trata de un proceso administrativo, cuya finalidad es obtener el normal funcionamiento, eficiencia y buena vista de los trabajos, infraestructura y maquinaria; consiste de diversas fases que se distinguen en su desarrollo.

Por otro lado Boero (2012) menciona que la gestión del mantenimiento es un aspecto estratégico definido por la gerencia, que respalda su desarrollo en la compañía. La gestión global del mantenimiento se apoya en la intervención de aspectos importantes para el normal funcionamiento de la organización y que, de alguna forma, están relacionados con la conservación de las instalaciones. Por tanto, se trata de administrar de una forma activa apoyándose en los objetivos empresariales y no únicamente en objetivos clásicos del mantenimiento.

Los objetivos del mantenimiento, según Boero (2012) se constituyen conforme los criterios siguientes: Maximización de la producción; Minimización de Costos; Calidad requerida; Preservación de la energía; Protección del entorno ambiental; Seguridad y Salud, a continuación se detallan: *Maximización de la producción*.- es conservar el aforo de los establecimientos, garantizar la mayor disponibilidad de los establecimientos, arreglar los desperfectos en menor tiempo y costo. *Minimización de costos*: es la máxima reducción de los desperfectos. Extender la vida útil de los establecimientos; Disminución del inventario de repuestos; Renovación de la maquinaria oportunamente; Contribución con la optimización del proceso; Rendimiento de los trabajadores encargados del mantenimiento. *Calidad requerida*: es conservar la operatividad regular de la producción, sin interrupciones; Suprimir los deterioros que perjudican la calidad del producto; Conservar la maquinaria para garantizar la calidad exigida. *Preservación de la energía*: es mantener operativas las tuberías e instalaciones auxiliares; Suprimir interrupciones y reinicios de equipos. Verificar la productividad energética de la maquinaria. *Protección*

del entorno ambiental: es suprimir el riesgo de fuga de contaminantes. Impedir daños en las fuentes emisoras de contaminación. *Seguridad y Salud*: es conservar las defensas en los equipos; Capacitar a los trabajadores sobre los peligros en el trabajo.

Mientras que Lindley (2001) sustenta que el propósito de la gestión del mantenimiento, es garantizar la ejecución de las tareas según lo planificado y sea parte del proceso productivo. El éxito se evalúa con la operatividad de los equipos intervenidos. Gestionar el mantenimiento no solo es la ejecución de los esfuerzos en planificar, ejecutar, controlar y entregar, sino que va más allá. Tiene la misión de asegurar la operatividad y eficiencia óptima de los equipos cumpliendo los estándares de protección e indicadores de clase mundial.

Mantenimiento preventivo, Arévalo & Romero (2012) sustenta que el mantenimiento preventivo, es la base vital para todas las áreas de mantenimiento y, es descrito como la agrupación de las actividades o tareas que se planifican anticipadamente, que se ejecutan con el fin de: 1) Neutralizar anticipadamente las averías de los activos, que garanticen que equipos, maquinaria, instalaciones, etc. ejecuten las funciones necesarias mientras cumple su periodo de vida útil, 2) prolongar el periodo de vida útil de los equipos, y 3) aumentar la eficacia del proceso.

Mientras que Esparza (2015), define que son las actividades ejecutadas por un tiempo o en un sistema automático que detecte, impida o mitigue la degeneración de un componente o sistema con el propósito de conservar o extender su tiempo de operación a través de un control de la degeneración a un nivel tolerable. El mantenimiento preventivo se fundamenta primordialmente en el tiempo.

Un mantenimiento preventivo, según Arenas (2016), se presenta cuando existe la exigencia de corregir los problemas antes de un mantenimiento correctivo. Difiere de lo anterior, el cambio de partes o componente de un sistema que podrían ocasionar fallas se efectúa con frecuencia establecida, en base a principios de estadística. Así el cambio de

una determinada pieza se puede ejecutar cada periodo de tiempo programado, o al suceder una falla, si ésta sucede primero.

Por otro lado Cristancho (2014), sostiene que un mantenimiento preventivo es la estrategia de intervenir un equipo frecuentemente en periodos establecidos para ejecutar una labor de prevención (revisión, ajustes, cambio de piezas), antes de llegar a un estado diferente al patrón establecido, en esa circunstancia se ejecutan tareas proactivas de falla aun cuando el equipo esté trabajando satisfactoriamente sin que suceda un desperfecto o deficiencia.

Respecto al mantenimiento correctivo, Galdos (2017) indica que el mantenimiento correctivo está definido por los arreglos realizados, para subsanar una o varias averías en las maquinas ya acontecidas, en esta ocasión en la maquinaria o equipos que funcionan con desperfectos o simplemente dejaron de funcionar.

Para Esparza (2015) el mantenimiento correctivo es la identificación o corrección de un desperfecto, esto es, corregir en el momento que se tenga la avería. Consta de actividades ejecutadas cuando se corrige un paro de un sistema, subsistema, parte de una maquina o servicio.

Mientras que Arenas (2016), indica que un mantenimiento correctivo, es un patrón frecuente del mantenimiento en las pequeñas y medianas empresas, siendo el tradicionalmente empleado. El mantenimiento correctivo interviene la falla, presentada como al avería de una maquina o establecimiento.

Asimismo, Cristancho (2014), sustenta que el mantenimiento correctivo, es denominado mantenimiento reactante. Esta táctica del mantenimiento posibilita al equipo operar hasta que suceda una avería o falla; y es empleado para arreglar o cambiar el equipo, con finalidad de restablecer la operatividad del componente o sistema, después de perder capacidad para ejecutar las funciones o los servicios requeridos.

Mantenimiento predictivo, Esparza (2015), lo define como mediciones que identifican el comienzo del proceso de una degradación, posibilitando suprimir o controlar cualquier falla o avería antes que suceda cualquier agravamiento de las propiedades físicas del equipo. Un mantenimiento predictivo se fundamenta especialmente en la exigencia de mantener el estado real del equipo antes que ocurra en un programa.

Mientras que Galdos (2017), indica que permite predecir la futura avería de la parte de un equipo, de manera que sea remplazado conforme a un plan previo, justo antes que falle dicha parte, maximizando considerablemente el periodo de la vida útil del equipo. Emplea técnicas para descubrir averías como la termografía, examen de aceite y vibraciones.

Para Arenas (2016), el mantenimiento predictivo es una condición, que aparece a manera de respuesta a la exigencia de disminuir costos de la metodología clásica del mantenimiento preventivo y/o correctivo. El principio básico de esta teoría del mantenimiento, se basa en el conocimiento de la operatividad de las maquinas. De este modo, posibilita el reemplazo de las partes cuando efectivamente no estén condiciones óptimas de operatividad, eliminando paradas por controles innecesarios y, por otra parte, evitar las fallas súbitas, mediante el descubrimiento de cualquier irregularidad funcional y el rastreo de su probable evolución.

Indicadores de mantenimiento, según Esparza (2015), son parámetros de gestión que confirman la autenticidad de las políticas del mantenimiento y la conformación de los parámetros de una parte determinada. Si estos resultados son adversos, la parte deberá ser revisada otra vez. Una mejor forma de conocer si los resultados fueron implementados, es mediante el computo de indicadores como: La efectividad, la disponibilidad, la calidad, el tiempo promedio entre fallas, el número de paradas, el tiempo promedio para reparar, el costo de mantenimiento, el costo de personal, la utilización, entre otros. La totalidad de actividades pueden ser medidas, así pues, se asegura que las actividades se encaminen de

manera correcta y posibiliten valorar los resultados de la gestión frente a objetivos, metas y obligaciones.

Para Esparza (2015), los indicadores del mantenimiento y el plan empresarial, asociados a la efectividad, posibilitan la evaluación del comportamiento organizacional de establecimientos, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De este modo, es factible la implementación la planificación del mantenimiento encaminado a mejorar actividades del mantenimiento.

Indicador de Disponibilidad, Según Cristancho (2014), es la funcionalidad que posibilita globalmente el porcentaje del tiempo efectivo en que es posible esperar para que la maquina esté disponible para realizar las funciones de diseño.

$$D = \frac{\text{Horas total del periodo} - \text{horas total de Mantenimiento del periodo}}{\text{Horas total del periodo}}$$

Indicador de Tiempo medio para fallar (TPPF), mean time to fail (MTTF), según Esparza (2015), permite medir el tiempo medio de capacidad de operación del equipo a su máxima capacidad sin paradas en un periodo estimado; establece un indicador indirecto de confiabilidad de la maquina o sistema. También al tiempo medio para fallar se denomina Tiempo Promedio Operativo o Tiempo Promedio hasta la avería, se evalúa del siguiente modo:

$$\text{MTTF} = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de operación de los equipos sin fallar del periodo}}{\# \text{ total de fallas encontradas en el periodo evaluado}}$$

Indicador Tiempo promedio para la reparación (TPPR), mean time to repair (MTTR), para Esparza (2015), es la medición de la asignación del lapso de arreglo de una maquina o sistema. Este indicador evalúa la eficacia de restablecer el equipo a situaciones perfectas de operatividad luego de que el equipo se halla fuera de servicio debido a una avería, dentro del periodo de tiempo especificado. El tiempo medio para arreglar es un parámetro de medición asociada a la mantenibilidad, esto es, a la realización del

mantenimiento. La mantenibilidad, descrita como la posibilidad de retornar la maquina al estado operativo en un determinado tiempo empleando métodos establecidos, según el diseño de la maquina (elementos como el acceso, estandarización, modularidad y simplicidad para el diagnóstico, posibilitan de forma extraordinaria el mantenimiento), se calcula de la siguiente manera.

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{Tiempo total de mantenimiento en el periodo observado}}{\# \text{ Total de averias encontradas durante el periodo observado}}$$

Indicador tiempo promedio entre fallas (TMEF), mean time between failures (MTBF), según Esparza (2015), este indicador señala el intervalo de tiempo más posible entre el inicio y la aparición de una avería; es decir, es el tiempo medio acontecido hasta la aparición de la “falla”. A mayor valor, la confiabilidad de la parte o maquina es significativo. Uno de los parámetros más significativos empleados en la aplicación de la confiabilidad es el TMEF, razón por la cual, se debe tomar como un indicador importante que muestre el comportamiento de una maquina en particular. De igual forma, se debe usar los datos de la fuente histórica guardados en los sistemas informáticos para encontrar el valor del indicador, la fórmula para el cálculo es lo siguiente:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operacion sin fallar en un periodo observado}}{\Sigma \text{ Numero total de averias encontradas durante el periodo observado}}$$

Justificación de la investigación. La presente investigación se justifica científicamente, porque permite especificar las maquinas que requieren ser reparados para realizar el mantenimiento, identificar las partes a cambiar, la prioridad de intervenir cada máquina, vigilar el mantenimiento a realizar, fijar parámetros de mantenimiento, entre otras cosas.

Asimismo, la investigación tiene una justificación metodológica pues busca el desarrollo de procedimientos tecnológicos para lograr resultados aceptables y confiables

al diseñar el sistema para la gestión de mantenimiento preventivo del área de Cultivo de la compañía CULTIMARINE S.A.C. y contribuir a la mejora del mantenimiento.

También tiene una justificación práctica, debido a que, busca mejoras en la compañía CULTIMARINE S.A.C; estableciendo un sistema para gestión del mantenimiento preventivo en el área de cultivo; siendo fundamental para la gestión adecuada de las actividades del mantenimiento lo cual es necesario para apoyar el proceso de producción de la compañía.

Finalmente, esta investigación tiene trascendencia en la sociedad ya que es muy importante para la empresa; y beneficiara a los gerentes y colaboradores, porque permitirá disminuir la posibilidad de averías y fallas de las maquinas, garantizando la confiabilidad, la disponibilidad y evitando paralizaciones del proceso productivo debido al arreglo de un equipo crítico que presente fallas, por ende, bajos costos por los servicios y por consiguiente mejor renta.

Problema

En el contexto local, el área de cultivo de la empresa CULTIMARINE S.A.C.; actualmente no cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos; solo se realiza el mantenimiento correctivo, no se cuenta con registro de los equipo ni tampoco el análisis de los equipos críticos. Las intervenciones solo se realizan cuando la avería o falla termina paralizando en equipo en su totalidad.

Las intervenciones se realizan inmediatamente; poniendo en servicio el equipo con ciertas limitaciones, los repuestos de recambio son de segundo uso limitando al equipo trabajar por debajo del 50% de su capacidad, y/o en otros casos realizando la anulación de uno de sus sistemas hasta que se realice el cambio y/o reparación de los repuestos.

Los equipos son paralizados hasta la adquisición de los repuestos dados a la falta de stock en almacén, esto conlleva de 20 a 30 días calendarios.

Los trabajos de mantenimiento preventivo se realizan según el presupuesto de gasto mensual que se asigna al área, pero no cuenta con los indicadores para determinar los parámetros de control y planificar los mantenimientos necesarios para los equipos

Esto origina que al momento de presentarse averías que fuerzan a reducir la capacidad operativa del equipo; la cual repercute en la reducción de los índices de productividad del área en mención. Al no tener los equipos disponibles no cumple con su programa de producción.

Esto presenta el aumento de la mano de obra, horas extras y el incremento de los índices de mortalidad del producto.

En este contexto la falta de disponibilidad de los equipos de cultivo, falta de stock de los repuestos necesarios para el mantenimiento y la falta de estimación de costos necesarios para realizar el mantenimiento son motivos para proponer un sistema de gestión para el mantenimiento preventivo que permita incrementar la disponibilidad y operatividad de las maquinas del área de cultivo de la empresa Cultimarine S.A.A

Es por ello que pretende resolver la situación anterior y se planteó la siguiente interrogante de investigación

¿Cómo será el diseño del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC?

Conceptualización y operacionalización de las variables

Variable “X” = Sistema de gestión del mantenimiento preventivo

Definición conceptual: La gestión del mantenimiento es la ejecución de los esfuerzos en planificar, ejecutar, controlar y entregar, asimismo, tiene la misión de asegurar la operatividad y eficiencia optima de los equipos cumpliendo los estándares de protección e indicadores de clase mundial (Lindley, 2001).

Definición operacional: Conjunto de procedimientos necesarios para diseñar el sistema de gestión del mantenimiento preventivo para el área de Cultivo de la empresa Cultimarine

Dimensiones: Planificación, Ejecución y Control.

La planificación es un plan general metódicamente organizado para la obtención de un objetivo como el funcionamiento armónico de una organización (RAEc, 2014). La ejecución es el cumplimiento de un procedimiento o la realización de una cosa (WordReferenceb, 2020). El control es un observación que sirve para realizar la comprobación de la realización de una actividad (WordReferencea, 2020).

Operacionalización de variable sistema de gestión del mantenimiento preventivo

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala De Medición
Sistema de Gestión del Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • La gestión del mantenimiento es la ejecución de los esfuerzos en planificar, ejecutar, controlar y entregar, asimismo, tiene la misión de asegurar la operatividad y eficiencia óptima de los equipos cumpliendo los estándares de protección e indicadores de clase mundial (Lindley, 2001). • La planificación es un plan general metódicamente organizado para la obtención de un objetivo como el funcionamiento armónico de una organización (RAEc, 2014) • La ejecución es el cumplimiento de un procedimiento o la realización de una cosa (WordReferenceb, 2020) • El control es un observación que sirve para realizar la comprobación de la realización de una actividad (WordReferencea, 2020) 	Conjunto de procedimientos necesarios para diseñar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para el área de Cultivo de la empresa Cultimarine	Planificación	Planificación de los trabajos de mantenimiento preventivo	Nominal SI y NO
				Existencia del procedimiento del mantenimiento preventivo.	
				Planificación del requerimiento de los materiales utilizados en el mantenimiento preventivo para su adquisición	
				Identificación de los equipos críticos del área de cultivo	
				Frecuencia del mantenimiento preventivo en los equipos	
				Identificación de las actividades de mantenimiento preventivo	
			Ejecución	Ejecución del mantenimiento preventivo según la planificación del mantenimiento preventivo	
				Registro de la ejecución del mantenimiento preventivo	
				Registro del tiempo de operación de los equipos	
				Registro del número de veces de las fallas de los equipos	
				Registro de las fallas ocurridos en cada uno de los equipos durante el proceso productivo.	
			Control	Registro del tiempo de reparación de los equipos	
				Medición del porcentaje de disponibilidad en que se encuentran los Equipos	
	Medición del tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro un periodo considerado				
	Medición del tiempo promedio de la reparación de los equipos				
	Medición del intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una fallo				

Hipótesis. Esta investigación es descriptivo y no presenta hipótesis, Hernández, Fernández & Baptista (2014) menciona que las investigaciones del tipo descriptivo generalmente no expresan hipótesis, antes de la recolección de datos, su esencia, es inducir a la hipótesis, mediante la recopilación y análisis de la información de las variables.

Objetivos. El objetivo general fue diseñar un sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC.

Los objetivos específicos fueron: Determinar el estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos en el área de cultivo; Determinar los requerimientos del plan de mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo; Determinar los requerimientos del sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo; Determinar los indicadores de gestión del mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación. La presente investigación es del tipo tecnológico, considerando que es necesario recolectar información relacionada al diseño de un sistema para la gestión del mantenimiento preventivo, la investigación tecnológica produce un bien, un servicio o un proceso.

Es descriptiva, porque describe y recolecta información conectada al sistema para la gestión del mantenimiento preventivo del área de cultivo. El alcance es transversal, solo mide la gestión del mantenimiento preventivo antes de aplicar indicadores. Los diseños de investigación transversal recogen datos en una sola ocasión, en un solo tiempo, su finalidad es explicar las variables y examinar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es la toma de una fotografía de algo que sucede.

Según su finalidad es una investigación no experimental, debido a que no se produce ningún cambio, solo se observan situaciones existentes, Hernandez, Fernández, & Baptista (2014) menciona que en la investigación no experimental las variables ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Población y muestra. La población está constituida por los tres trabajadores del área, el Jefe de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento y el responsable de las actividades de mantenimiento del área de Cultivo de la empresa Cultimarine SAC.

La muestra, por ser una población pequeña menor a 100, está constituida por el 100% de la población, el tipo de muestreo usado en esta investigación es el no probabilístico, intencional, intencionado o criterio ya que se busca que la muestra sea representativa de la población de donde fue extraída.

Técnicas e instrumentos de investigación. La técnica utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue la Entrevista.

El instrumento de investigación que se utilizó en la presente investigación fue la Ficha de Entrevista estructurada.

La ficha de entrevista estructurada será utilizado para hacer las preguntas necesarias para obtener la información sobre el tema en estudio en la cual se entrará en un diálogo con el entrevistado utilizando la entrevista cerrada. El cual ha sido validado por un juicio de expertos y se muestra en el anexo 3.

Procesamiento de datos y análisis de la información. En el procesamiento de la información se utilizó el Microsoft Excel para preparar la información de los indicadores de gestión de mantenimiento.

Se empleó la estadística descriptiva para la presentación de los resultados en tablas de distribución de porcentaje de las dimensiones de la variable con sus correspondientes gráficos y análisis, algunas de las medidas estadísticas son frecuencia absoluta, frecuencia relativa.

Para determinar el estado actual de la gestión del mantenimiento preventivo, se consideró tres dimensiones: Planificación, Ejecución y Control, para medir la variable y las dimensiones se emplearon las siguientes categorías:

- Gestión deficiente [0% - 33%>
- Gestión regular [33 % - 67%>
- Gestión eficiente [67 % – 100%]

RESULTADOS

Estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo. Luego de la aplicación del instrumento de investigación para determinar la situación actual de la gestión del mantenimiento preventivo en el área de cultivos, los resultados se encuentran clasificados por dimensiones: Planificación, Ejecución y Control, las que presentan a continuación:

Tabla 1 Dimensiones del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Dimensiones	# de ítems	Peso en %	Opciones de respuesta
Planificación	6	37.5%	Sí No
Ejecución	6	37.5%	Sí No
Control	4	25.0%	Sí No
Total	16	100%	2 opciones de respuesta

Fuente: Elaborado por el autor en base al instrumento de investigación

Para medir la variable y las dimensiones se emplearon las siguientes categorías:

- Gestión deficiente [0% - 33%>
- Gestión regular [33 % - 67%>
- Gestión eficiente [67 % – 100%]

Tabla 2 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	27.8%
No	13	72.2%
Total	18	100%

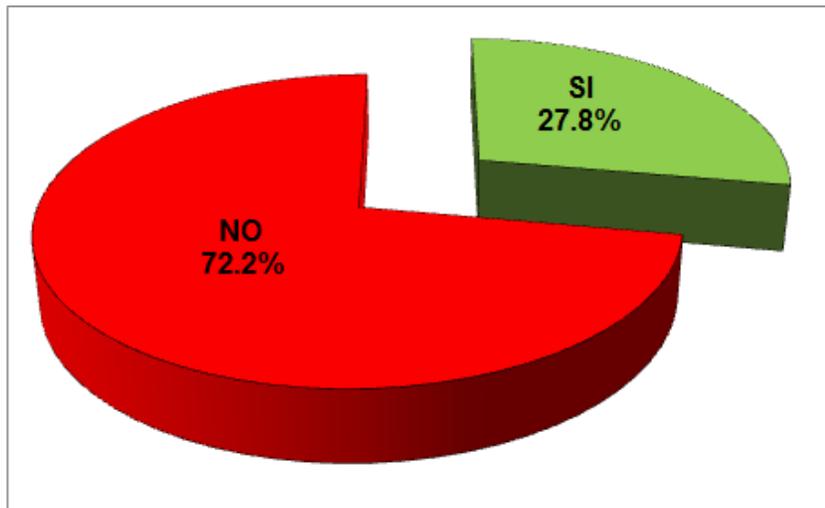


Figura 1 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

En la Tabla 2, los entrevistados indican el cumplimiento del 27.8% de las actividades de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo, obteniendo una gestión deficiente [0% - 33%>, en la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Tabla 3 Estado actual de la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	44.4%
No	10	55.6%
Total	18	100%

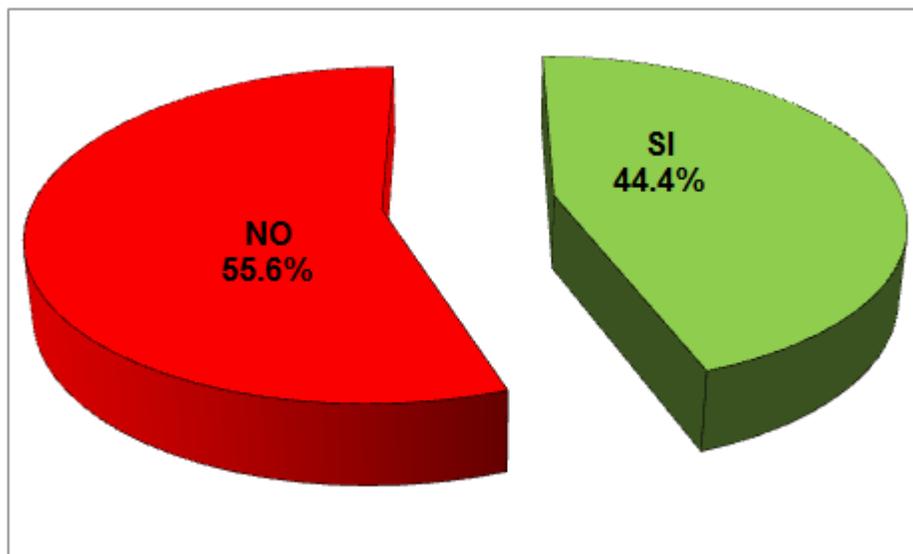


Figura 2 Estado actual de la planificación de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

En la Tabla 3, los entrevistados indican el cumplimiento del 44.4% de las actividades de la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo, observando una gestión regular [33% - 67%], en la ejecución de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.

Tabla 4 Estado actual del control de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	25.0%
No	9	75.0%
Total	12	100%

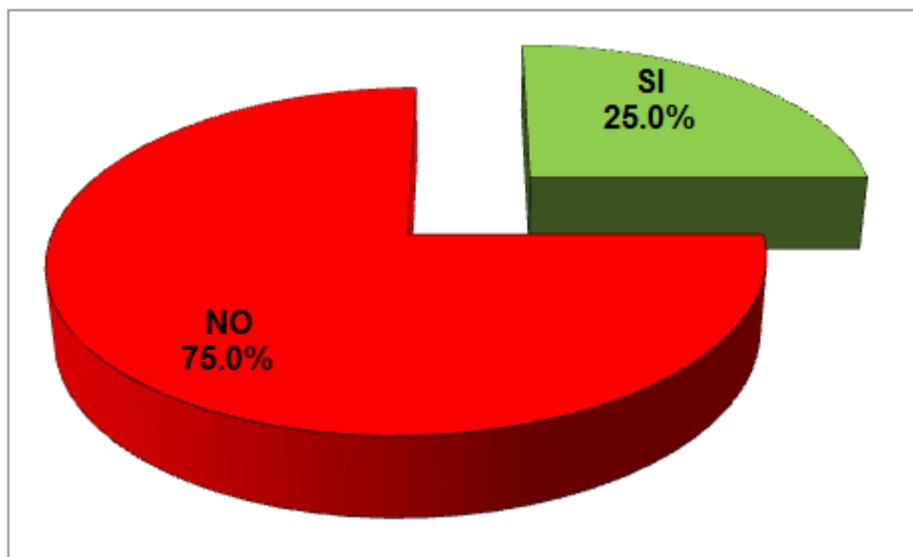


Figura 3 Estado actual del control de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

En la Tabla 4, los entrevistado indican el cumplimiento del 25.0% de las actividades del control de la gestión del mantenimiento preventivo, obteniendo una gestión deficiente [0% - 33%>, en el control de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo.

Tabla 5 Estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Si	16	33.3%
No	32	66.7%
Total	48	100%

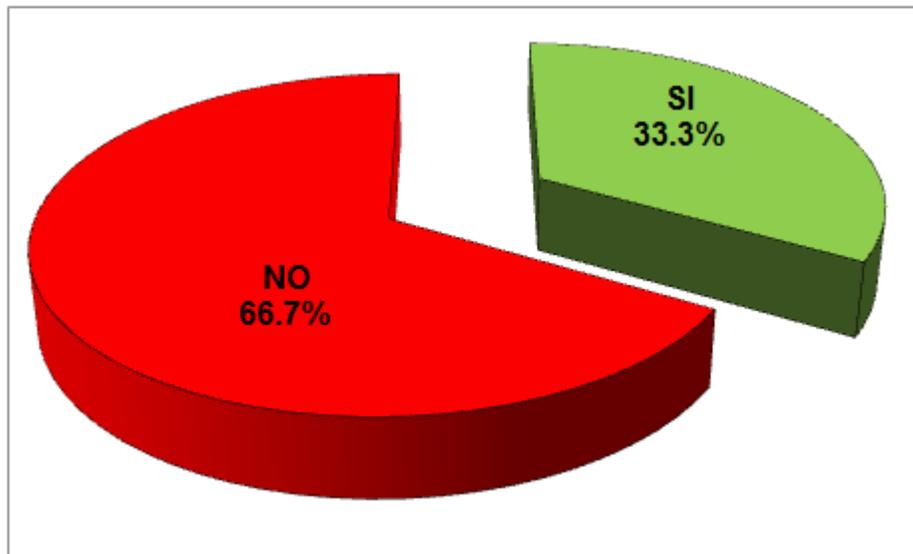


Figura 4 Estado actual del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo

En la Tabla 5, los entrevistado indican el cumplimiento del 33.3% de las actividades del sistema de gestión del mantenimiento preventivo, obteniendo una gestión regular [33% - 67%>, en el sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo, con una tendencia a una gestión deficiente.

Requerimientos del plan de mantenimiento preventivo del área de cultivo.

Para determinar los requerimientos del plan de mantenimiento preventivo fue necesario realizar un inventario de los equipos, identificar los equipos críticos para el mantenimiento preventivo, identificar las actividades y su frecuencia en el mantenimiento de los equipos críticos, determinar los costos de los materiales y mano de obra, determinar formatos de operación.

Inventario de los equipos del área de cultivo.

Tabla 6 Inventario de equipos del área de cultivo

Ítem	Código	Equipo	Fabricante	Modelo
1	CC4BER1	Marine I	Star Line	Popa de escudo
2	CC4BER2	Marine II	Star Line	Popa de escudo
3	CC4BER3	Marine III	Star Line	Popa de escudo
4	CC4BEC1	Marine IV	Star Line	Popa de escudo
5	CC4BEC2	Marine V	Star Line	Popa de escudo
6	CC4BEC3	Resplandor	Star Line	Popa de escudo
7	CC4BEB1	Jhon	Star Line	Popa de escudo
8	CC4BEB2	Marquitos VII	Star Line	Popa de escudo
9	CC4BEV1	Gaviota	Star Line	Popa de escudo
10	CC4BEV2	Tijereta	Star Line	Popa de escudo
11	CC4BEG1	Albacora I	Star Line	Central
12	CC4BEG2	Cultivo I	Star Line	Central
13	CC4BEG3	Pelicano	Star Line	Central
14	CC4MGR1	Grúa estacionaria	Industrias Guerra	MR 500.45 ^a
15	CC4BMB1	Motobomba	Briggs Straton	Autocebante
16	CC4BMB2	Motobomba	Briggs Straton	Autocebante
17	CC4BMB3	Motobomba	Briggs Straton	Autocebante
18	CC4DMB4	Motobomba	Honda	Autocebante
19	CC4BT1	Tamizadora	Nacional	Nacional

Fuente: Inventario de los equipos del área de cultivo de la empresa

Identificación de los equipos críticos del área de cultivo. Para la identificación criticidad de los equipos del área de cultivo, fue necesaria la evaluación de la criticidad de cada equipo en relación con la producción, calidad, mantenimiento y seguridad, en el Anexo 4, se presenta los criterios para el análisis de criticidad de cada equipo, a continuación se presentan los resultados del análisis de la criticidad.

Tabla 7 Matriz de criticidad para los equipo del área de cultivo ordenado por valor de criticidad

Código	Equipo	Producción			Mantenimiento			Calidad	Seguridad	Valor de criticidad	Categoría de criticidad
		Tasa de utilización	Equipo de reemplazo	Influencia sobre el proceso	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialidad	Influencia en la calidad del producto	Influencia en la seguridad industrial		
CC4BEG1	Albacora I	4	5	5	4	4	4	5	5	36	Alta
CC4BEG2	Cultivo I	4	5	5	4	4	4	5	5	36	Alta
CC4BEG3	Pelicano	4	5	5	4	4	4	5	5	36	Alta
CC4MGR1	Grúa Estacionaria	4	5	5	4	4	4	4	4	34	Alta
CC4BER1	Marine I	2	4	4	2	1	2	2	2	19	Media
CC4BER2	Marine II	2	4	4	2	1	2	2	2	19	Media
CC4BER3	Marine IV	4	4	4	1	1	2	1	2	19	Media
CC4BEC1	Marine III	1	4	4	2	1	2	2	2	18	Media
CC4BEC2	Marine V	2	4	4	1	1	2	1	2	17	Media
CC4BEC3	Resplandor	4	4	1	1	1	2	1	2	16	Media
CC4BEB1	Jhon	2	4	1	1	2	2	2	2	16	Media
CC4BEB2	Marquitos VII	2	4	1	1	2	2	2	2	16	Media
CC4BEV1	Gaviota	2	4	1	1	1	2	1	4	16	Media
CC4BEV2	Tijereta	1	4	1	1	1	2	1	4	16	Media
CC4BMB1	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14	Baja
CC4BMB2	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14	Baja
CC4BMB3	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14	Baja
CC4DMB4	Motobomba	1	1	2	1	1	2	2	2	12	Baja
CC4BT1	Tamizadora	1	1	2	1	1	2	2	2	12	Baja

Fuente: Elaborada por el autor en base a la criticidad de los equipos del área de cultivo de la empresa

Tabla 8 Análisis de criticidad de los equipos del área de cultivo

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Criticidad baja	4	21.1%	4	21.1%
Criticidad media	10	52.6%	14	73.7%
Criticidad alta	5	26.3%	19	100.0%
Total	19	100%		

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 9 Equipos del área de cultivo con criticidad alta

Ítem	Código	Equipo	Valor de criticidad
1	CC4BEG1	Albacora	36
2	CC4BEG2	Cultivo I	36
3	CC4BEG3	Pelicano	36
4	CC4GR01	Sistema de Izaje Estacionaria I	34

Fuente: Elaborada por el autor

En la Tabla 8, de un total de 19 equipos, existen 4 (21.1%) equipos críticos, mientras que los restantes 15 (78.9%) son equipos no críticos, por consiguiente, el plan de mantenimiento preventivos considera los equipos críticos, indicados en la Tabla 9.

Existen 10 (52.6%) equipos de criticidad media, estos equipos en cualquier momento podrían llegar a ser críticos, se llevara la documentación necesaria para realizar un control de las actividades de mantenimiento.

Los equipos 5 (26.3%) con criticidad baja, estos equipos son secundarios del proceso, que serán sometidos a un plan de mantenimiento correctivo.

El análisis de criticidad de equipos permite establecer prioridades de mantenimiento, se realizara el plan del mantenimiento preventivos para los maquinas críticas y se basó con el análisis equipo de reemplazo, influencia del proceso, costo de mantenimiento, horas de paradas, influencia en la calidad del producto, influencia en la seguridad industrial.

Identificación de las actividades e insumos en el mantenimiento preventivo de los equipos críticos. Para la identificación de las actividades e insumos en el mantenimiento preventivo se realizó la identificación de las fallas de los equipos críticos, a continuación se determinó las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo de los equipos críticos, los detalles se indican en el Anexo 5.

Las averías de los equipos críticos indicados en las Tablas 10, 11, 12 y 13, se observa que la mayor frecuencia de fallas está en los sistemas Hidráulico y Enfriamiento, y baja frecuencia en los sistemas de Lubricación, Combustible y Block.

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo del equipo Albacora I. En las Tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se indican las actividades de mantenimiento preventivo y su frecuencia para el equipo crítico Albacora I, se agruparon según las partes del equipo (Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco) y por sistemas.

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo del equipo Cultivo I. En las Tablas 20, 21, 22, 23, 24 y 25 se indican las actividades de mantenimiento preventivo y su frecuencia para el equipo crítico Cultivo I, se agruparon según las partes del equipo (Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco) y por sistemas.

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Pelicano I. En las Tablas 26, 27, 28, 29, 30 y 31 se indican las actividades de mantenimiento preventivo y su frecuencia para el equipo crítico Pelicano I, se agruparon según las partes del equipo (Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco) y por sistemas.

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Grúa Estacionaria. En las Tablas 32, 33, 34 y 35 se indican las actividades de mantenimiento preventivo y su frecuencia para el equipo crítico Grúa Estacionaria, se

agruparon según las partes del equipo (Motor centro, Grúa Estacionaria y Grupo Electrónico) y por sistemas.

Determinar los costos de la mano de obra e insumos en el mantenimiento preventivo de los equipos críticos. En la determinación de los costos de la mano de obra e insumos en el mantenimiento de los equipos críticos se tuvo en cuenta la información histórica de los costos de la mano de obra e insumos utilizados en el mantenimiento de los equipos críticos, los detalles se indican en el Anexo 6.

Tabla 10 Resumen de los costos de mano de obra e insumos para el mantenimiento de equipos críticos

Frecuencia	Suma de Actividades	Suma de horas	Suma de hora-Hombre S/.	Suma de Insumos 2 S/.	Suma Total S/.
Grúa Albacora	772	969.23	7,398.78	13,489.80	20,888.58
Grúa Cultivo I	776	1,023.15	7,744.59	14,609.80	22,354.39
Grúa Pelicano	772	969.15	7,363.35	13,559.80	20,923.15
Grúa Estacionaria	816	597.47	4,769.78	9,056.00	13,825.78
Total general	3,136	3,559.40	27,276.50	50,715.40	77,991.90

Fuente: Elaborada por el autor

En la Tabla 42 se presentan un resumen de los costos totales de mano de obra e insumos del mantenimiento preventivo de los equipos críticos, cuyo importe es de S/. 77,991.90 cada año.

Determinar los formatos de operación para el mantenimiento preventivo de los equipos críticos. Se implementó formatos de trabajo para la ejecución de servicios de mantenimiento, como el formato de requerimiento de materiales, formato de salida de materiales y formato de orden de trabajo.

Formato de requerimiento de materiales. Según la planificación de mantenimiento preventivo, se solicita a logística los materiales a utilizar en la ejecución de los servicios programados. Para facilitar la adquisición de los materiales, se implementó el formato de requerimiento de compra, el cual es llenado con los materiales que faciliten su adquisición oportuna a logística, ver Figura 5.

		MANUAL DE LOGÍSTICA							Código: F-AD-02	
		REQUERIMIENTO DE COMPRA N° 465-16-INGE							Versión: 01 Página: 1 de 1	
AREA	MANTENIMIENTO								Requerimiento Normal	X
FECHA									Requerimiento Urgente	
CENTRO COSTO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN ARTICULO	CANT	UND	PRECIO UNITARIO	TOTAL COSTO	TIPO COMPRA	USO / JUSTIFICACION	OBSERVACIONES	
91110000	CULTIVO BOQUITA						LOCAL			
91110000	CULTIVO BOQUITA						LOCAL			
91110000	CULTIVO BOQUITA						LOCAL			
						COSTO TOTAL	S/ 0.00			
OBSERVACIONES ADICIONALES :										

SOLICITADO POR:							APROBADO POR:			

Figura 5 Formato de requerimiento de compra de materiales
Fuente: Elaborada por el autor

Formato de salida de materiales del almacén. Con la finalidad de obtener los costos de mantenimiento, se implementó un formato de solicitud de materiales para identificar los materiales e insumos que se usaran para ejecutar un trabajo de mantenimiento de la maquinaria, también consideran el precio los materiales e insumos que permita tener un control de los costos del mantenimiento al terminar el servicio, ver Figura 6.

		MANUAL DE LOGÍSTICA		Código: F-AL-08		
		SOLICITUD DE PEDIDO		Versión: 00 Página: 1 de 1		
ÁREA SOLICITANTE:		MANTENIMIENTO		FECHA:		
NOMBRE SOLICITANTE:				DESTINO:		
USO Y/O JUSTIFICACIÓN:						
CENTRO DE COSTO:						
					Total Artículos Atendidos	
					1	
ITEM	USO DEL SOLICITANTE			ALMACEN		
	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	CANT	UND	SOTCK	ENTREGA	SALDO
1						0
2						0
3						0
4						0
5						0
6						0
7						0
8						0
9						0
10						0
<hr/> FIRMA DEL SOLICITANTE			<hr/> FIRMA DEL JEFE DE ALMACEN			

Figura 6 Formato de salida de materiales del almacén
Fuente: Elaborada por el autor

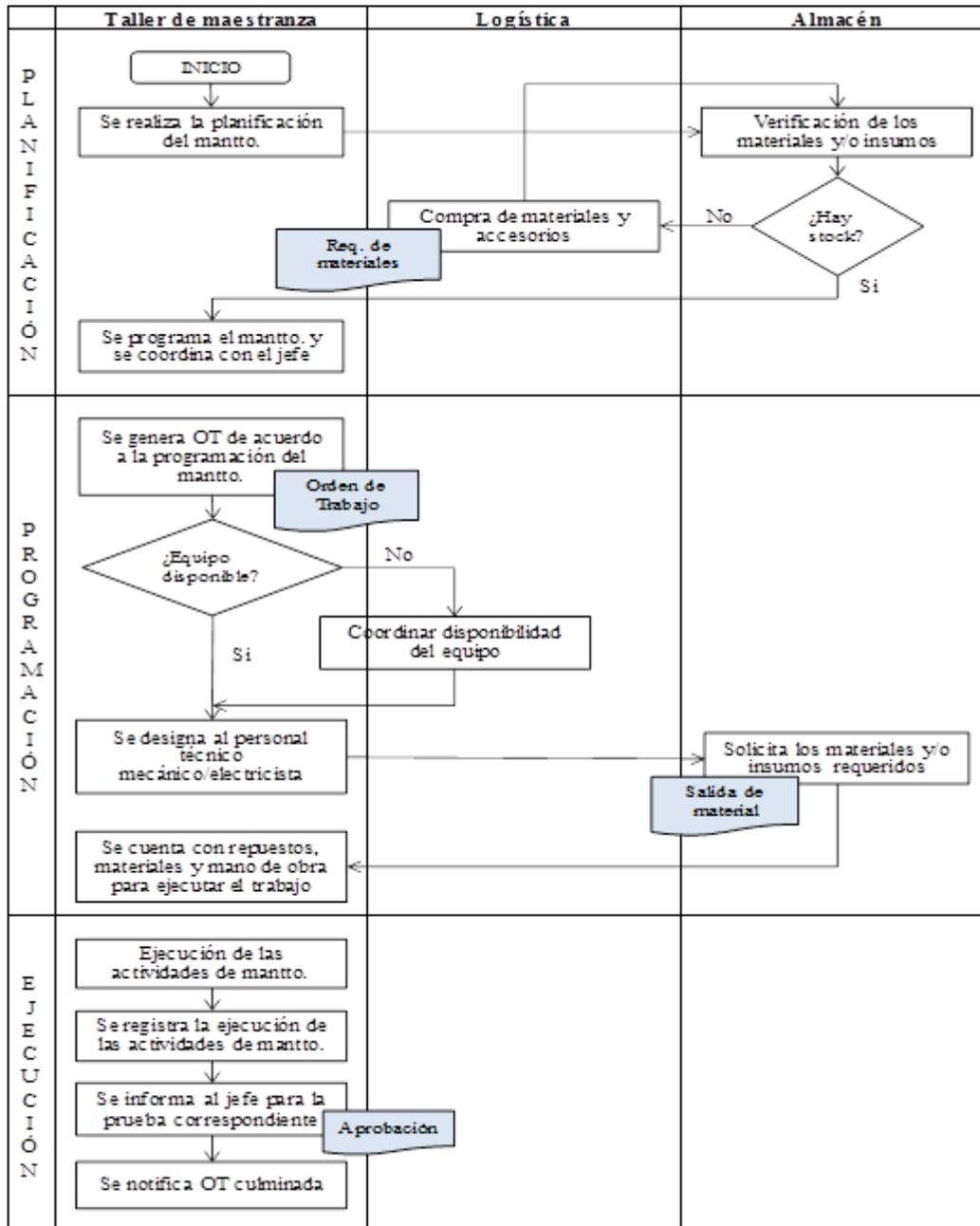
Formato de Orden de Trabajo. Con la finalidad de demostrar y documentar los trabajos realizados en un servicio de mantenimiento, se implementó la orden de trabajo con el propósito de cuantificar el uso de los recursos en el desarrollo de un determinado servicio, asimismo evaluar, cotejar y mejorar el uso de los recursos, en particular, los costos de mantenimiento, ver Figura 7.

CultiMarine S.A.C.		MANUAL DE MANTENIMIENTO		CODIGO	FMA-03	
		FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO		VERSION	1	
				VIGENCIA	Jun-16	
				PAGINA	1 de 1	
FECHA DE PROGRAMADA		HORA	08:00	N°		
SERVICIO	TIPO ORDEN	MANTENIMIENTO		PRIORIDAD		
SERVICIO INTERNO <input checked="" type="checkbox"/>	PROGRAMADO <input checked="" type="checkbox"/>	CORRECTIVO	<input type="checkbox"/>	URGENTE	<input type="checkbox"/>	
SERVICIO EXTERNO <input type="checkbox"/>	NO PROGRAMADO <input type="checkbox"/>	PREVENTIVO	<input checked="" type="checkbox"/>	IMPORTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>	
ORDEN DE TRABAJO RELACIONADA		PREDICTIVO	<input type="checkbox"/>	NECESARIO	<input type="checkbox"/>	
FECHA DE REQUERIDA		FECHA DE CIERRE				
TRABAJO A REALIZAR				ID TRABAJO		
IDENTIFICACION DEL EQUIPO						
LOCACION		SISTEMA				
NOMBRE		ELEMENTO	VARIOS			
ID	CENTRO COSTO	ESTATUS	OPERATIVO			
RECURSOS						
PERSONAL			HERRAMIENTAS Y EQUIPOS			
N°	NOMBRE	ESPECIALIDAD	ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1						
2						
INSTRUCCIONES DE TAREAS						
N° TAREA	TRABAJO				HORAS PROYECTADAS	HORAS TRABAJADAS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
LISTA DE REPUESTOS				DOCUMENTACION		
ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION		MANUALES:	
					P-MA-02	
					PLANOS:	
INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS						
PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA Y RESIDUOS			PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD			
DEJAR AREA DE TRABAJO LIBRE DE RESIDUOS CONTAMINANTES			VERIFICAR QUE EL EQUIPO ESTE DESENERGISADO			
LIMPIAR AREAS DE TRABAJO Y EQUIPO DESPUES DEL LA INTERVENCIÓN			VERIFICAR EL AREA DE TRABAJO LIBRE DE OBSTACULOS			
NOMBRE		NOMBRE		NOMBRE		
TECNICO MANTENIMIENTO		SUPERVISOR MANTENIMIENTO		JEFE DE MANTENIMIENTO		

Figura 7 Formato de Orden de Trabajo
Fuente: Elaborada por el autor

Requerimientos del sistema de gestión del mantenimiento preventivo para el área de cultivo

Diagrama de flujo del sistema de gestión del mantenimiento preventivo



*Figura 8 Diagrama de flujo del sistema de gestión del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor*

Relaciones funcionales del sistema de gestión del mantenimiento preventivo.

El sistema de gestión del mantenimiento preventivo para el área de cultivo tiene diversas relaciones funcionales con las demás áreas de la empresa, entre las más importantes detallan a continuación:

Tabla 11 Relaciones funcionales del sistema de gestión del mantenimiento preventivo con las demás áreas de la empresa

Ítem	Área/proceso	Relación
1	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Plan de mantenimiento preventivo• Fecha de requerimientos de materiales para mantenimiento preventivo.• Requerimiento de personal para los trabajos de mantenimiento preventivo• Indicadores de gestión del mantenimiento preventivo• Equipos críticos para el mantenimiento preventivo
2	Producción	<ul style="list-style-type: none">• Equipos críticos utilizados en la producción• Disponibilidad de los equipos de producción para el mantenimiento preventivo.
3	Compras o adquisiciones	<ul style="list-style-type: none">• Orden de compra• Atención del proveedor• Estado de la orden de compra
4	Almacén	<ul style="list-style-type: none">• Recepción de materiales entregados por el proveedor• Despacho del material• Conformidad de la orden de compra.
5	Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad y registro de la asistencia del personal del área de mantenimiento.
6	Gestión Integrada	<ul style="list-style-type: none">• Registro y cumplimiento de indicadores de gestión del mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaborada por el autor

En la Figura 9 se muestra el sistema de gestión del mantenimiento preventivo y sus relaciones con otras áreas de la empresa.



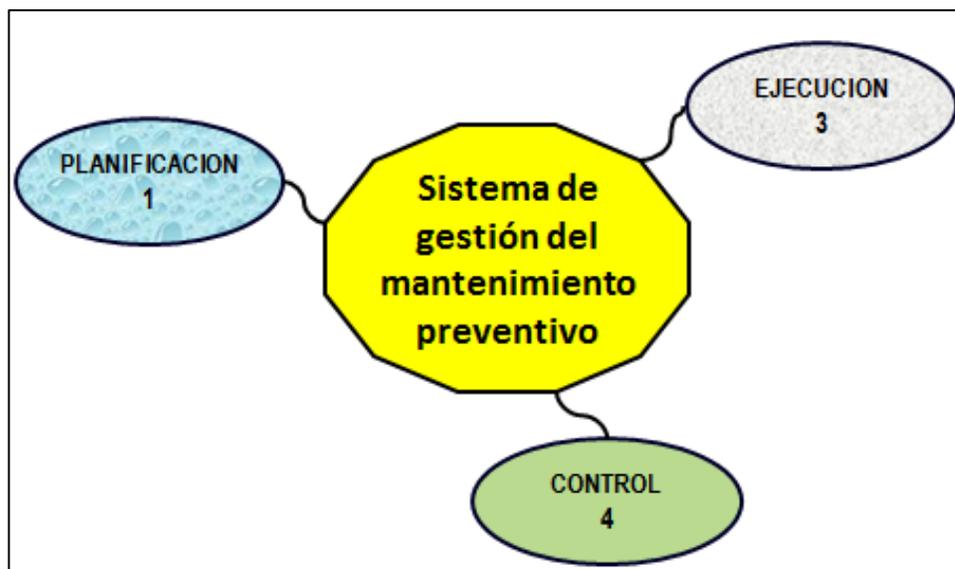
Figura 9 Relaciones funcionales del sistema de gestión del mantenimiento preventivo con otras áreas de la empresa
Fuente: Elaborada por el autor

Sistema de gestión del mantenimiento preventivo. La información de entrada del sistema de gestión del mantenimiento preventivo es el reporte de los equipos del área de cultivo, información técnica de los equipos utilizados en el proceso de producción de cultivo, los materiales que se deben utilizar en el mantenimiento preventivo, las actividades que se deben realizar en el mantenimiento preventivo, los requisitos para identificar los equipos críticos del área de cultivo, ejecución del mantenimiento preventivo, tiempo de operación y reparación de los equipos del área de cultivo, número de veces de las fallas de los equipos del área de cultivo. La información de salida es el plan de mantenimiento preventivo de los equipos, reporte del avance del plan de mantenimiento preventivo, reporte del consumo de materiales y mano de obra en el mantenimiento preventivo, indicador de disponibilidad de los equipos del área de cultivo, indicador de tiempo medio para fallar (TPPF o MTTF), indicador de tiempo medio para reparar (TPPR o MTTR), indicador de tiempo medio entre fallas (TMEF o MTBF), los cuales se pueden apreciar en las Figura 10 y 11.

SISTEMA DE GESTION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ENTRADAS	SALIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reporte de los equipos del área. 2. Información técnica de los equipos 3. Materiales que se deben utilizar en el mantenimiento preventivo. 4. Actividades que se deben realizar en el mantenimiento preventivo. 5. Requisitos para identificar equipos críticos. 6. Ejecución del mantenimiento preventivo. 7. Tiempo de operación y reparación de los equipos. 8. Numero de veces de las fallas de los equipos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación de mantenimiento preventivo de los equipos. 2. Reporte del avance del plan de mantenimiento preventivo. 3. Reporte del consumo de materiales y mano de obra. 4. Indicador de disponibilidad de los equipos 5. Indicador de tiempo promedio para fallar (TPPF o MTTF) 6. Indicador de tiempo promedio para reparar (TPPR o MTTR) 7. Indicador de tiempo promedio entre fallas (TMEF o MTBF)

*Figura 10 Sistema de gestión del mantenimiento preventivo con otras áreas de la empresa
Fuente: Elaborada por el autor*



*Figura 11 Subsistemas del Sistema de gestión del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor*

En la Planificación del mantenimiento preventivo la información que ingresa es el reporte de los equipos del área de cultivo, información técnica de los equipos, materiales y actividades que se deben realizar en el mantenimiento preventivo, los requisitos para la identificación de los equipos críticos. Luego del procesamiento de la información de entrada, se tiene información de salida lo siguiente: Plan del mantenimiento preventivo de equipos, procedimiento del mantenimiento preventivo para los equipos, plan de requerimiento de materiales para el mantenimiento preventivo, actividades del mantenimiento preventivo, frecuencia del mantenimiento preventivo por equipo. En la Figura 12 se muestra la información de ingreso y salida de la planificación del mantenimiento preventivo.

PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
ENTRADAS	SALIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reporte de los equipos del área. 2. Información técnica de los equipos 3. Materiales que se deben utilizar en el mantenimiento preventivo. 4. Actividades que se deben realizar en el mantenimiento preventivo. 5. Requisitos para identificar equipos críticos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de mantenimiento preventivo de los equipos. 2. Procedimiento del mantenimiento preventivo de los equipos 3. Plan de requerimiento de materiales para el mantenimiento preventivo 4. Actividades del mantenimiento preventivo por equipo 5. Frecuencia del mantenimiento preventivo por equipo. 6. Listado de equipos críticos del área

Figura 12 Subsistema de planificación del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor

	MANUAL DE MANTENIMIENTO												CÓDIGO	FMA-32
													VERSIÓN	1
	FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												AGENDA	jul-16
													PAGINA	1 de 1

ELABORADO POR:														EMPRESA					MES																				
REVISADO POR:														UNIDAD O.					SEMANA																				
RESPONSABLE DE AREA:														AREA					FECHA																				
ítem	Actividad	Frecuencia	ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN			JUL			AGO			SET			OCT			NOV			DIC			Responsable
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1																																							
2																																							
3																																							
4																																							
5																																							
6																																							
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
11																																							
12																																							
13																																							
14																																							
15																																							
16																																							
17																																							

*Figura 13 Formato del Plan de Mantenimiento Preventivo
Fuente: Elaborada por el autor*

En la ejecución del mantenimiento preventivo, la información que ingresa es: El plan de mantenimiento preventivo de los equipos, procedimiento del mantenimiento preventivo de los equipos, plan de requerimiento de materiales para el mantenimiento preventivo, actividades del mantenimiento preventivo, frecuencia del mantenimiento preventivo por equipo. La información saliente es el reporte del avance del plan de mantenimiento preventivo, reporte del consumo de materiales y mano de obra en el mantenimiento preventivo, reporte del tiempo de operación de los equipos, reporte del número de veces de las fallas de los equipos, reporte de las fallas ocurridos en cada uno de los equipos durante el proceso productivo, reporte del tiempo de reparación de los equipos, información presentada en la Figura 14.

EJECUCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
ENTRADAS	SALIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de mantenimiento preventivo de los equipos. 2. Procedimiento del mantenimiento preventivo de los equipos 3. Plan de requerimiento de materiales para el mantenimiento preventivo 4. Actividades del mantenimiento preventivo por equipo 5. Frecuencia del mantenimiento preventivo por equipo. 6. Listado de equipos críticos del área 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reporte del avance del plan de mantenimiento preventivo. 2. Reporte del consumo de materiales y mano de obra en el mantenimiento preventivo. 3. Reporte del tiempo de operación del equipos. 4. Reporte del numero de veces de las fallas de los equipos 5. Reporte de las fallas ocurridos en cada uno de los equipos durante el proceso productivo 6. Reporte del tiempo de reparación de los equipos

Figura 14 Subsistema de ejecución del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor

Control del mantenimiento preventivo, la información que ingresa es: El registro del tiempo de operación de los equipos, registro del número de veces de las fallas de los equipos, registro de las fallas ocurridas en cada uno de los equipos durante el proceso productivo, registro del tiempo de reparación de los equipos. Los datos de salida son los siguientes indicadores de gestión: Disponibilidad de los equipos, Tiempo medio para fallar (TPPF o MTTF), Tiempo medio para reparar (TPPR o MTTR), Tiempo medio entre fallas (TMEF o MTBF), información presentada en la Figura 16.

CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
ENTRADAS	SALIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Registro del tiempo de operación del equipos. 2. Registro del numero de veces de las fallas de los equipos 3. Registro de las fallas ocurridos en cada uno de los equipos durante el proceso productivo 4. Registro del tiempo de reparación de los equipos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indicador de disponibilidad de los equipos 2. Indicador de tiempo promedio para fallar (TPPF o MTTF) 3. Indicador de tiempo promedio para reparar (TPPR o MTTR) 4. Indicador de tiempo promedio entre fallas (TMEF o MTBF)

Figura 16 Subsistema de control del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor

	MANUAL DE MANTENIMIENTO		CODIGO	F-MA-32
			VERSION	1
	PROGRAMA MANTENIMIENTO SEMANAL		VIGENCIA	Jul-16
			PAGINA	1 de 1

EN PROCESO	SEMANA N°	INICIO					TERMINO	RETRAZOS						AVANCE (%)	
IT	TRABAJO	CENTRO DE COSTO	ORDEN TRABAJO	FECHA INICIO	FINALIZACION PROYECTADA	HH PROYECTADO	CRITICIDAD (0.25-1)	PERSONAL	SUMINISTRO	INGENIERIA	EQUIPOS	TAREA MENOR	OPERARIO		TERCEROS
I INTERVENCIONES PROGRAMADAS															
A	MANTENIMIENTO CULTIVO														
1															100%
2															100%
3															100%
4															100%
5															100%
															100%
															100%
															100%
															100%
SISTEMA CONTROL DE MANTENIMIENTO									0	0	0	0	0	0	

*Figura 17 Formato del control del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaborada por el autor*

Plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos

Plan de mantenimiento preventivo para el equipo Albacora I. Para el plan de mantenimiento preventivo para el equipo crítico Albacora I, se realizó según las partes del equipo: Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco, los que se detallan en el Anexo 7, en las figuras 18, 19, 20 y 21.

Plan de mantenimiento preventivo para el equipo Cultivo I. Para el plan de mantenimiento preventivo para el equipo crítico Cultivo I, se realizó según las partes del equipo: Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco, los que detallan en el Anexo 7, en las figuras 22, 23, 24 y 25.

Plan de mantenimiento preventivo para el equipo Pelicano. Para el plan de mantenimiento preventivo para el equipo crítico Pelicano, se realizó según las partes del equipo: Motor centro, Sistema eléctrico, Sistema de Izaje, Propulsión y gobierno y Casco, los que detallan en el Anexo 7, en las figuras 26, 27, 28 y 29.

Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje Estacionaria I. Para el plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje Estacionaria I, se realizó según las partes del equipo (Motor centro, Grúa Estacionaria y Grupo Electrónico), los que detallan en el Anexo 7, en las figuras 30, 31 y 32.

Indicadores de gestión de mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo

En este apartado se presentaran los indicadores de gestión de mantenimiento preventivo, para ello fue necesario aplicar las fórmulas de: disponibilidad, tiempo promedio para fallar, tiempo promedio para reparar y tiempo promedio entre fallas de los equipos críticos, así mismo, para aplicar las fórmulas de los mencionados indicadores fue necesario la utilización de la data histórica de la empresa objeto de estudio, esta data comprendió todos los meses del año correspondientes a los equipos Albacora I, cultivo I, Pelicano y Grúa Estacionaria con las que trabaja la empresa, detallándose aspectos tales como horas trabajadas de la máquina, número de fallas de la máquina y horas de falla, ítems que permitieron obtener índices mensuales de cumplimiento de la meta; respecto a esto último, para establecer el cumplimiento mensual de cada indicador, se consideraron las metas que se plantea alcanzar la empresa mes a mes, concretados en intervalos con colores rojo (no se llegó a la meta), amarillo (en proceso) y verde (se alcanzó la meta).

Indicador de disponibilidad de equipos. Este indicador permitirá a la empresa el tener un registro detallado de las fallas de la maquinaria, a fin de poder darles mantenimiento y se encuentren disponibles para el trabajo de campo.

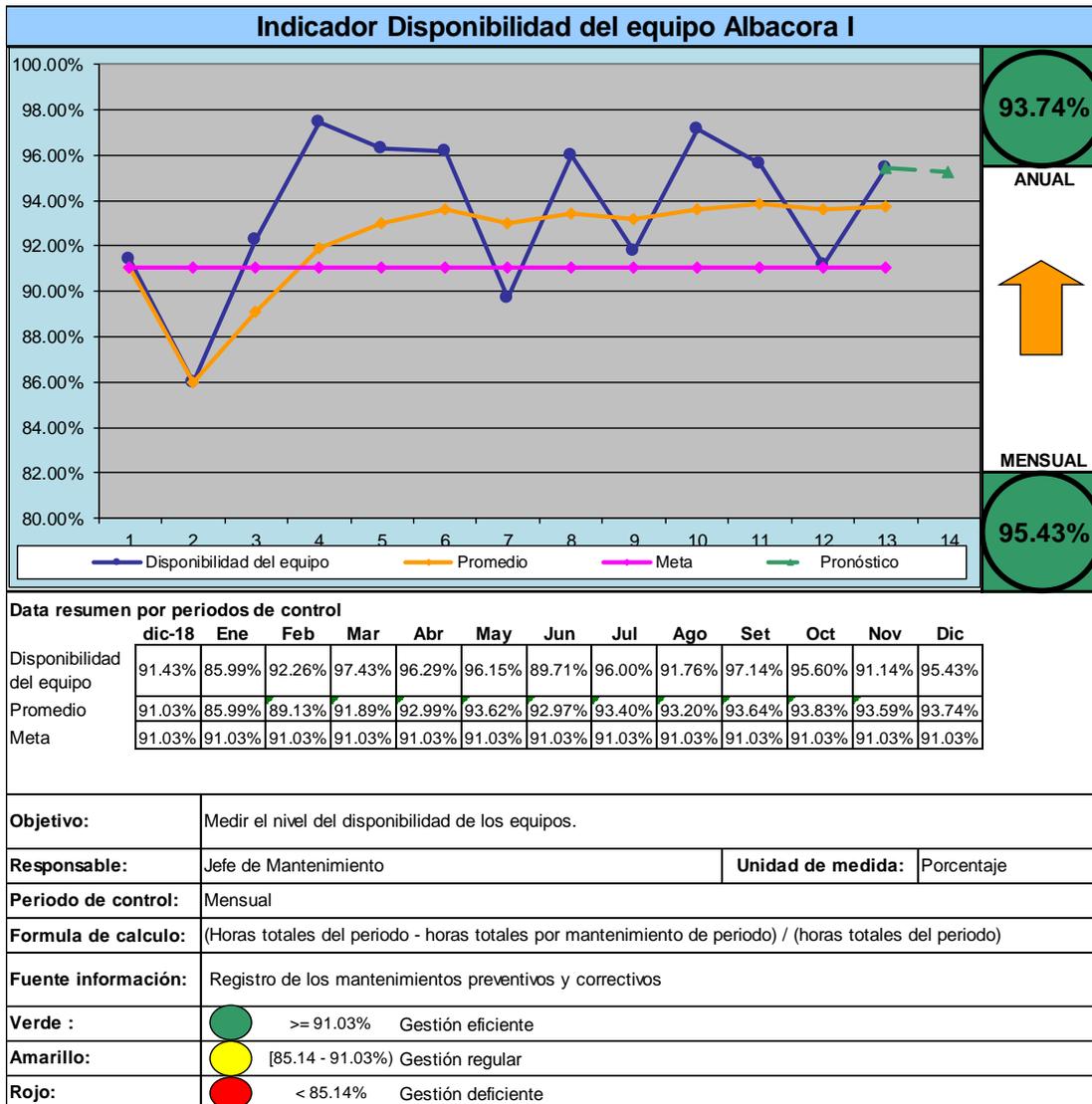


Figura 18 Indicador de disponibilidad del equipo Albacora I

La gestión de la disponibilidad del equipo Albacora I del año 2019 es eficiente (93.74%), se cumplió con la meta establecida de 91.03%, sin embargo en los meses de Enero y Junio, la gestión fue regular, con 85.99% y 89.71% respectivamente.

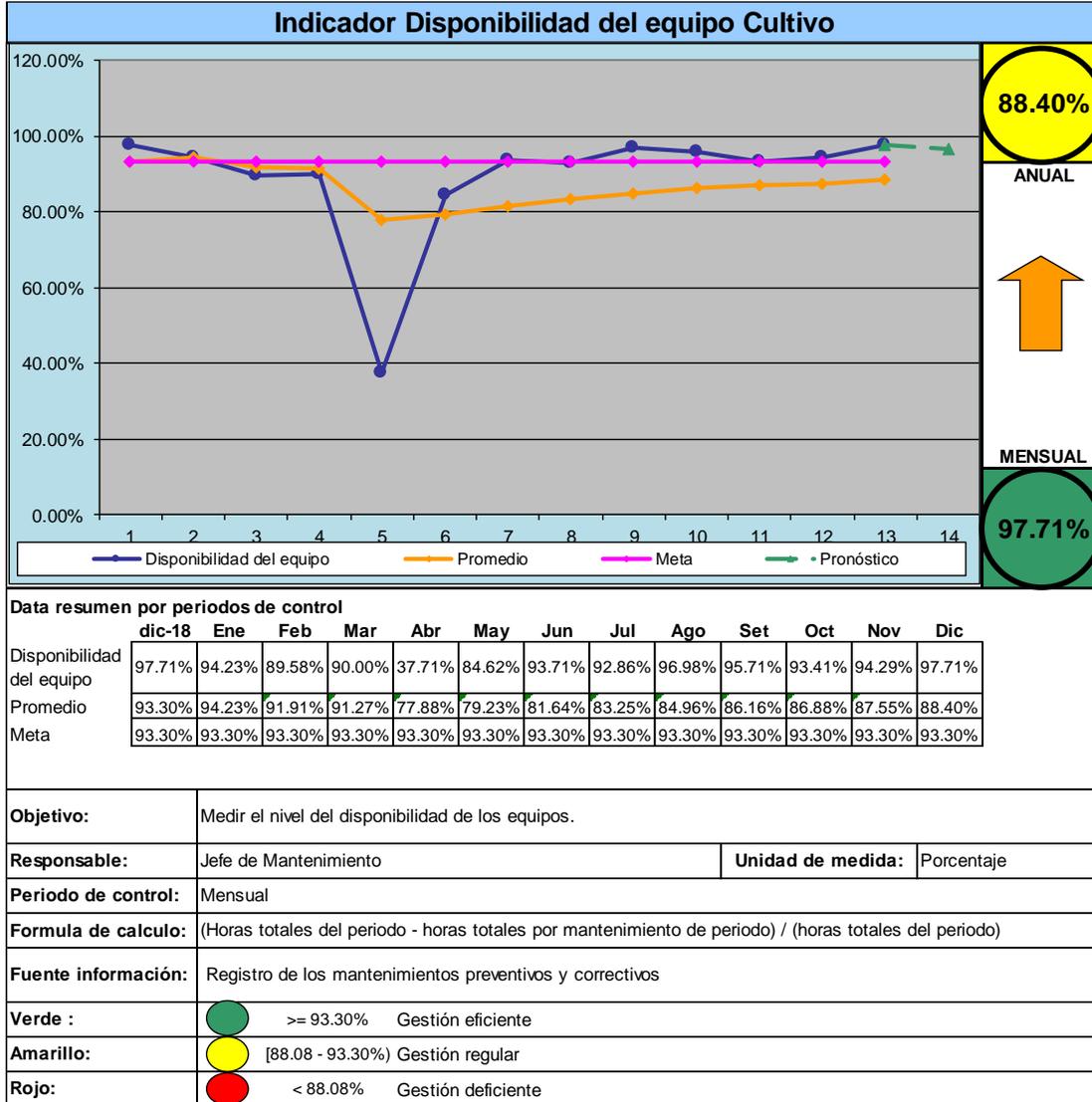


Figura 19 Indicador de disponibilidad del equipo Cultivo I

La gestión de la disponibilidad del equipo Cultivo I del año 2019 es regular (88.40%), no se cumplió con la meta establecida de 93.30%, en Abril la gestión fue deficiente con un 37.71%.

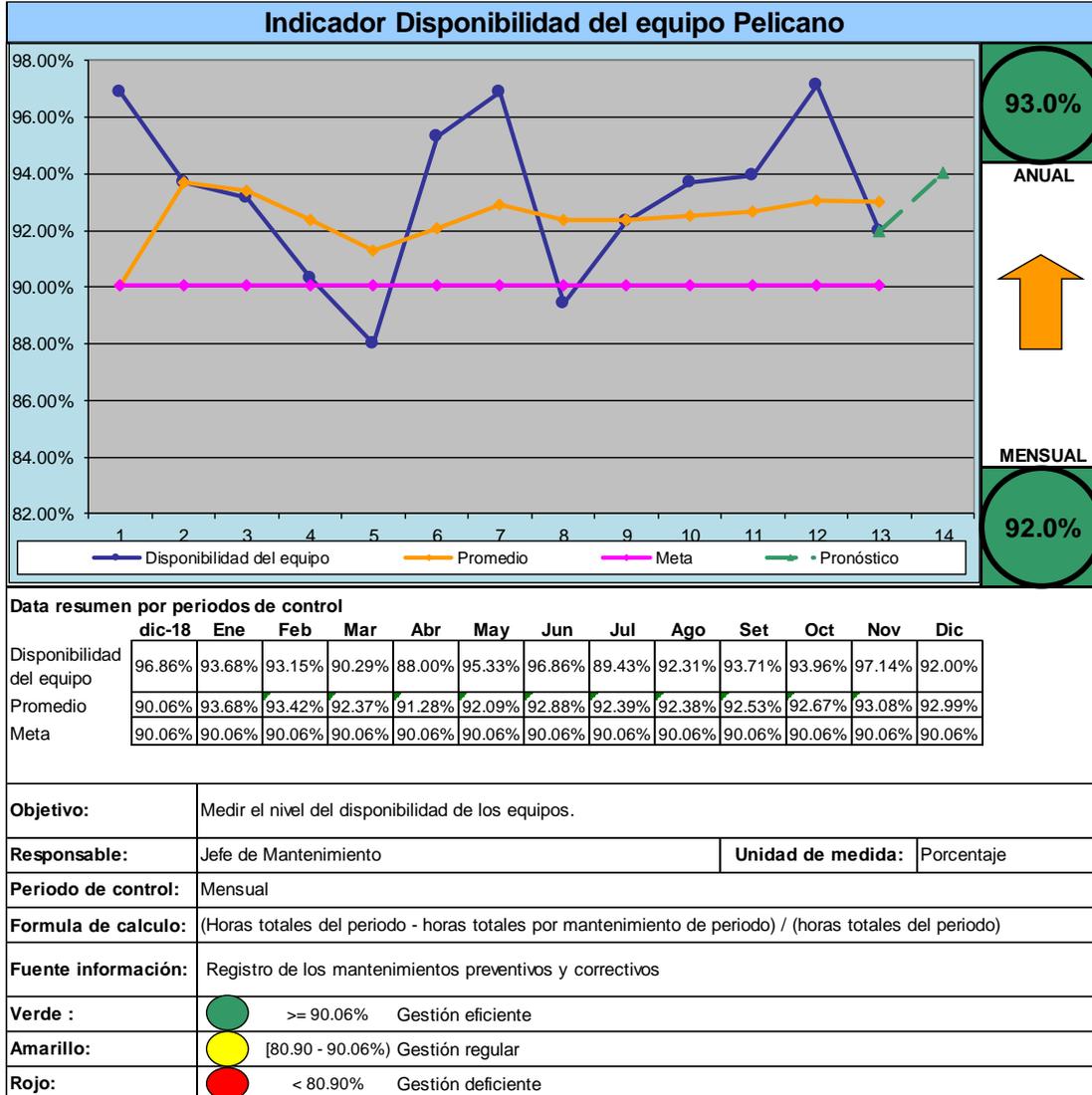


Figura 20 Indicador de disponibilidad del equipo Pelicano

La gestión de la disponibilidad del equipo Pelicano del año 2019 es eficiente (92.99%), se cumplió con la meta establecida de 90.06%, en Abril y Julio la gestión fue regular con un 88.00% y 89.43% respectivamente.

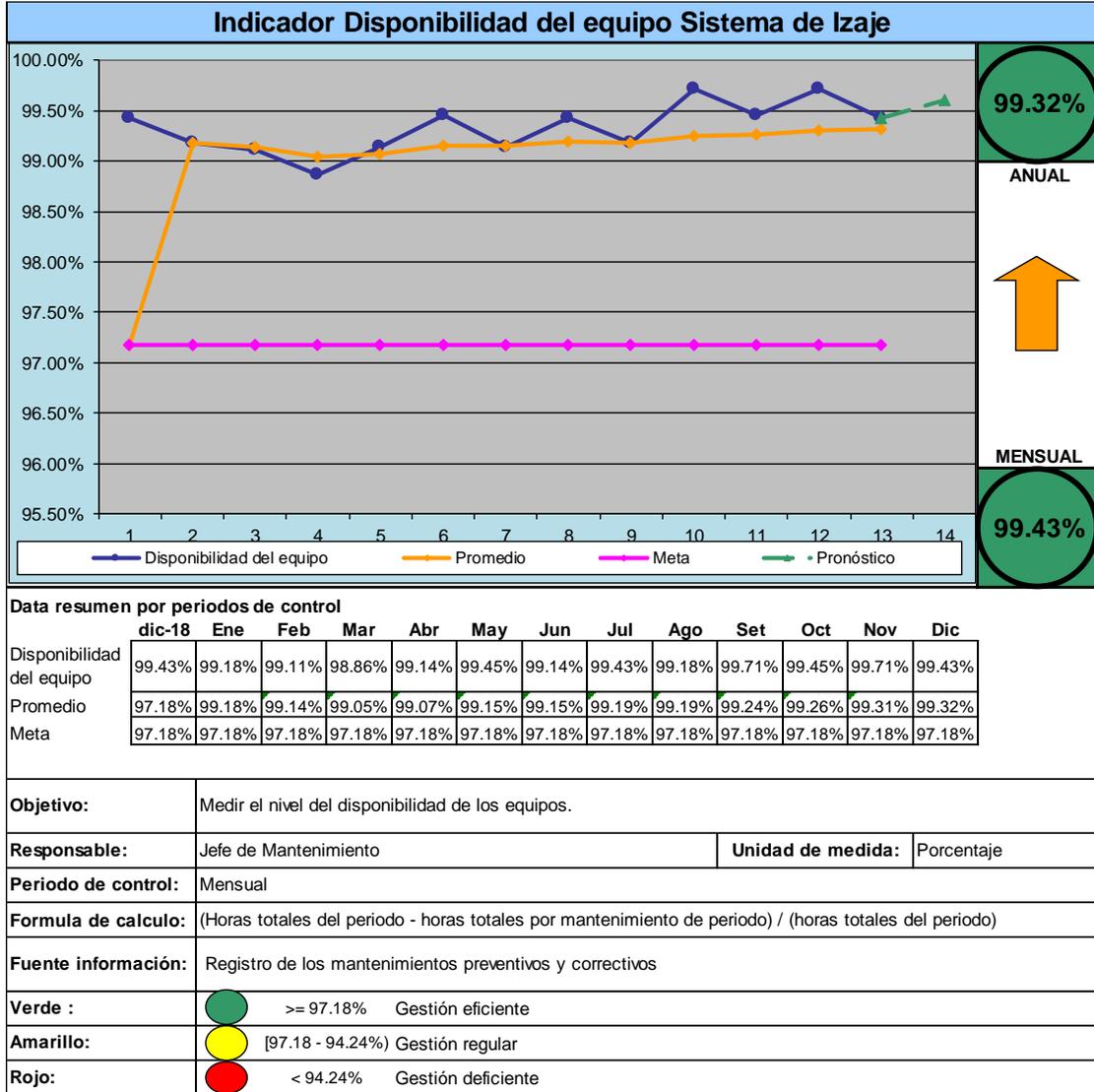


Figura 21 Indicador de disponibilidad del equipo Sistema de Izaje

La gestión de la disponibilidad del equipo Sistema de Izaje Grúa Estacionaria del año 2019 es eficiente (99.32%), se cumplió con la meta establecida de 97.18%.

Indicador de tiempo promedio para fallar (TPPF o MTTF). Este indicador permitirá a la empresa medir el tiempo promedio por fallar de los equipos críticos, a fin de poder darles mantenimiento y se encuentren disponibles para el trabajo de campo.

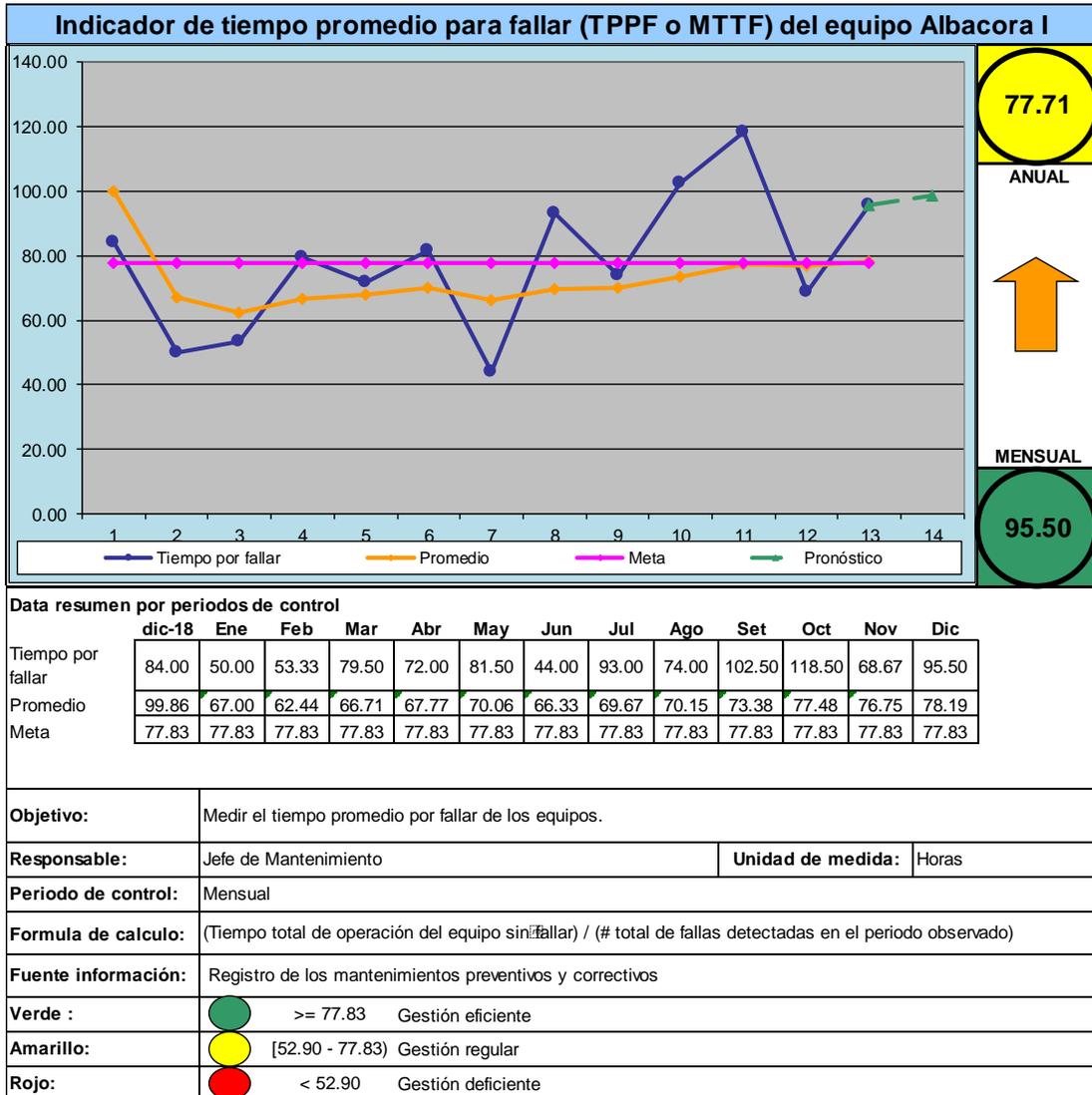


Figura 22 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Albacora I

La gestión del tiempo promedio para fallar del equipo Albacora I del año 2019 es eficiente (78.19 hr), se cumplió con la meta establecida de 77.83 hr, en los meses de Enero (50.00 hr), Febrero (53.33 hr) y Junio (44.00 hr), la gestión fue deficiente.

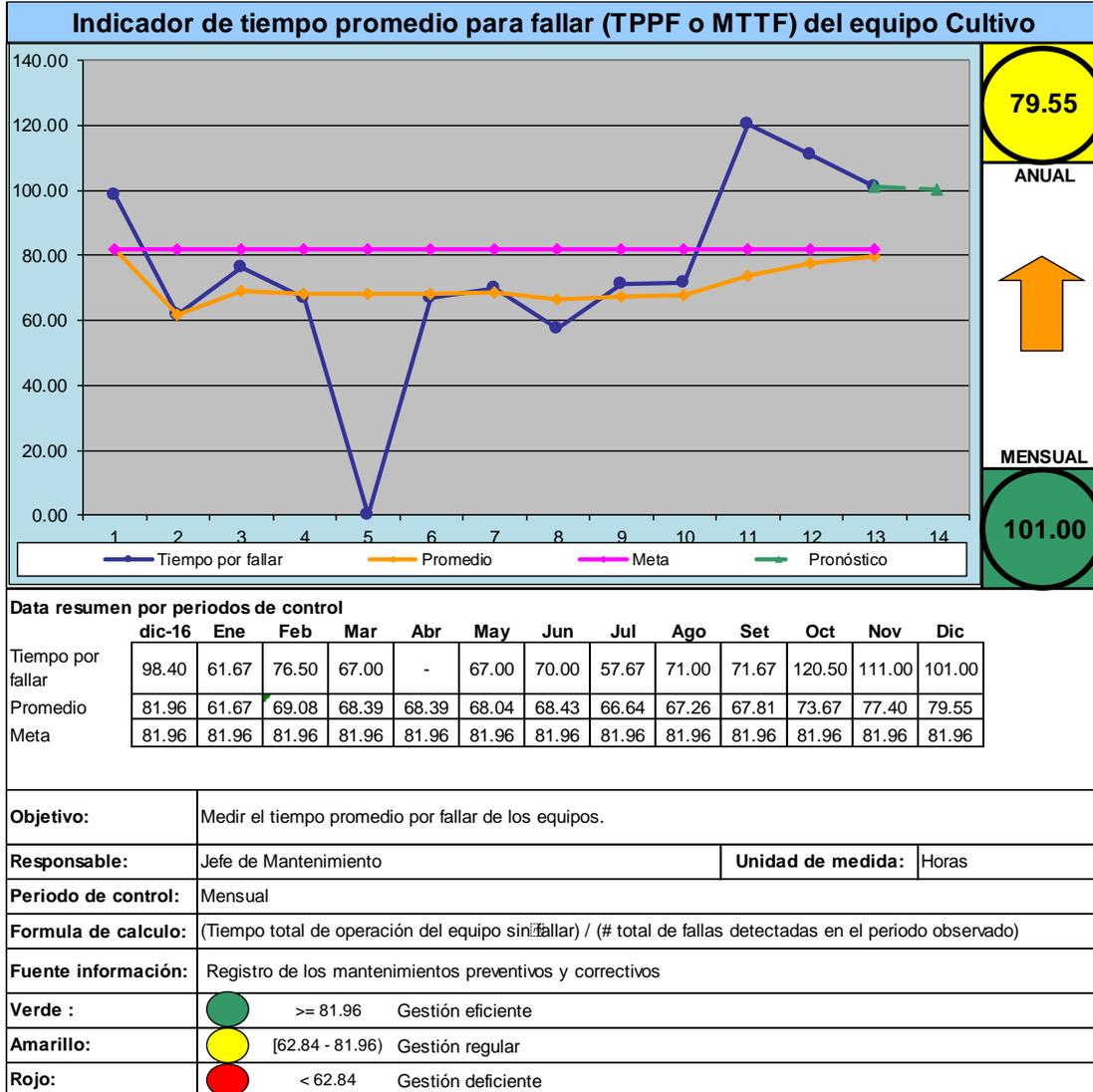


Figura 23 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Cultivo I

La gestión del tiempo promedio para fallar del equipo Cultivo I del año 2019 es regular (79.55 hr), no se cumplió con la meta establecida de 81.96 hr, en los meses de Enero (61.67 hr), Abril (0.00 hr) y Julio (57.67 hr), la gestión fue deficiente.

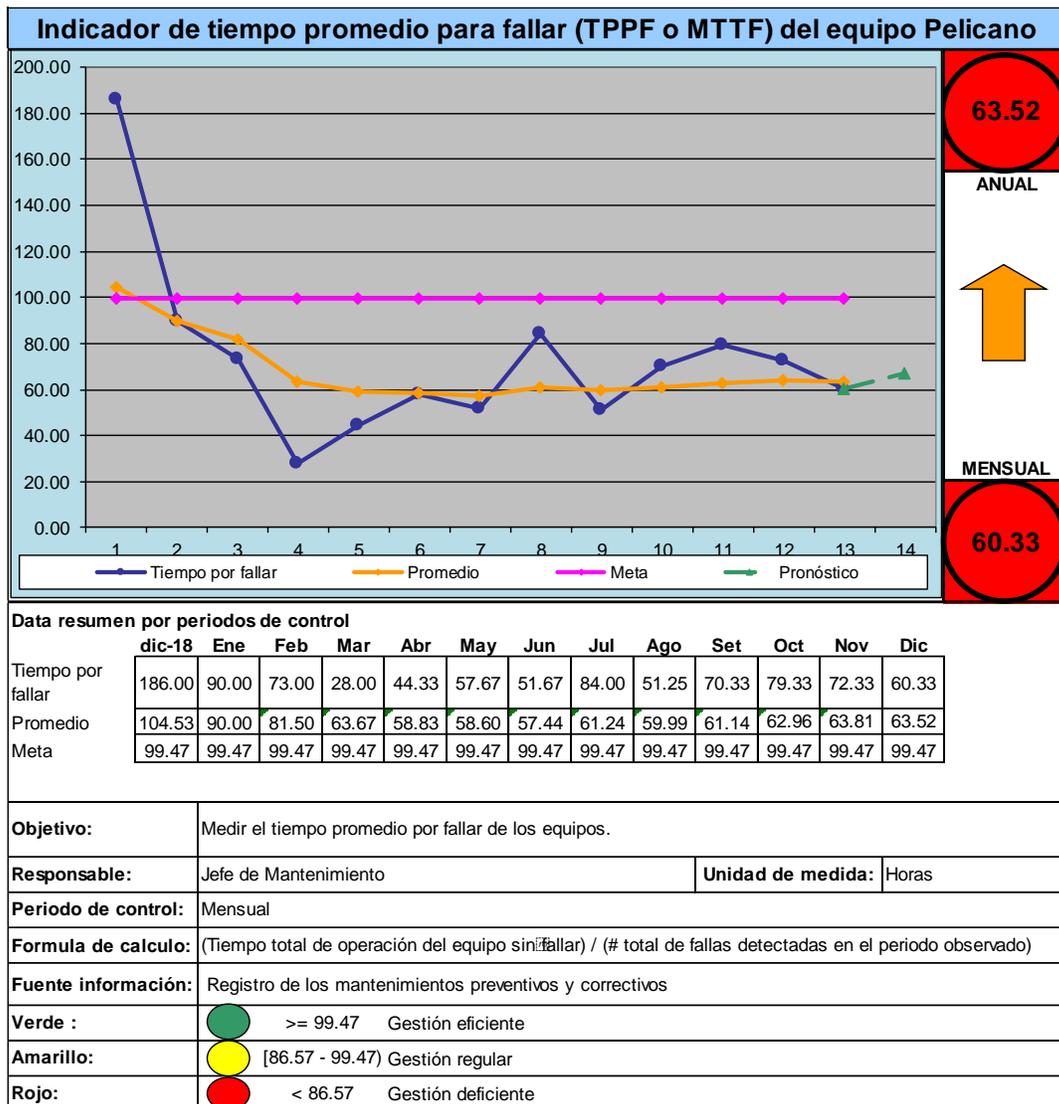


Figura 24 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Pelicano

La gestión del tiempo promedio para fallar del equipo Pelicano del año 2019 es deficiente (63.53 hr), no se cumplió con la meta establecida de 99.47 hr.

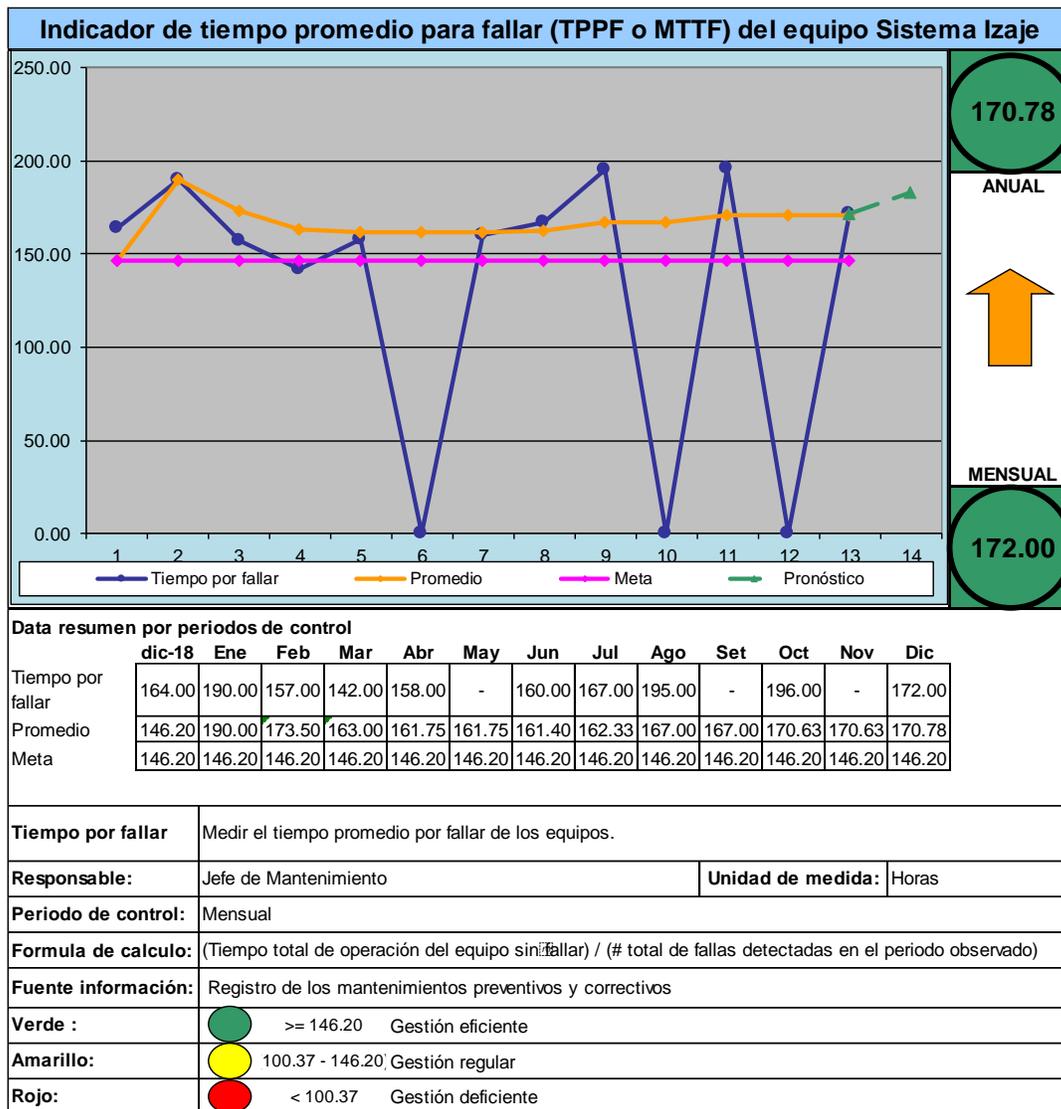


Figura 25 Indicador tiempo promedio para fallar del equipo Sistema de Izaje

La gestión del tiempo promedio para fallar del equipo Sistema de Izaje Grúa Estacionaria del año 2019 es eficiente (170.78 hr), se cumplió con la meta establecida de 146.20 hr, en los meses de Mayo (0.0 hr), Setiembre (0.00 hr) y Noviembre (0.00 hr), la gestión fue deficiente.

Indicador de tiempo promedio para reparar (TPPR o MTTR). Este indicador permitirá a la empresa medir el tiempo promedio por reparar los equipos críticos, a fin de poder darles mantenimiento y se encuentren disponibles para el trabajo de campo.

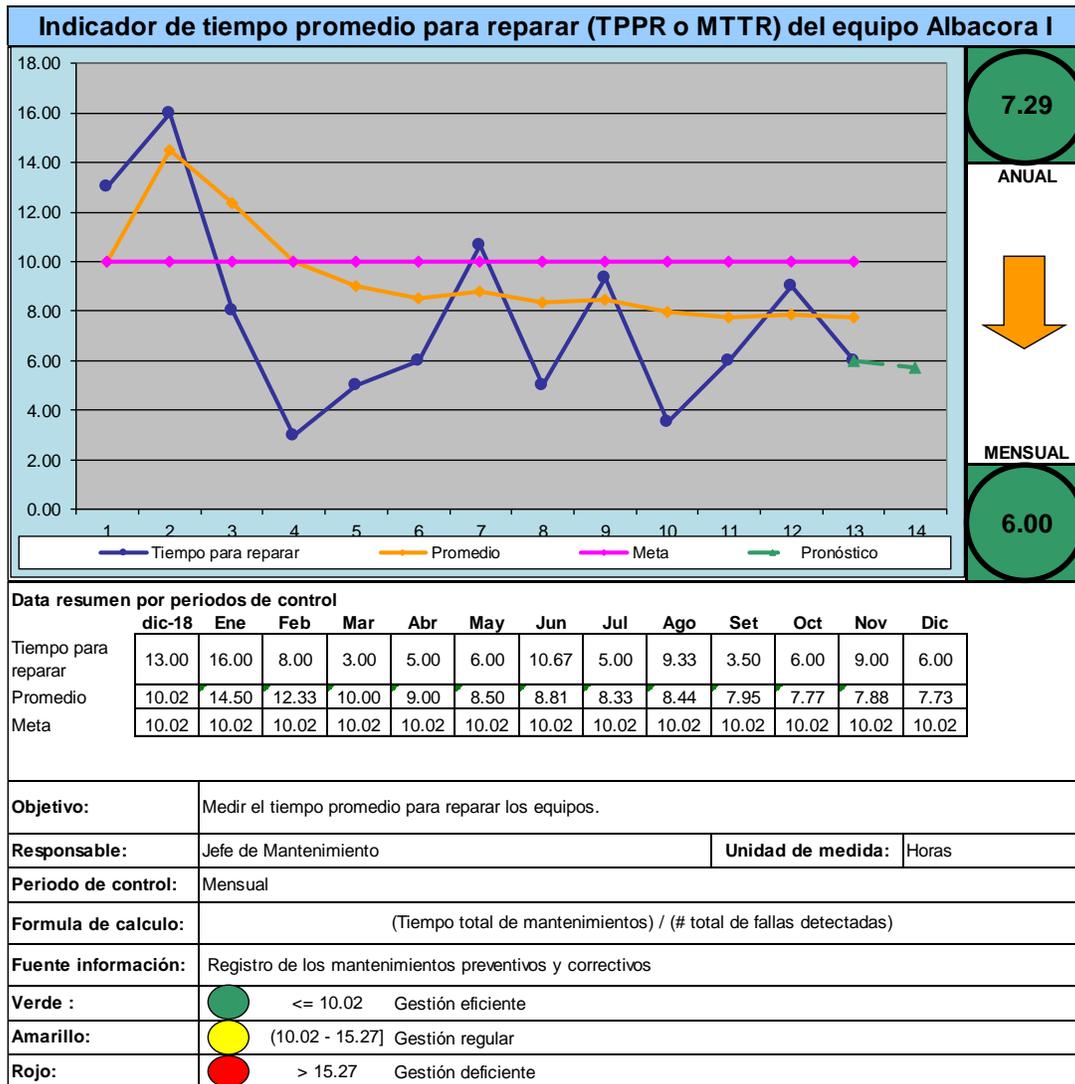


Figura 26 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Albacora I

La gestión del tiempo promedio para reparar el equipo Albacora I del año 2019 es eficiente (7.73 hr), se cumplió con la meta establecida de 10.02 hr, en los meses de Enero (16.00 hr) y Junio (10.67 hr), la gestión fue regular.

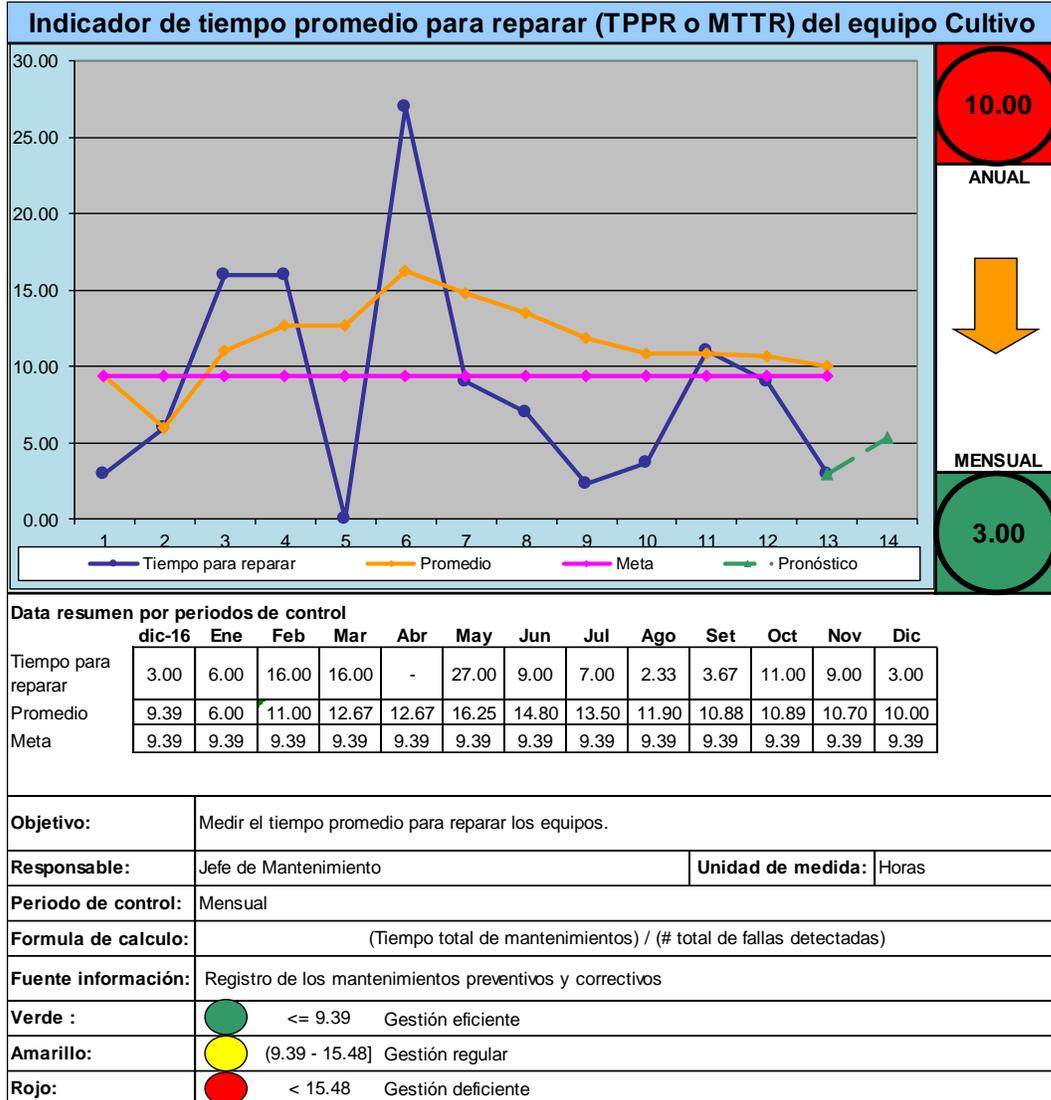


Figura 27 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Cultivo I

La gestión del tiempo promedio para reparar el equipo Cultivo I del año 2019 es regular (10.00 hr), no se cumplió con la meta establecida de 9.39 hr, en los meses de Febrero (16.00 hr), Marzo (16.00 hr) y Mayo (27.00 hr), la gestión fue deficiente.

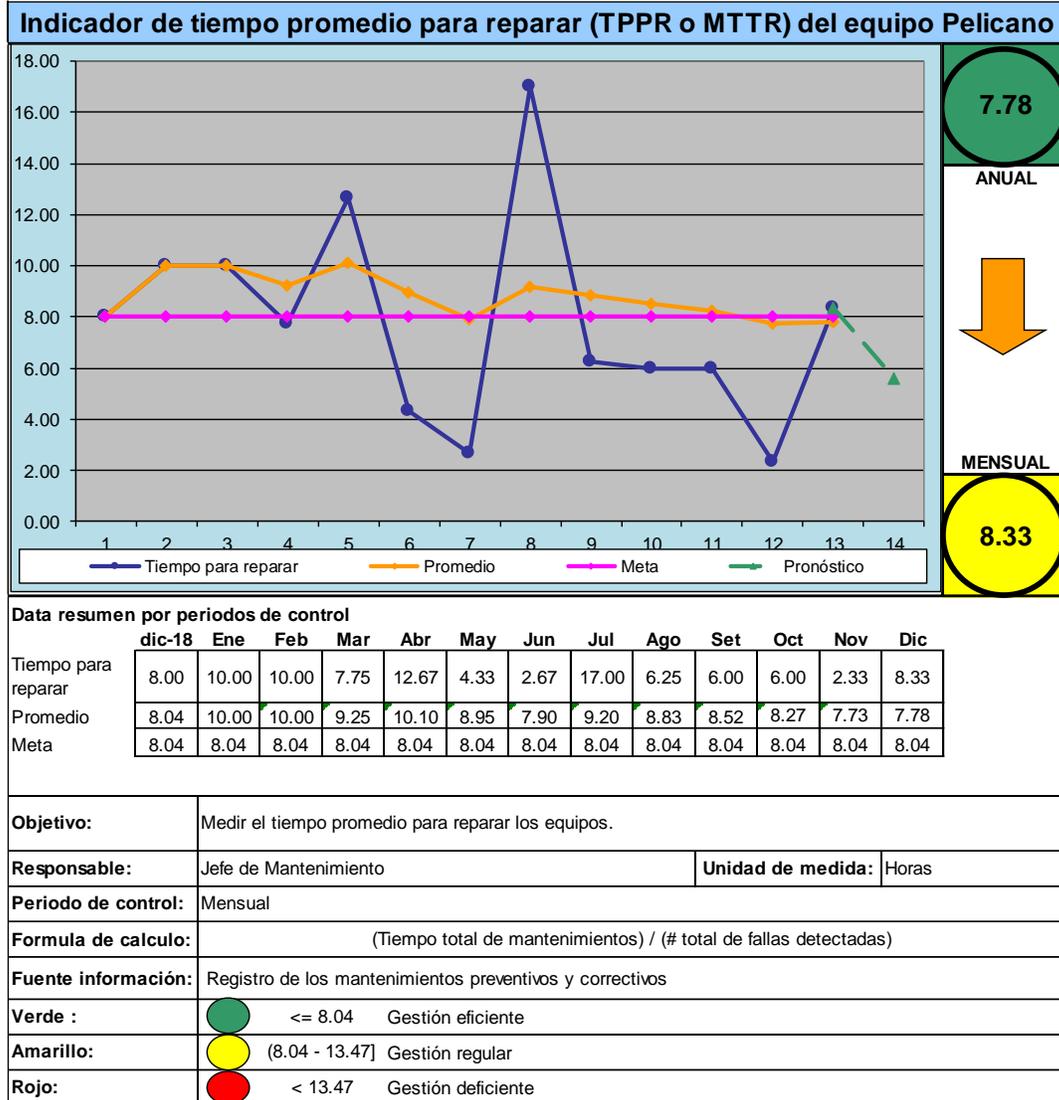


Figura 28 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Pelicano

La gestión del tiempo promedio para reparar el equipo Pelicano del año 2019 es eficiente (7.78 hr), se cumplió con la meta establecida de 8.04 hr, en el mes de Julio (17.00 hr), la gestión fue deficiente.

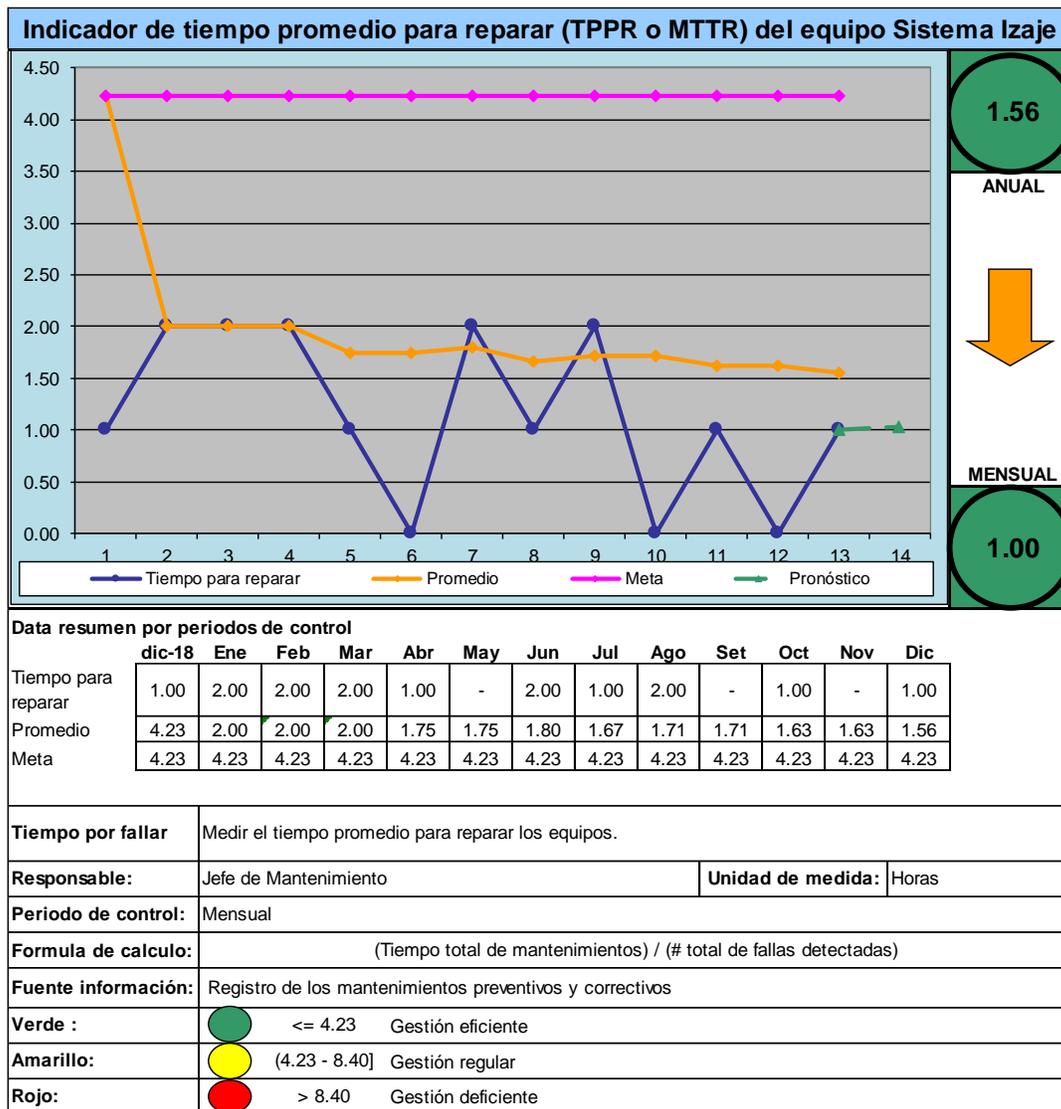


Figura 29 Indicador tiempo promedio para reparar del equipo Sistema de Izaje

La gestión del tiempo promedio para reparar el equipo Sistema de Izaje Grúa Estacionaria del año 2019 es eficiente (1.56 hr), se cumplió con la meta establecida de 4.23 hr, la gestión fue eficiente en todos los meses del año 2019.

Indicador de tiempo promedio entre fallas (TMEF). Este indicador permitirá a la empresa medir el tiempo promedio entre fallas de los equipo críticos, y se encuentren disponibles para el trabajo de campo.

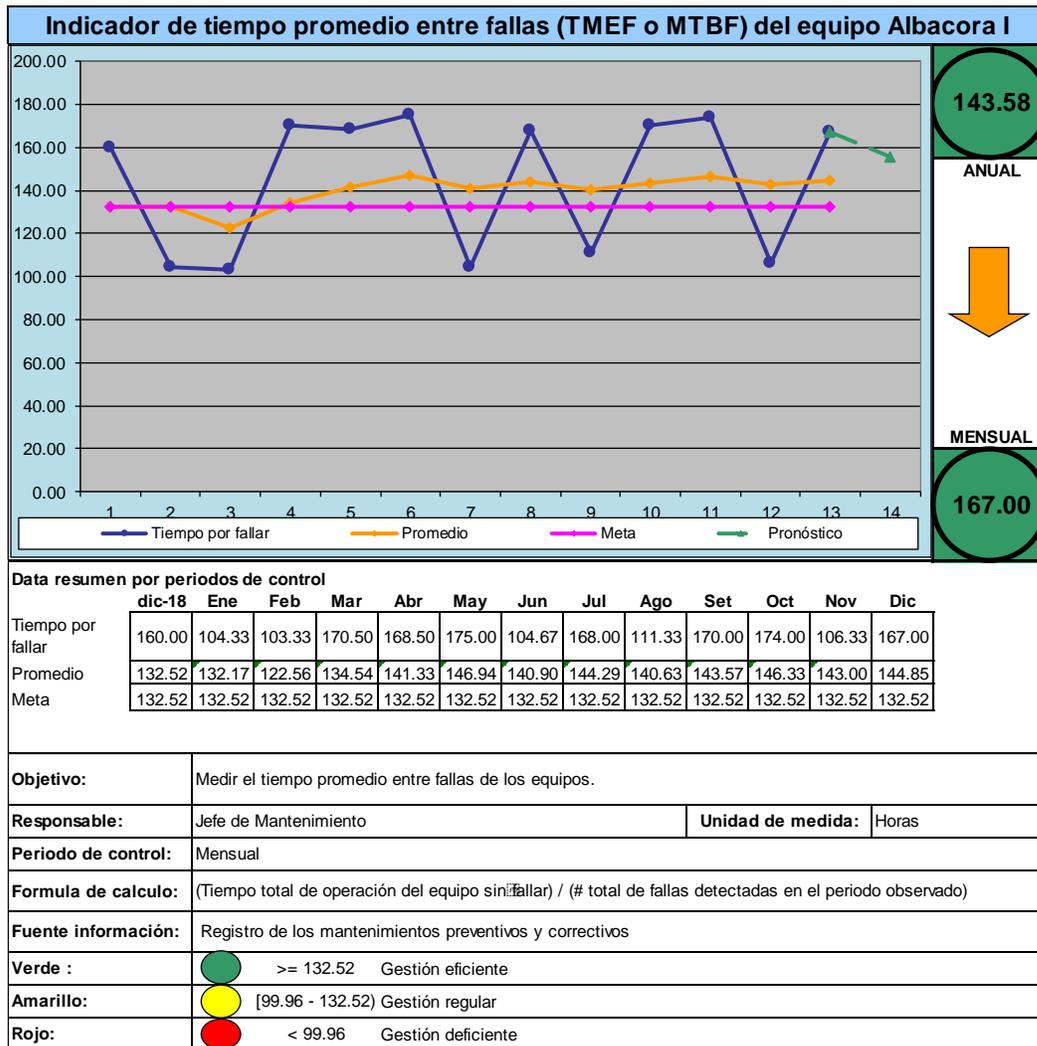


Figura 30 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Albacora I

La gestión del tiempo promedio entre fallas para el equipo Albacora I del año 2019 es eficiente (144.85 hr), se cumplió con la meta establecida de 132.52 hr, en los meses de Enero (104.33 hr), Febrero (103.33 hr), Junio (104.67 hr) y Noviembre (106.33), la gestión fue regular.

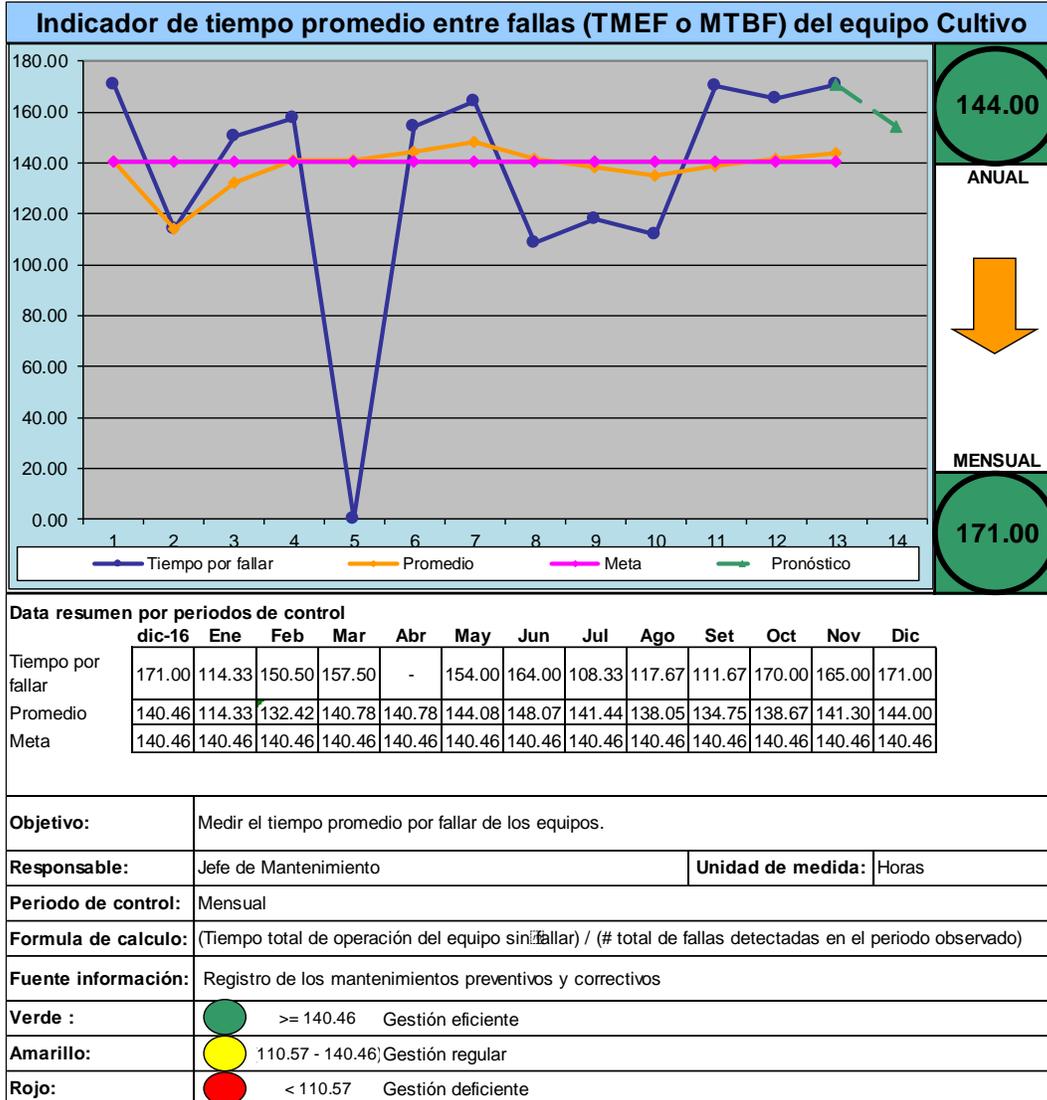


Figura 31 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Cultivo I

La gestión del tiempo promedio entre fallas para el equipo Cultivo I del año 2019 es eficiente (144.00 hr), se cumplió con la meta establecida de 140.46 hr, en los meses de Enero (104.33 hr), Febrero (103.33 hr), Junio (104.67 hr) y Noviembre (106.33), la gestión fue regular.

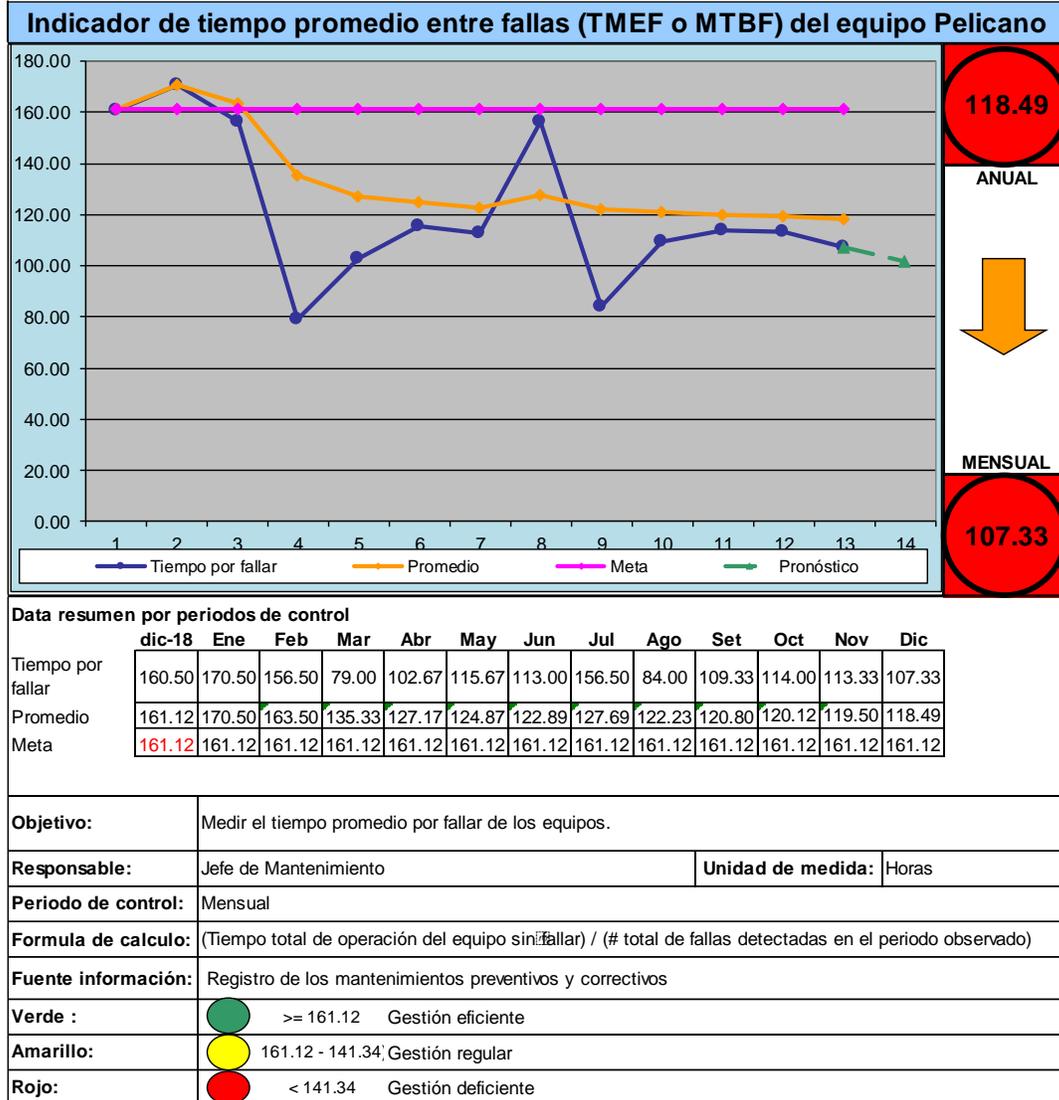


Figura 32 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Pelicano

La gestión del tiempo promedio entre fallas para el equipo Pelicano del año 2019 es deficiente (118.49 hr), no se cumplió con la meta establecida de 161.12 hr, en el mes de Enero (170.50 hr) la gestión fue eficiente y en el mes de Febrero (156.50 hr) la gestión fue regular.

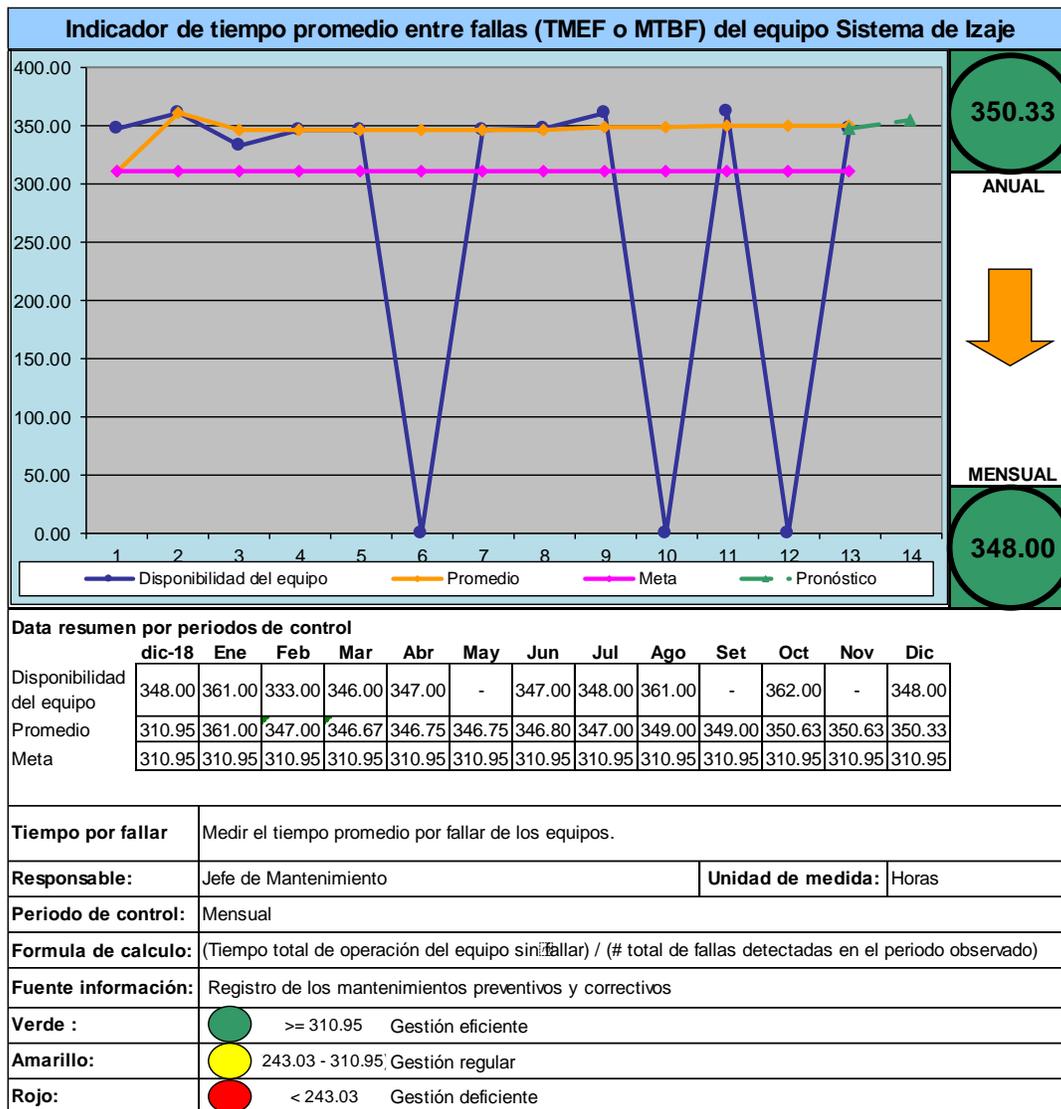


Figura 33 Indicador tiempo promedio entre fallas del equipo Sistema de Izaje

La gestión del tiempo promedio entre fallas para el equipo Sistema de Izaje Grúa del año 2019 es deficiente (348.33 hr), se cumplió con la meta establecida de 310.95 hr, en los meses de Mayo, Setiembre y Noviembre no utilizo la Grúa.

ANALISIS Y DISCUSION

Con respecto a los resultados del estado actual de la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo es regular, de 48 actividades de la gestión del mantenimiento preventivo, existe incumplimiento de 32 (66.7%) actividades y un cumplimiento de 16 (33.3%) actividades, existiendo una tendencia a una gestión deficiente. El resultado concuerda con otras investigaciones realizadas, entre las cuales están, Cristancho (2014), Galdos (2017), Arenas (2016) y Arevalo & Romero (2012) quienes mencionan que la gestión del mantenimiento es deficiente.

Los equipos críticos de área de cultivo son 4 (21.1%), para los que se realiza el plan de mantenimiento preventivo, el análisis de la criticidad se basó en equipo de reemplazo, influencia en el proceso, costos de mantenimiento, horas de parada, influencia en la calidad del producto y seguridad industrial. Resultado que difiere con la investigación de Galdos (2017) quien menciona la existencia de 9 equipos críticos, cuyo análisis está basado en el número de fallas y tiempo para reparar; y concuerda en que los equipos críticos deben tener un plan de mantenimiento preventivo; asimismo difiere con Godoy (2010) en su investigación indica 9 (50%) equipos críticos y concuerda que los equipos críticos deben tener un plan de mantenimiento preventivo; Coincide con Arevalo & Romero (2012) quienes concluyen que existen 5 equipos críticos.

En la identificación de los requerimientos del plan de mantenimiento preventivo se identificaron los equipos críticos, fallas de los equipos, actividades e insumos, costo de los insumos y mano de obra, asimismo formatos de operación para el mantenimiento preventivo, no se encontró coincidencias con otras investigaciones.

En la identificación de los requerimientos del sistema de gestión del mantenimiento preventivo, se identificó las relaciones funcionales y los subsistemas del sistema de gestión del mantenimiento preventivo, entre ellos la planificación, ejecución y control, no se encontró coincidencias con otras investigaciones.

Con la relación al plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos el cual está organizado por sistemas y subsistemas, actividades y frecuencia, resultados que coinciden con las investigaciones de Galdos (2017), Godoy (2010), Arevalo & Romero (2012) y Cristancho (2014) quienes elaboran un plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.

En cuanto a los indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos críticos, se implementó los indicadores de: Disponibilidad de equipos, tiempo promedio para fallar (TPPF o MTTF), tiempo promedio para reparar (TPPR o MTTR) y tiempo promedio entre fallas (TMEF o MTBF), resultados que coinciden con las investigaciones de Cristancho (2014) quien considera como indicadores la disponibilidad y confiabilidad de equipos, tiempo promedio entre fallas y tiempo promedio para reparar, con Arevalo & Romero (2012) quien considera el tiempo promedio entre fallas, con Aguila (2012) quien considera el tiempo promedio para reparar y disponibilidad de equipos, Arenas (2016) quien considera la disponibilidad de los equipos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se diseñó el sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo de la empresa Cultimarine, con los subsistemas de planificación, ejecución y control del mantenimiento; y sus relaciones funcionales con las demás áreas de la empresa, entre ellos a producción, compras, almacén, recursos humanos y gestión integrada; el plan de mantenimiento preventivo y sus indicadores de gestión.

La situación actual de la gestión del mantenimiento preventivo en la empresa es regular con tendencia a deficiente, los entrevistados indican el cumplimiento del 33.33% de las actividades correspondientes a la gestión del mantenimiento preventivo.

La gestión de la planificación del mantenimiento preventivo es deficiente, la gestión de las actividades de ejecución del mantenimiento preventivo es regular y la gestión del control del mantenimiento preventivo es deficiente.

De un total de 19 equipos, 4 (21.1%) corresponden a equipos críticos, los que, están considerados en el plan de mantenimiento preventivo, para el análisis de la criticidad se consideró: Equipo de reemplazo, influencia en el proceso, costos de mantenimiento, horas de parada, influencia en la calidad del producto y seguridad industrial.

Se identificaron los requerimientos del plan de mantenimiento preventivo entre ellos: equipos críticos, fallas en los equipos, actividades e insumo, costos de materiales y mano de obra, asimismo formatos de operación usados en el mantenimiento preventivo.

Las fallas en los equipos críticos se agruparon por sistemas y la mayor frecuencia de fallas está en los sistemas hidráulicos y enfriamiento, con baja frecuencia en los sistemas de lubricación, combustible y block.

Las actividades del mantenimiento se agruparon por equipo crítico, según las partes del equipo crítico y por sistemas, asimismo se identificó la frecuencia de las

actividades del mantenimiento preventivo. Los costos de materiales y mano de obra del mantenimiento preventivo de los equipos críticos es de S/ 77, 991.90 por año.

Se implementó el formato para el requerimiento de materiales, formato para el retiro de materiales del almacén, formato para las órdenes de trabajo para la ejecución de los servicios de mantenimiento preventivo.

En el requerimiento del sistema de gestión del mantenimiento preventivo, se realizó el diagrama de flujo del sistemas de gestión del mantenimiento preventivo, identificando los subsistemas de planificación, ejecución y control del mantenimiento preventivo, asimismo se identificó las relaciones funcionales del sistema de gestión de mantenimiento preventivo con las demás áreas de la empresa, entre ellos a producción, compras, almacén, recursos humanos y gestión integrada.

Se implementó el plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos, el cual está organizado esta organizado por sistemas y subsistemas, actividades y periodicidad del mantenimiento.

Los indicadores de gestión implementados son: Disponibilidad de equipos, tiempo medio para fallar (TPPF o MTTF), tiempo medio para reparar (TPPR o MTTR) y tiempo medio entre fallas (TMEF o MTBF).

Tabla 12 Resumen de los resultados de los indicadores de gestión del mantenimiento preventivo

Equipo	Indicadores de gestión			
	Disponibilidad	Tiempo promedio para reparar	Tiempo promedio para fallar	Tiempo promedio entre fallas
Albacora I	93.74%	7.73 hr	78.19 hr	144.85 hr
	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Eficiente
Sistema de Izaje Grúa Estacionaria	99.32%	1.56 hr	170.78 hr	348.33 hr
	Eficiente	Eficiente	Eficiente	Deficiente
Pelicano	92.99%	7.78 hr	63.53 hr	118.49 hr
	Eficiente	Eficiente	Deficiente	Deficiente
Cultivo I	88.40%	10.0 0hr	79.55 hr	144.00 hr
	Regular	Regular	Regular	Eficiente

Fuente: Elaborada por el autor

5.2 Recomendaciones

Para contribuir a la mejora del sistema de gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de cultivo, se realizan las siguientes recomendaciones:

Realizar un monitoreo de los indicadores de gestión del sistema de mantenimiento preventivo, de acuerdo al cronograma del mantenimiento preventivo programado de cada equipo, lo cual permitirá un control más eficiente y la toma de decisiones oportunas en caso de que no se cumplan con las metas establecidas.

Continuar con la implementación otros indicadores de gestión del mantenimiento preventivo para el área de cultivo y evaluar su aplicación en otras áreas importantes de la empresa.

Registrar oportunamente los niveles de cumplimiento de los indicadores establecidos en el sistema de gestión para el mantenimiento preventivo, que permita tomar decisiones oportunas en caso se detecten periodos en las cuales no se cumplen con las metas establecidas, revisando los colores amarillo o rojo.

Implementar un sistema informático que considere el sistema de gestión para el mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo, permita la automatización de los procesos del mantenimiento, entre ellos la planificación, ejecución y control del mantenimiento; agilice el flujo de trabajo y la creación de una base de datos donde estén almacenados todos los registros del proceso del mantenimiento preventivo.

Capacitar al personal responsable del mantenimiento en indicadores de gestión de mantenimiento con la finalidad de realizar el monitoreo de los indicadores de gestión del mantenimiento.

Referencias Bibliográficas

- Aguila, M. R. (2012). *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Arenas, J. V. (2016). *Prpuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa "MANFER S.R.L Contratistas Generales"*. Arequipa: Universidad Católica San Pablo.
- Arévalo, G., & Romero, P. (2012). *El Análisis de Confiabilidad como Herramienta para Optimizar la Gestión del Mantenimiento Preventivo de los Equipos de la Línea de Flotación de un Centro Minero*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Boero, C. (2012). *Mantenimiento Industrial*. Editorial Cinética Universitaria.
- Carrizosa, F. L. (2012). *ISO 9000 y la planificación de la calidad*. Bogota: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificaciones .
- Cristancho, P. (2014). *Propuesta de Mejoramiento de Gestión de Mantenimiento para el Departamento de Confiabilidad y Proyectos en la Empresa Petrosantander*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Esparza, C. (2015). *Modelo de Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Calidad en el Servicio en el Departamento de Alta Tensión de STC Metro de la Ciudad de México*. México, D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Galdos, H. (2017). *Incremento de la Operatividad de las Maquinas de la Empresa Metal Work Industrias Sac Mediante un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

- Godoy, V. T. (2010). *Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento en Equipos Comunes de Jabonería de Planta Limpieza de Alimentos Polar*. Sartenejas.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación científica* (6a ed.). Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Lindley, H. (2001). *Maintenance engineering handbook*.
- Oliverio, P. G. (2012). *Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Orlarte, W. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de Producción*.
- Quizhpi, M. Q. (2014). *Propuesta de un Sistema de Gestión para el Mantenimiento de la Empresa Cerámica Andina C.A.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Rivera, E. M. (2011). *Sistema de gestión del Mantenimiento Industrial*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marco.
- Zavala, S. F. (2015). *Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo Basado en los Indicadores de Overall Equipment Efficiency para la Reducción de los Costos de Mantenimiento en la Empresa Hidalgos Richard's S.A.C.* Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

6 Anexos

6.1 Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema	Solución planteada o hipótesis	Objetivos	Variables
<p>¿Cómo será el diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC?</p>	<p>La presente investigación por ser del tipo descriptivo, no presenta explícitamente hipótesis, según Hernández, Fernández & Baptista (2014) bibliografía “Las investigaciones descriptivas por lo general no formulan hipótesis, antes de recolectar sus datos”, su naturaleza, es más bien inducir a la hipótesis, por medio de la recolección y análisis de los datos de las variables.</p>	<p>GENERAL Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC</p> <hr/> <p>ESPECIFICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la situación actual de la gestión del Mantenimiento preventivo en el área de cultivo • Determinar los equipos críticos del área de cultivo para el mantenimiento preventivo. • Determinar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para el área de cultivo. • Establecer un plan de mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo • Establecer indicadores de gestión de mantenimiento preventivo de equipos para el área de cultivo 	<p>Sistema de gestión de mantenimiento preventivo</p>

6.2 Anexo 2: Entrevista al personal sobre la gestión del mantenimiento preventivo

Entrevista al personal de la empresa “CULTIMARINE S.A.C”

Datos del entrevistado

Entrevistado:		Fecha:	
Lugar:		Hora:	

Preguntas	Respuesta	
	SI	NO
1. ¿Se planifican los trabajos de mantenimiento preventivo?		
2. ¿Existe un procedimiento para los trabajos de mantenimiento preventivo?		
3. ¿Se planifica el requerimiento de los materiales utilizados en el mantenimiento preventivo para su adquisición?		
4. ¿Tiene identificado los equipos críticos del área de cultivo?		
5. ¿Conoce la frecuencia con el cual se debe realizar el mantenimiento preventivo en los equipos?		
6. ¿Se tiene identificado las actividades del mantenimiento preventivo?		
7. ¿Ejecuta el mantenimiento preventivo de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo?		
8. ¿Registra la ejecución del mantenimiento preventivo?		
9. ¿Registra el tiempo de operación de los equipos?		
10. ¿Registra el número de veces de las fallas de los equipos?		
11. ¿Conoce cuantas fallas pueden ocurrir en cada uno de los equipos durante el proceso productivo?		
12. ¿Registra el tiempo de reparación de los equipos?		
13. ¿Conoce en qué porcentaje de disponibilidad se encuentran los equipos?		
14. ¿Se mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro un periodo considerado?		
15. ¿Mide del tiempo promedio de la reparación de los equipos?		
16. ¿Mide el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo?		

6.3 Anexo 3: Validación del instrumento de investigación

JUICIO DE EXPERTOS PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

Nombre del instrumento: Entrevista al personal sobre la gestión del mantenimiento preventivo

Título de la investigación: Sistema de gestión del mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC.

Objetivo general: Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de equipos del área de cultivo de la empresa Cultimarine SAC.

Variable: Sistema de gestión del mantenimiento preventivo

DIMENSIONES/items	Escala Medición	Claridad		Pertinencia		Relevancia		Suficiencia		
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
PLANIFICACION										
1. ¿Se planifican los trabajos de mantenimiento preventivo?	Nominal • Si • NO	X		X		X		X		
2. ¿Existe un procedimiento para los trabajos de mantenimiento preventivo?		X		X		X		X		
3. ¿Se planifica el requerimiento de los materiales utilizados en el mantenimiento preventivo para su adquisición?		X		X		X		X		
4. ¿Tiene identificado los equipos críticos del área de cultivo?		X		X		X		X		
5. ¿Conoce la frecuencia con el cual se debe realizar el mantenimiento preventivo en los equipos?		X		X		X		X		
6. ¿Se tiene identificado las actividades del mantenimiento preventivo?		X		X		X		X		
EJECUCION										
7. ¿Ejecuta el mantenimiento preventivo de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo?		X		X		X		X		
8. ¿Registra la ejecución del mantenimiento preventivo?		X		X		X		X		
9. ¿Registra el tiempo de operación de los equipos?		X		X		X		X		
10. ¿Registra el número de veces de las fallas de los equipos?		X		X		X		X		
11. ¿Conoce cuantas fallas pueden ocurrir en cada uno de los equipos durante el proceso productivo?		X		X		X		X		
12. ¿Registra el tiempo de reparación de los equipos?		X		X		X		X		
CONTROL										
13. ¿Conoce en qué porcentaje de disponibilidad se encuentran los equipos?		X		X		X		X		
14. ¿Se mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro un periodo considerado?		X		X		X		X		
15. ¿Mide del tiempo promedio de la reparación de los equipos?	X		X		X		X			
16. ¿Mide el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo?	X		X		X		X			

Nombre y Apellidos:	Santos Gabriel Blas	DNI:	32778022	Firma y Sello	Opinión de aplicabilidad
Grado académico/Título:	Doctor en ingeniería industrial			 Dr. SANTOS GABRIEL BLAS ING. INDUSTRIAL REGISTRO CP N° 47862	Aplicable <input checked="" type="checkbox"/> [X]
Institución donde labora:	SIMA CHIMBOTE Y Universidad San Pedro				Aplicable después de corregir <input type="checkbox"/> []
Cargo(s) que desempeña:	Jefe de TIC y docente universitario				No aplicable <input type="checkbox"/> []

Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

Suficiencia: Comprende aspectos de la variable en calidad y cantidad, cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

6.4 Anexo 4: Criterio para el análisis de la criticidad de cada equipo

Los criterios para realizar el análisis de criticidad en cada uno de los equipos del área de cultivo se basa en los aspectos siguientes: Producción, Mantenimiento, Calidad y Seguridad.

1. Aspecto de la Producción

En el aspecto de la producción, se considera la tasa de utilización del equipo, equipos de reemplazo (Valor que indica la posibilidad de recuperar la producción con otro equipo) y la influencia del equipo en el proceso de la producción.

Valores para la tasa de la utilización del equipo

Calificación	Característica
4	>80%
2	Entre 50 7 80%
1	< 50%

Valores para equipos de reemplazo

Calificación	Característica
5	Sin posibilidad de reemplazo (única existencia)
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo
1	Equipo con duplicado

Valores para la influencia del equipo en proceso de producción

Calificación	Característica
5	Paro del proceso de producción
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso principal

2. Aspecto de Mantenimiento

En el aspecto de mantenimiento, se considera el costo mensual del mantenimiento, número de horas de paradas por averías en el mes y grado de especialización del equipo.

Valores según costo mensual de mantenimiento

Calificación	Característica
4	> S/ 1,500.00
2	Entre S/ 500.00 a 1,500.00
1	< S/ 500.00

Valores para el número de horas de paradas por averías en el mes

Calificación	Característica
4	Mayor a 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor a 1 hora

Valores según el grado de especialización del equipo

Calificación	Característica
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

3. Aspecto de la Calidad

En el aspecto de la calidad, se considera la influencia del equipo en la calidad final del producto.

Valores para la influencia en la calidad final del producto

Calificación	Característica
5	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

4. Aspecto de la Seguridad

En el aspecto de la seguridad, se considera la influencia que tiene el equipo con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente.

Valores de influencia del equipo sobre la seguridad industrial

Calificación	Característica
5	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Índices de criticidad

Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres categorías de criticidad

Valores del índice de criticidad

Categoría de criticidad	Índice de criticidad
Criticidad alta	25 a 36
Criticidad media	16 a 24
Criticidad baja	≥ 15

1. Criticidad alta: Cuando el valor del índice de criticidad es entre 25 y 35. Equipos con importancia alta, para estos equipos críticos se deben implementar el plan de mantenimiento preventivo
2. Criticidad media: El valor del índice de criticidad es entre 16 y 24. Estos equipos de importancia media, en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevara documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento
3. Criticidad baja: El valor del índice de criticidad es menor o igual a 15, son equipos secundarios en el proceso que puede ser sometidos a un plan de mantenimiento correctivo.

Matriz de criticidad para los equipo del área de cultivo

Código	Equipo	Producción			Mantenimiento			Calidad	Seguridad	Valor de criticidad
		Tasa de utilización	Equipo de reemplazo	Influencia sobre el proceso	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialidad	Influencia en la calidad del producto	Influencia en la seguridad industrial	
EFR-MI1	Marine I	2	4	4	2	1	2	2	2	19
EFR-MII2	Marine II	2	4	4	2	1	2	2	2	19
EFR-MIII3	Marine III	1	4	4	2	1	2	2	2	18
EFC-MIV1	Marine IV	4	4	4	1	1	2	1	2	19
EFC-MV2	Marine V	2	4	4	1	1	2	1	2	17
EFC-RE3	Resplandor	4	4	1	1	1	2	1	2	16
EFB-JH1	Jhon	2	4	1	1	2	2	2	2	16
EFB-MQ2	Marquitos VII	2	4	1	1	2	2	2	2	16
EFV-GA1	Gaviota	2	4	1	1	1	2	1	4	16
EFV-TJ1	Tijereta	1	4	1	1	1	2	1	4	16
CC4BEG1	Albacora	4	5	5	4	4	4	5	5	36
CC4BEG2	Cultivo I	4	5	5	4	4	4	5	5	36
CC4BEG3	Pelicano	4	5	5	4	4	4	5	5	36
CC4GR01	Grúa Estacionaria	4	5	5	4	4	4	4	4	34
CC4 - MB1	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14
CC4 - MB2	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14
CC4 - MB3	Motobomba	1	1	4	1	1	2	2	2	14
CC4 - MB4	Motobomba	1	1	2	1	1	2	2	2	12
CC4 - T1	Tamizadora	1	1	2	1	1	2	2	2	12

Fuente: Elaborada por el autor

6.5 Anexo 05: Identificación de las actividades e insumos en el mantenimiento preventivo de los equipos críticos

Fallas de los equipos críticos

Tabla 13 Data de fallas del equipo Albacora I

Código del equipo	Sistema	Descripción de la falla
CC4BEG1	Combustible	Fuga de combustible por arandela de presión (aluminio) del inyector.
	Combustible	Fuga de combustible por manguera de abastecimiento
	Lubricación	Bagueta para medir aceite del motor roto
	Enfriamiento	Enfriador de aceite del motor picado internamente , pase de agua al aceite
	Enfriamiento	Fuga de agua por colector, falta de hermeticidad
	Enfriamiento	impulsor de bomba de agua roto
	Block	Picado de tapones (bronce) de enfriamiento de agua del bock motor
	Generación	Falta de agua destilada en baterías, problema de carga
	Arranque	Solenoides de arranque quemado
	Hidráulico	Fuga de aceite por válvula direccional
	Hidráulico	Mangueras rotas por sobre presión del sistema

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 14 Data de fallas del equipo Cultivo I

Código del equipo	Sistema	Descripción de la falla
CC4BEG2	Combustible	Fuga de combustible por arandela de presión (aluminio) del inyector
	Lubricación	Bagueta para medir aceite del motor roto
	Enfriamiento	Enfriador de aceite del motor picado internamente, pase de agua al aceite
	Enfriamiento	Enfriador de aceite de caja transmisión picado internamente, pase de agua hacia el aceite
	Enfriamiento	Impulsor de bomba de agua roto
	Enfriamiento	Ruidos extraños, por rodamientos, eje torcido y fuga de agua por base bomba de agua dulce motor
	Enfriamiento	Ruidos extraños, por rodamientos y fuga de agua por base bomba de agua salada motor
	Block	Picado de tapones (bronce) de enfriamiento de agua del block motor
	Eléctrico	Reemplazo de diodos alternador

Instrumentación	Solenoide de arranque quemado
Hidráulico	Indicadores de presión y aceite malogrados, quemados
Hidráulico	Fuga de aceite por válvula direccional
Hidráulico	Mangueras rotas por sobre presión del sistema
Hidráulico	Guía de enclavamiento del sistema hidráulico desgastado
Propulsión	Ruidos extraños en caja de encroche, rodajes desgastados
Gobierno	Fuga de aceite por pistón del timón

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 15 Data de fallas del equipo Pelicano

Código del equipo	Sistema	Descripción de la falla
CC4BEG3	Combustible	Fuga de combustible por arandela de presión (aluminio) del inyector.
	Lubricación	Bagueta para medir aceite del motor roto
	Enfriamiento	enfriador de aceite del motor picado internamente , pase de agua al aceite
	Enfriamiento	enfriador de aceite de caja transmisión picado internamente , pase de agua hacia el aceite
	Enfriamiento	impulsor de bomba de agua roto
	Enfriamiento	Ruidos extraños, por rodamientos, eje torcido y fuga de agua por base bomba de agua dulce motor
	Enfriamiento	Ruidos extraños, por rodamientos y fuga de agua por base bomba de agua salada motor
	Block	Picado de tapones (bronce) de enfriamiento de agua del bock motor
	Transmisión	Protector de hélice roto
	Generación	Reemplazo de diodos alternador
	Eléctrico	Solenoide de arranque quemado
	Instrumentación	Indicadores de presión y aceite malogrados, quemados
	Hidráulico	Fuga de aceite por válvula direccional
	Hidráulico	Mangueras rotas por sobre presión del sistema
	Hidráulico	Guía de enclavamiento del sistema hidráulico desgastado
	Hidráulico	ruidos extraños en caja de encroche, rodajes desgastados
	Gobierno	fuga de aceite por pistón de timón
	Estructura	reforzamiento de tornamesa de grúa por rajaduras

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 16 Data histórica de fallas del equipo Sistema de Izaje Estacionario I

Código del equipo	Sistema	Descripción de la falla
CC4GR01	Hidráulico	Fuga de aceite por válvula direccional
	Hidráulico	Mangueras rotas por sobrepresión del sistema
	Izaje	Cable de acero roto por fricción

Fuente: Elaborada por el autor

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Albacora I

Tabla 17 Partes y sistemas del equipo Albacora I

Parte del equipo	Sistemas
Motor Centro	Sistema de combustible
	Sistema de Lubricación
	Sistema de admisión y escape
	Sistema de enfriamiento
	Sistema de Block
	Sistema de transmisión
Sistema eléctrico	Sistema de generación
	Acometidas eléctricas
	Instrumentación
	Sistema de arranque
Sistema de Izaje	Estructura
	Sistema Hidráulico
	Maniobras
Propulsión y gobierno	Sistema de gobierno
	Propulsión principal
Casco	Estructura
	Sistema de maniobra

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 18 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo Albacora I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de Combustible	Descarga del agua del depósito de combustible	Semanal
2		Verificar obstrucción líneas de combustible	Mensual
3		Sustituir el filtro primario de combustible y revisión de base portafiltro	Mensual
4		Sustituir el filtro secundario de combustible	Mensual
5		Purga de aire del sistema de combustible	Bimensual
6		Limpieza del depósito de combustible	Bimensual
7		Revisión y ajuste del régimen del motor	Cuatrimestral
8		Verificación de parado y pulverización de inyectores.	2000hr
9		Reglaje de balancines de admisión y escape.	2000hr
10	Sistema de Lubricación	Cambio del aceite motor y el filtro	Mensual
11		Añadir grasa a juntas de conexión motor	Mensual
12		Revisión del sistema de ventilación del cárter motor	Bimensual
13	Sistema de admisión y escape	Comprobación de estado de Filtro de aire	Semanal
14		Inspección visual ducto de escape	Mensual
15		Limpiar o cambiar el filtro de aire/limpieza 06 veces máximo/ cambio anual	Bimensual
16		Verificación del sistema de admisión de aire	Cuatrimestral
17		Verificación de estado de cámara de escape húmedo.	Cuatrimestral
18	Sistema de enfriamiento	Verificación de estado de tapa de tanque de compensación	Mensual
19		Verificación de hermeticidad de colector de agua y válvula de ingreso.	Mensual

20		Revisión y limpieza de toma de agua casco y descarga de agua de enfriamiento.	Trimestral
21		Revisión del sistema de refrigeración del motor (mangueras y conexiones)	Cuatrimstral
22		Revisión de impeller y peiner de bomba de agua salada	Cuatrimstral
23		Inspección de termostato	Cuatrimstral
24		Vaciar y enjuagar el sistema de refrigeración	2000hr
25		Revisión de bomba de agua motor	2000hr
26		Revisión de bomba de agua salada	2000hr
27		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de agua motor	2000hr
28		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite motor	2000hr
29		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite caja	2000hr
30		Revisión de estado de estructura bastidor	Mensual
31		Comprobar sujeción del alternador	Bimensual
32	Sistema de Block	Comprobar sujeción del deposito	Bimensual
33		Comprobación de los montajes del motor	Bimensual
34		Pernos y tuercas del motor - Reajuste	Bimensual
35		Pintura de estructura y block	2000hr
36	Sistema de Transmisión	Verificación de funcionamiento de manómetro de presión	Mensual
37		Revisión y reajuste de soporte de caja	Bimensual
28		Revisión y mantenimiento de control morse doble y cable de maniobra	Cuatrimstral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 19 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Albacora I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de generación	Gravedad específica del electrolito de la batería - Comprobación	Mensual
2		Comprobar sistema de carga de batería	Mensual
3		Reemplazo de terminales de baterías	Trimestral
4		Cambiar la correa de alternador.	Cuatrimstral
5		Alternador - Inspección	2000hr
6	Acometidas eléctricas	Verificación de funcionamiento de faro pirata ,iluminación sala de máquina y grúa	Mensual
7		Verificar la instalación eléctrica del motor	Mensual
8		Revisión y reajuste de pernos y tuercas de montaje de conexiones eléctricas	Mensual
9		Comprobación de la conexión a masa del motor	Mensual
10		Revisión y/o reemplazo de terminales de conexión N°12-N°14	Cuatrimstral
11	Instrumentación	Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
12		Verificar la instalación eléctrica del tablero de mando	Bimensual
13		Verificación y prueba de sensores de presión, aceite y funcionamiento de alarmas	Bimensual
14	Sistema de arranque	Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste	Mensual
15		Verificación de solenoide de arranque	Bimensual
16		Comprobar estado del bendix y cremallera	Cuatrimstral
17		Arrancador - Inspección	2000hr

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 20 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Sistema de Izaje del equipo Albacora I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Verificación de piezas torcidas, rotas o notablemente herrumbradas/corroídas.	Mensual
2		Revisión de todos los elementos estructurales para ver si hay daños.	Mensual
3		Revisión de todas las soldaduras para ver si hay roturas o fisuras.	Mensual
4		Verificación de todos los pasadores para ver si la instalación y la condición son correctas.	Mensual
5		Comprobación de pernos, reajuste y si tienen desgaste o corrosión.	Mensual
6		Inspección y evaluación de articulaciones de poste, brazos y extensible.	Mensual
7		Verificación de líneas de engrase de todo el equipo.	Mensual
8		Pintura de estructura, poste, brazos y extensibles.	Anual
9	Sistema Hidráulico	Comprobación de funcionamiento de manómetro de presión de aceite hidráulico	Semanal
10		Revisión de mangueras y tubos hidráulicos para determinar si hay daños por abrasión, abultamientos, fisuras, deterioro, fugas en conexiones y si están correctamente asegurados.	Semanal
11		Comprobación de alineación y acoplamiento entre motor marino y bomba hidráulica.	Bimensual
12		Revisión de articulaciones y varillas de accionamiento de caja de encroche	Bimensual
13		Revisión y limpieza de filtro de retorno y succión	Cuatrimestral
14		Verificación y limpieza de tanque hidráulico y accesorios (indicador nivel, filtro de llenado)	2000
15		Cambiar el aceite hidráulico y los filtros de llenado, aspiración y retorno	2000
16		Inspección y evaluación de válvula direccional	2000
17		Revisión de caja de encroche bomba hidráulica (guía de enclavamiento, rodajes y retenes)	2000
18		Revisión de bomba hidráulica	2000
19		Revisión y comprobación de válvula relief de sistema hidráulico.	2000
20		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de brazos y extensibles	2000
21		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de pistón de giro	2000
22		Inspección y evaluación de motor hidráulico	2000
23	Maniobras	Revisión de gancho de carga para ver si la distancia de la garganta es anormal, y si hay torcimiento, desgaste o fisuras.	Mensual
24		Revisión de ajuste gancho y Lengüeta de seguridad	Mensual

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 21 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para la Propulsión y Gobierno del equipo Albacora I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de gobierno	Engrase de rotula de articulación	Bimensual
2		Revisión y/o regulación de hermetizado de Eje Varon	Cuatrimestral
3		Revisión de alineamiento de Eje Varón	2000hr
4		Revisión de bomba de timón hidráulico	2000hr
5	Propulsión	Revisión de sistema de protección catódica (zinc y cable de cobre)	Trimestral
6	Principal	Inspección de protector de hélice	Trimestral

7		Revisión de brida de teflón y reajuste de pernos	Trimestral
8		Revisión y verificación de alineamiento de eje propulsión	Trimestral
9		Verificación de Hélice de Propulsión	Cuatrimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 22 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Casco del equipo Albacora I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Revisión de tapa regala	Bimensual
2		Verificación de estado de tubo de maniobra y barraganetes estribor y babor	Bimensual
3		Limpieza general obra viva	Bimensual
4		Comprobación de estado de verduguete superior	Cuatrimestral
5		Revisión y mantenimiento de mamparo de proa	Cuatrimestral
6		Revisión y mantenimiento de escotilla de sala de maquina	Cuatrimestral
7		Aplicación de pintura de cubierta y obra muerta	Cuatrimestral
8	Sistema de maniobra	Verificación y refuerzo de estructura de roldana de maniobra	Bimensual
9		Verificación y/o reemplazo de pin y bocina de roldana de maniobra	Bimensual
10		Comprobación de estado de bitas	Bimensual
11		Verificación y refuerzo de rizón de fondo	Trimestral
12		Verificación y refuerzo de rizón de bola	Trimestral
13		Comprobación de estado de cornamusas de maniobra	Trimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Cultivo I

Tabla 23 Partes y sistemas del equipo Cultivo I

Parte del equipo	Sistemas
Motor Centro	Sistema combustible
	Sistema de lubricación
	Sistema de admisión y escape
	Sistema de enfriamiento
	Sistema block
	Sistema de transmisión
Sistema Eléctrico	Sistema de generación
	Acometidas eléctricas
	Instrumentación
	Sistema de arranque
Sistema de Izaje	Estructura
	Sistema hidráulico
	Maniobras
Propulsión y Gobierno	Sistema de gobierno
	Propulsión principal
Casco	Estructura
	Sistema de maniobra

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 24 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el Motor Centro del equipo de Cultivo I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de Combustible	Descarga del agua del depósito de combustible	Semanal
2		Verificar obstrucción líneas de combustible	Mensual
3		Sustituir el filtro primario de combustible y revisión de base portafiltro	Mensual
4		Sustituir el filtro secundario de combustible	Mensual
5		Purga de aire del sistema de combustible	Bimensual
6		Limpieza del depósito de combustible	Bimensual
7		Revisión y ajuste del régimen del motor	Cuatrimestral
8		Verificación de parado y pulverización de inyectores.	2000
9		Reglaje de balancines de admisión y escape.	2000
10	Sistema de Lubricación	Cambio del aceite motor y el filtro	Mensual
11		Añadir grasa a juntas de conexión motor	Mensual
12		Revisión del sistema de ventilación del cárter motor	Bimensual
13	Sistema de admisión y escape	Comprobación de estado de Filtro de aire	Semanal
14		Inspección visual ducto de escape	Mensual
15		Limpia o cambiar el filtro de aire/limpieza 06 veces máximo/ cambio anual	Bimensual
16		Verificación del sistema de admisión de aire	Cuatrimestral
17		Verificación de estado de cámara de escape húmedo.	Cuatrimestral
18		Verificación de estado de tapa de tanque de compensación	Mensual

19		Verificación de hermeticidad de colector de agua y válvula de ingreso.	Mensual
20		Revisión y limpieza de toma de agua casco y descarga de agua de enfriamiento.	Trimestral
21		Revisión del sistema de refrigeración del motor (mangueras y conexiones)	Cuatrimestral
22		Revisión de impeller y peiner de bomba de agua salada	Cuatrimestral
23	Sistema de enfriamiento	Inspección de termostato	Cuatrimestral
24		Vaciar y enjuagar el sistema de refrigeración	2000
25		Revisión de bomba de agua motor	2000
26		Revisión de bomba de agua salada	2000
27		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de agua motor	2000
28		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite motor	2000
29		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite caja	2000
30		Revisión de estado de estructura bastidor	Mensual
31		Comprobar sujeción del alternador	Bimensual
32	Sistema de Bloc	Comprobar sujeción del deposito	Bimensual
33		Comprobación de los montajes del motor	Bimensual
34		Pernos y tuercas del motor - Reajuste	Bimensual
35		Pintura de estructura y block	2000
36		Verificación de funcionamiento de manómetro de presión	Mensual
37	Sistema de transmisión	Revisión y reajuste de soporte de caja	Bimensual
38		Revisión y mantenimiento de control morse doble y cable de maniobra	Cuatrimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 25 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el sistema eléctrico del equipo de cultivo I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de generación	Gravedad específica del electrolito de la batería – comprobación	Mensual
2		Comprobar sistema de carga de batería	Mensual
3		Reemplazo de terminales de batería	Trimestral
4		Cambiar la correa del alternador	Cuatrimestral
5		Alternador – Inspección	200
6	Acometidas eléctricas	Verificación de funcionamiento de faro pirata, iluminación sala de máquina y grúa	Mensual
7		Verificar la instalación eléctrica del motor	Mensual
8		Revisión y ajustes de pernos y tuercas de montajes de conexiones eléctricas	Mensual
9		Comprobación de la conexión a masa del motor	Mensual
10		Revisión y/o reemplazo de terminales de conexión N12-N 14	Cuatrimestral
11	Instrumentación	Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
12		Verificar la instalación eléctrica del tablero de mando	Bimensual
13		Verificación y prueba de sensores de presión ,aceite y funcionamiento de alarmas	Bimensual
14	Sistema de Arranque	Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste	Mensual
15		Verificación de solenoide de arranque	Bimensual
16		Comprobar estado del bendix y cremallera	Cuatrimestral
17		Arrancador - Inspección	200

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 26 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el sistema de izaje del equipo de cultivo I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Verificación de piezas torcidas, rotas o notablemente herrumbradas/corroídas.	Mensual
2		Revisión de todos los elementos estructurales para ver si hay daños.	Mensual
3		Revisión de todas las soldaduras para ver si hay roturas o fisuras.	Mensual
4		Verificación de todos los pasadores para ver si la instalación y la condición son correctas.	Mensual
5		Comprobación de pernos, reajuste y si tienen desgaste o corrosión.	Mensual
6		Inspección y evaluación de articulaciones de poste, brazos y extensible.	Mensual
7			Mensual
8			Mensual
9		Pintura de estructura, poste, brazos y extensibles.	Anual
10	Sistema Hidráulico	Comprobación de funcionamiento de manómetro de presión de aceite hidráulico	Semanal
11		Revisión de mangueras y tubos hidráulicos para determinar si hay daños por abrasión, abultamientos, fisuras, deterioro, fugas en conexiones y si están correctamente asegurados.	Semanal
12		Comprobación de alineación y acoplamiento entre motor marino y bomba hidráulica.	Bimensual
13		Revisión de articulaciones y varillas de accionamiento de caja de encroche	Bimensual
14		Revisión y limpieza de filtro de retorno y succión	Cuatrimstral
15		Verificación y limpieza de tanque hidráulico y accesorios (indicador nivel, filtro de llenado)	2000
16		Cambiar el aceite hidráulico y los filtros de llenado, aspiración y retorno	2000
17		Inspección y evaluación de válvula direccional	2000
18		Revisión de caja de encroche bomba hidráulica (guía de enclavamiento, rodajes y retenes)	2000
19		Revisión de bomba hidráulica	2000
20		Revisión y comprobación de válvula relief de sistema hidráulico.	2000
21		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de brazos y extensibles	2000
22		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de pistón de giro	2000
23		Inspección y evaluación de motor hidráulico	2000
24	Maniobras	Revisión de gancho de carga para ver si la distancia de la garganta es anormal, y si hay torcimiento, desgaste o fisuras.	Mensual
25		Revisión de ajuste gancho y Lengüeta de seguridad	Mensual

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 27 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para propulsión y gobierno del equipo de Cultivo I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de gobierno	Engrase de rotula de articulación	Bimensual
2		Revisión y/o regulación de hermetizado de Eje Varon	Cuatrimestral
3		Revisión de alineamiento de Eje Varon	2000
4		Revisión de bomba de timón hidráulico	2000
5	Propulsión principal	Revisión de sistema de protección catódica (zinc y cable de cobre)	Trimestral
6		Inspección de protector de hélice	Trimestral
7			
8		Revisión de brida de teflón y reajuste de pernos	Trimestral
9		Revisión y verificación de alineamiento de eje propulsión	Trimestral
10		Verificación de Hélice de Propulsión	Cuatrimestral
11		Revisión de bocina mixta de túnel	Cuatrimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 28 Actividades y frecuencia de mantenimiento preventivo para el casco del equipo de Cultivo I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Revisión de tapa regala	Bimensual
2		Verificación de estado de tubo de maniobra y barraganetes estribor y babor	Bimensual
3		Limpieza general obra viva	Bimensual
4		Comprobación de estado de verduquete superior	Cuatrimestral
5		Revisión y mantenimiento de mamparo de proa	Cuatrimestral
6		Revisión y mantenimiento de escotilla de sala de maquina	Cuatrimestral
7		Aplicación de pintura de cubierta y obra muerta	Cuatrimestral
8	Sistema de maniobra	Verificación y refuerzo de estructura de roldana de maniobra	Bimensual
9		Verificación y/o reemplazo de pin y bocina de roldana de maniobra	Bimensual
10		Comprobación de estado de bitas	Bimensual
11		Verificación y refuerzo de rización de fondo	Trimestral
12		Verificación y refuerzo de rización de bola	Trimestral
13		Comprobación de estado de cornamusas de maniobra	Trimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Determinación de las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Pelicano I

Tabla 29 Partes y sistemas del equipo Pelicano I

Parte del equipo	Sistemas
Motor Centro	Sistema combustible
	Sistema de lubricación
	Sistema de admisión y escape
	Sistema de enfriamiento
	Sistema block
	Sistema de transmisión
Sistema Eléctrico	Sistema de generación
	Acometidas eléctricas
	Instrumentación
	Sistema de arranque
Sistema de Izaje	Estructura
	Sistema hidráulico
	Maniobras
Propulsión y Gobierno	Sistema de gobierno
	Propulsión principal
Casco	Estructura
	Sistema de maniobra

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 30 Actividades y frecuencia preventivo para el motor centro del equipo de Pelicano I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de Combustible	Descarga del agua del depósito de combustible	Semanal
2		Verificar obstrucción líneas de combustible	Mensual
3		Sustituir el filtro primario de combustible y revisión de base portafiltro	Mensual
4		Sustituir el filtro secundario de combustible	Mensual
5		Purga de aire del sistema de combustible	Bimensual
6		Limpieza del depósito de combustible	Bimensual
7		Revisión y ajuste del régimen del motor	Cuatrimestral
8		Verificación de parado y pulverización de inyectores.	2000
9		Reglaje de balancines de admisión y escape.	2000
10	Sistema de Lubricación	Cambio del aceite motor y el filtro	Mensual
11		Añadir grasa a juntas de conexión motor	Mensual
12		Revisión del sistema de ventilación del cárter motor	Bimensual
13	Sistema de admisión y escape	Comprobación de estado de Filtro de aire	Semanal
14		Inspección visual ducto de escape	Mensual
15		Limpiar o cambiar el filtro de aire/limpieza 06 veces máximo/ cambio anual	Bimensual
16		Verificación del sistema de admisión de aire	Cuatrimestral
17		Verificación de estado de cámara de escape húmedo.	Cuatrimestral
18		Verificación de estado de tapa de tanque de compensación	Mensual

19		Verificación de hermeticidad de colector de agua y válvula de ingreso.	Mensual
20		Revisión y limpieza de toma de agua casco y descarga de agua de enfriamiento.	Trimestral
21		Revisión del sistema de refrigeración del motor (mangueras y conexiones)	Cuatrimestral
22		Revisión de impeller y peiner de bomba de agua salada	Cuatrimestral
23	Sistema de enfriamiento	Inspección de termostato	Cuatrimestral
24		Vaciar y enjuagar el sistema de refrigeración	2000
25		Revisión de bomba de agua motor	2000
26		Revisión de bomba de agua salada	2000
27		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de agua motor	2000
28		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite motor	2000
29		Revisión y prueba hidrostática de intercambiador de aceite caja	2000
30		Revisión de estado de estructura bastidor	Mensual
31		Comprobar sujeción del alternador	Bimensual
32	Sistema de Bloc	Comprobar sujeción del deposito	Bimensual
33		Comprobación de los montajes del motor	Bimensual
34		Pernos y tuercas del motor - Reajuste	Bimensual
35		Pintura de estructura y block	2000
36	Sistema de transmisión	Verificación de funcionamiento de manómetro de presión	Mensual
37		Revisión y reajuste de soporte de caja	Bimensual
38		Revisión y mantenimiento de control morse doble y cable de maniobra	Cuatrimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 31 Actividades y frecuencia preventiva para el sistema eléctrico del equipo Pelicano I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de generación	Gravedad específica del electrolito de la batería - Comprobación	Mensual
2		Comprobar sistema de carga de batería	Mensual
3		Reemplazo de terminales de baterías	Trimestral
4		Cambiar la correa de alternador.	Cuatrimestral
5		Alternador - Inspección	2000
6	Acometidas eléctricas	Verificación de funcionamiento de faro pirata ,iluminación sala de máquina y grúa	Mensual
7		Verificar la instalación eléctrica del motor	Mensual
8		Revisión y reajuste de pernos y tuercas de montaje de conexiones eléctricas	Mensual
9		Comprobación de la conexión a masa del motor	Mensual
10		Revisión y/o reemplazo de terminales de conexión N°12-N°14	Cuatrimestral
11	Instrumentación	Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
12		Verificar la instalación eléctrica del tablero de mando	Bimensual
13		Verificación y prueba de sensores de presión, aceite y funcionamiento de alarmas	Bimensual
14	Sistema de Arranque	Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste	Mensual
15		Verificación de solenoide de arranque	Bimensual
16		Comprobar estado del bendix y cremallera	Cuatrimestral
17		Arrancador - Inspección	2000

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 32 Actividades y frecuencia preventiva para el sistema de izaje del equipo Pelicano I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia	
1	Estructura	Verificación de piezas torcidas, rotas o notablemente herrumbradas/corroídas.	Mensual	
2		Revisión de todos los elementos estructurales para ver si hay daños.	Mensual	
3		Revisión de todas las soldaduras para ver si hay roturas o fisuras.	Mensual	
4		Verificación de todos los pasadores para ver si la instalación y la condición son correctas.	Mensual	
5		Comprobación de pernos, reajuste y si tienen desgaste o corrosión.	Mensual	
6		Inspección y evaluación de articulaciones de poste, brazos y extensible.		Mensual
7				
8				
8		Verificación de líneas de engrase de todo el equipo.	Mensual	
9	Pintura de estructura, poste, brazos y extensibles.	Anual		
10	Sistema Hidráulico	Comprobación de funcionamiento de manómetro de presión de aceite hidráulico	Semanal	
11		Revisión de mangueras y tubos hidráulicos para determinar si hay daños por abrasión, abultamientos, fisuras, deterioro, fugas en conexiones y si están correctamente asegurados.	Semanal	
12		Comprobación de alineación y acoplamiento entre motor marino y bomba hidráulica.	Bimensual	
13		Revisión de articulaciones y varillas de accionamiento de caja de encroche	Bimensual	
14		Revisión y limpieza de filtro de retorno y succión	Cuatrimstral	
15		Verificación y limpieza de tanque hidráulico y accesorios (indicador nivel, filtro de llenado)	2000	
16		Cambiar el aceite hidráulico y los filtros de llenado, aspiración y retorno	2000	
17		Inspección y evaluación de válvula direccional	2000	
18		Revisión de caja de encroche bomba hidráulica (guía de enclavamiento, rodajes y retenes)	2000	
19		Revisión de bomba hidráulica	2000	
20		Revisión y comprobación de válvula relief de sistema hidráulico.	2000	
21		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de brazos y extensibles	2000	
22		Revisión y comprobación de válvula antiretorno de pistón de giro	2000	
23		Inspección y evaluación de motor hidráulico	2000	
24	Maniobras	Revisión de gancho de carga para ver si la distancia de la garganta es anormal, y si hay torcimiento, desgaste o fisuras.	Mensual	
25		Revisión de ajuste gancho y Lengüeta de seguridad	Mensual	

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 33 Actividades y frecuencia preventiva para propulsión y gobierno del equipo Pelicano I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema de gobierno	Engrase de rotula de articulación	Bimensual
2		Revisión y/o regulación de hermetizado de Eje Varon	Cuatrimstral
3		Revisión de alineamiento de Eje Varon	2000
4		Revisión de bomba de timón hidráulico	2000
5	Propulsión principal	Revisión de sistema de protección catódica (zinc y cable de cobre)	Trimestral
6		Inspección de protector de hélice	Trimestral
7		Revisión de brida de teflón y reajuste de pernos	Trimestral
8		Revisión y verificación de alineamiento de eje propulsión	Trimestral

9		Verificación de Hélice de Propulsión	Cuatrimestral
10		Revisión de bocina mixta de túnel	Cuatrimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 34 Actividades y frecuencia preventiva para casco del equipo Pelicano I

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Revisión de tapa regala	Bimensual
2		Verificación de estado de tubo de maniobra y barraganetes estribor y babor	Bimensual
3		Limpieza general obra viva	Bimensual
4		Comprobación de estado de verduguete superior	Cuatrimestral
5		Revisión y mantenimiento de mamparo de proa	Cuatrimestral
6		Revisión y mantenimiento de escotilla de sala de maquina	Cuatrimestral
7		Aplicación de pintura de cubierta y obra muerta	Cuatrimestral
8	Sistema de maniobra	Verificación y refuerzo de estructura de roldana de maniobra	Bimensual
9		Verificación y/o reemplazo de pin y bocina de roldana de maniobra	Bimensual
10		Comprobación de estado de bitas	Bimensual
11		Verificación y refuerzo de rizon de fondo	Trimestral
12		Verificación y refuerzo de rizon de bola	Trimestral
13		Comprobación de estado de cornamusas de maniobra	Trimestral

Fuente: Elaborada por el autor

Determinar las actividades y frecuencia para el mantenimiento preventivo para el equipo Grúa Estacionaria

Tabla 35 Partes y sistemas del equipo Grúa Estacionaria

Parte del equipo	Sistemas
Motor eléctrico	Sistema eléctrico
	Estructura motor
Grúa Estacionaria	Estructura
	Sistema Hidráulico
	Maniobras
Grupo electrógeno	Sistema lubricación
	Sistema de combustible
	Sistema de admisión y escape
	Sistema de enfriamiento motor
	Estructura de motor
	Block motor
	Generador
	Sistema Eléctrico

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 36 Actividades y frecuencia preventiva para el motor eléctrico del equipo Grúa Estacionario

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema eléctrico	Reemplazo de rodajes de motor eléctrico	Anual
2		Limpieza y barnizado de estator de motor eléctrico	Anual
3		Comprobación de funcionamiento correcto ,sin ruidos extraños	Mensual
4		Comprobación de bornes de conexión eléctricas reajustadas y hermetizado de caja	Mensual
5		Verificación y ajuste de térmicos y diferenciales	Mensual
6		Verificación de parámetros eléctricos	Mensual
8		Verificación de giro libre en forma manual	Mensual
9		Verificación de calentamiento anormal de motor	Mensual
10		Verificación y ajuste de ventilador	Mensual
11		Verificación de existencia de vibraciones y reajuste de pernos de anclaje a estructura	Mensual
12		Comprobación de holguras anormales de eje	Anual
13		Comprobación de aislamiento eléctrico motor y acometidas	Mensual
14		Comprobación de circuito de mando de motor.	Mensual
15		Estructura motor	Pintura motor
16	Comprobación de los montajes del motor		Bimensual
17	Pernos y tuercas del motor - Reajuste		Mensual

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 37 Actividades y frecuencia preventiva para la grúa estacionaria del equipo Grúa Estacionario

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Estructura	Verificación de piezas torcidas, rotas o notablemente herrumbradas/corroídas.	Mensual
2		Revisión de todos los elementos estructurales para ver si hay daños.	Mensual
3		Revisión de todas las soldaduras para ver si hay roturas o fisuras.	Mensual
4		Verificación de todos los pasadores para ver si la instalación y la condición son correctas.	Mensual
5		Comprobación de pernos, reajuste y si tienen desgaste o corrosión.	Mensual
6		Inspección y evaluación de articulaciones de poste, brazos y extensible.	Mensual
7		Lubricación y verificación de líneas de engrase de todo el equipo.	Semanal
8	Sistema hidráulico	Revisión de mangueras y tubos hidráulicos para determinar si hay daños por abrasión, abultamientos, fisuras, deterioro, fugas en conexiones y si están correctamente asegurados.	Semanal
9		Revisión y limpieza de filtro de retorno y succión	Bimensual
10		Revisión de bomba hidráulica	2000
11		Revisión y comprobación de válvula relief de sistema hidráulico.	2000
12		Inspección y evaluación de motor hidráulico	2000
13		Inspección y evaluación de válvula direccional	2000
14		Revisión de tornamesa y cremallera de giro	2000
15		Verificación y limpieza de tanque hidráulico y accesorios (indicador nivel, filtro de llenado)	2000
16		Cambiar el aceite hidráulico y los filtros de llenado, aspiración y retorno	2000
17		Maniobras	Revisión de cable de acero
18	Comprobación de grapas de cable		Mensual
19	Revisión de gancho de carga para ver si la distancia de la garganta es anormal, y si hay torcimiento, desgaste o fisuras.		Mensual
20	Revisión de ajuste gancho y Lengüeta de seguridad		Mensual
21	Revisión e inspección de polea de maniobra		2000

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 38 Actividades y frecuencia preventiva para el grupo electrógeno del equipo Grúa Estacionaria

Ítem	Sistema	Actividad	Frecuencia
1	Sistema lubricación	Cambio del aceite motor	Mensual
2		Añadir grasa a juntas de conexión	Mensual
3		Revisión del sistema de ventilación del cárter	Bimensual
4	Sistema de combustible	Verificar obstrucción líneas de combustible	Mensual
5		Sustituir el filtro de combustible.	Mensual
6		Purga de aire del sistema de combustible	Bimensual
7		Revisión y ajuste del régimen del motor	Cuatrimestral
8		Verificación de parado y pulverización de inyector	2000
9		Reglaje de balancines de admisión y escape.	2000
10		Comprobación de estado de Filtro de aire	Semanal

11	Sistema de admisión y escape	Limpiar o cambiar el filtro de aire/limpieza 06 veces máximo/ cambio anual	Bimensual
12		Verificación del sistema de admisión de aire	Cuatrimstral
14		Verificación de estado de tubo de escape y silenciador	Cuatrimstral
14	Sistema de enfriamiento motor	Verificación de estado de tapa de radiador	Mensual
15		Aletas del radiador - Comprobación y limpieza	Mensual
16		Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste	Mensual
17		Cambiar la correa del ventilador/alternador.	Cuatrimstral
18		Revisión del sistema de refrigeración del motor (mangueras y conexiones)	Semanal
19		Vaciar y enjuagar el sistema de refrigeración	Cuatrimstral
20	Estructura de motor	Comprobación de los montajes del motor	Bimensual
21		Pernos y tuercas del motor - Reajuste	Mensual
22		Pintura de estructura y block	Cuatrimstral
23		Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
24	Block motor	Comprobar tensiones eléctricas	Mensual
25		Comprobar intensidad eléctrica	Mensual
26		Verificar la instalación eléctrica del generador	Mensual
27		Verificar nivel de humedad y limpieza de bobinas del generador	Mensual
28		Verificar la instalación eléctrica del panel de conexiones	Mensual
29		Revisión y reajuste de pernos y tuercas de montaje de conexiones eléctricas	Mensual
30		Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
31		Desmontaje ,limpieza y barnizado de estator	2000
32		Desmontaje ,limpieza y barnizado de excitatriz	2000
33		Revisión de pintura de estructura y cuerpo generador	2000
34	Generador	Gravedad específica del electrolito de la batería - Comprobación	Mensual
35		Comprobar sistema de carga de batería	Mensual
36		Verificar la instalación eléctrica del grupo	Mensual
37		Verificar la instalación eléctrica del tablero	Mensual
38		Revisión y reajuste de pernos y tuercas de montaje de conexiones eléctricas	Mensual
38		Verificar operatividad de instrumentación e indicadores	Mensual
40		Comprobación de la conexión a masa del motor	Mensual
41		Reemplazo de terminales de baterías	Trimestral
42		Comprobar estado del bendix y cremallera	Cuatrimstral
43		Arrancador - Inspección	2000
44		Alternador - Inspección	2000

Fuente: Elaborada por el autor

6.6 Anexo 06: Costo de mano de obra e insumos para el mantenimiento preventivo de los equipos críticos

Tabla 39 Costo de mano de obra

Ítem	Cargo	Costo/Hora S/.
1	Técnico mecánico de flota	7.97
2	Técnico hidráulico	8.51
3	Técnico electricista industrial	8.33
4	Técnico de mecánica y soldadura	7.06
5	Técnico de fibra y pintura	7.08
6	Operador	4.75

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 40 Costo de insumos

Ítem	Descripción de artículo	Costo Unit.	U.M
1	Faja A-44	S/. 42.00	Und
2	Trapo industrial	S/. 10.00	Kg
3	Aceite mobil 15W40	S/. 52.00	Gl
4	Aceite hidráulico SAE 68	S/. 40.00	Gl
5	Filtro Petróleo PUROLATOR F 55175	S/. 15.00	Gl
6	Filtro Racor 2010	S/. 10.00	Gl
7	Filtro Aceite LF-9604	S/. 18.00	Gl
8	Grasa EP-2	S/. 12.00	Kg
9	Filtro de aire para motor hyundai 120 HP	S/. 525.08	Und
10	Silicona automotriz grey 999	S/. 9.00	Und
11	Soldimix 10 minutos	S/. 9.90	Und
12	Resina P-4	S/. 20.00	Kg
13	Monoestireno	S/. 9.50	Kg
14	Fibra mat-450	S/. 9.50	Kg
15	Brocha 2"	S/. 4.00	Und
16	Brocha 3"	S/. 5.00	Und
17	Rodillo pelo 3"	S/. 7.50	Und
18	Talco industrial	S/. 4.50	Kg
19	Tiza merluza	S/. 2.00	Kg
20	Thinner Acrílico	S/. 15.00	Gln.
21	Titanio	S/. 20.00	Kg
22	Espatulas 3"	S/. 3.50	Und
23	Waipe fino	S/. 2.00	Kg
24	Lija #40	S/. 2.00	Und
25	Peróxido	S/. 60.00	Kg
26	Cobalto	S/. 60.00	Kg

27	Pintura antifouling	S/. 175.00	Jgo
----	---------------------	------------	-----

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 41 Costos de grúa Albacora I

Frecuencia	Total Actividades	Total Horas	Costo hora-Hombre S/.	Costo Insumos S/.	Costo Total S/.
Semanal	212	30.55	242.68	397.50	640.18
Mensual	324	127.48	951.19	4,656.00	5,607.19
Bimensual	126	198.00	1,478.51	1,934.40	3,412.91
Trimestral	36	204.20	1,544.42	1,000.00	2,544.42
Cuatrimestral	51	247.35	1,881.66	3,270.90	5,152.56
Anual	1	24.00	204.24	188.00	392.24
2000 horas	22	136.45	1,096.08	2,043.00	3,139.08
Total general	772	969.23	7,398.78	13,489.80	20,888.58

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 42 Costos de grúa Pelicano

Frecuencia	Total Actividades	Total Horas	Costo hora-Hombre S/.	Costo Insumos S/.	Costo Total S/.
Semanal	212	30.47	241.57	397.50	639.07
Mensual	324	127.48	951.19	3,996.00	4,947.19
Bimensual	126	198.00	1,478.51	2,189.40	3,667.91
Trimestral	36	204.20	1,544.42	1,000.00	2,544.42
Cuatrimestral	51	247.35	1,881.66	3,711.90	5,593.56
Anual	1	24.00	169.92	188.00	357.92
2000 horas	22	136.45	1,096.08	2,077.00	3,173.08
Total general	772	969.15	7,363.35	13,559.80	20,923.15

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 43 Costos de grúa cultivo I

Frecuencia	Total Actividades	Total Horas	Costo hora-Hombre S/.	Costo Insumos S/.	Costo Total S/.
Semanal	212	30.47	241.57	265.00	506.57
Mensual	325	127.48	951.19	4,319.00	5,270.19
Bimensual	126	198.00	1,478.51	4,001.40	5,479.91
Trimestral	36	204.20	1,544.42	880.00	2,424.42

Cuatrimestral	54	301.35	2,262.90	2,879.40	5,142.30
Anual	1	24.00	169.92	188.00	357.92
2000 horas	22	136.45	1,096.08	2,077.00	3,173.08
Total general	776	1,023.15	7,744.59	14,609.80	22,354.39

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 44 Costos de la Grúa Estacionaria

Frecuencia	Total Actividades	Total Horas	Costo hora-Hombre S/.	Costo Insumos S/.	Costo Total S/.
Semanal	212	44.02	366.21	2,120.00	2,486.21
Mensual	528	310.00	2,467.75	4,728.00	7,195.75
Bimensual	36	24.00	187.23	594.00	781.23
Trimestral	4	1.00	8.33	8.00	16.33
Cuatrimestral	21	71.45	524.42	570.00	1,094.42
Anual	5	76.00	613.08	265.00	878.08
2000 horas	10	71.00	602.77	771.00	1,373.77
Total general	816	597.47	4,769.78	9,056.00	13,825.78

Fuente: Elaborada por el autor

Sistema	Actividades	Frecuencia	ENE					FEB					MAR					ABR					MAY					JUN					JUL					AGO					SET					OCT					NOV					DIC					Responsable
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5											
Sistema de generacion	Gravedad especifica del electrolito de la bateria - Comprobación	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista					
Sistema de generacion	Comprobar sistema de carga de bateria	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista										
Sistema de generacion	Reemplazo de terminales de baterias	Trimestral						P															P															P															electricista										
Sistema de generacion	Cambiar la correa de alternador.	Cuatrimestral											P															P															P					electricista															
Sistema de generacion	Alternador - Inspección	2000											P															P																				electricista															
Acometidas electricas	maquina y grua	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista										
Acometidas electricas	Verificar la instalacion electrica del motor	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista															
Acometidas electricas	electricas	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista															
Acometidas electricas	Comprobación de la conexión a masa del motor	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista															
Acometidas electricas	Revision y/o reemplazo de terminales de conexión N°12-N°14	Cuatrimestral											P															P															P					electricista															
Instrumentacion	Verificar operatividad de instrumentacion e indicadores	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista															
Instrumentacion	Verificar la instalacion electrica del tablero de mando	Bimensual						P										P										P										P										electricista															
Instrumentacion	Verificacion y prueba de sensores de presion,aceite y funcionamiento de alarmas	Bimensual						P										P										P										P										electricista															
Sistema de arranque	Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste	Mensual	P					P					P					P					P					P					P					P					P					P					electricista										
Sistema de arranque	Verificacion de solenoide de arranque	Bimensual						P										P										P										P										electricista															
Sistema de arranque	Comprobar estado del bendix y cremallera	Cuatrimestral											P															P															P					electricista															
Sistema de arranque	Arrancador - Inspección	2000											P															P																				Soldador															

Figura 35 Plan de mantenimiento preventivo para el Sistema Eléctrico del equipo Albacora I
Fuente: Elaborada por el autor

6.8 Anexo 08: Tiempo de operación y mantenimiento de los equipos críticos

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Albacora I del año 2018

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	208.00	135.50	17.50	3.00
Febrero	336	198.00	130.00	6.00	2.00
Marzo	378	164.00	140.00	71.00	3.00
Abril	322	126.00	134.00	59.00	3.00
Mayo	364	199.00	139.00	24.00	2.00
Junio	336	168.00	126.00	38.00	4.00
Julio	336	167.00	153.00	12.00	4.00
Agosto	364	200.00	116.00	46.00	2.00
Setiembre	364	209.00	136.00	16.00	3.00
Octubre	364	247.00	93.00	20.00	4.00
Noviembre	350	211.00	129.00	6.00	4.00
Enero	350	168.00	152.00	26.00	4.00

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Albacora I del año 2019

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	150.00	163.00	48.00	3.00
Febrero	336	160.00	150.00	24.00	2.00
Marzo	350	159.00	182.00	6.00	3.00
Abril	350	144.00	193.00	10.00	3.00
Mayo	364	163.00	187.00	12.00	2.00
Junio	350	132.00	182.00	32.00	4.00
Julio	350	186.00	150.00	10.00	4.00
Agosto	364	222.00	112.00	28.00	2.00
Setiembre	350	205.00	135.00	7.00	3.00
Octubre	364	237.00	111.00	12.00	4.00
Noviembre	350	206.00	113.00	27.00	4.00
Enero	350	191.00	143.00	12.00	4.00

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Cultivo del año 2018

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	190.50	132.50	38.00	3.00
Febrero	336	199.00	125.00	9.00	3.00
Marzo	378	204.00	149.00	22.00	3.00
Abril	322	131.50	126.00	4.50	60.00
Mayo	364	184.00	151.00	27.00	2.00
Junio	336	184.00	131.00	17.00	4.00
Julio	336	167.60	133.40	31.00	4.00
Agosto	364	238.80	117.20	4.00	4.00
Setiembre	364	224.60	128.40	7.00	4.00
Octubre	364	190.50	132.50	38.00	3.00
Noviembre	336	199.00	125.00	9.00	3.00
Diciembre	378	204.00	149.00	22.00	3.00

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Cultivo del año 2019

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	185.00	158.00	18.00	3.00
Febrero	336	153.00	148.00	32.00	3.00
Marzo	350	134.00	181.00	32.00	3.00
Abril	350	38.00	94.00	0.00	218.00
Mayo	364	134.00	174.00	54.00	2.00
Junio	350	140.00	188.00	18.00	4.00
Julio	350	173.00	152.00	21.00	4.00
Agosto	364	213.00	140.00	7.00	4.00
Setiembre	350	215.00	120.00	11.00	4.00
Octubre	364	241.00	99.00	22.00	2.00
Noviembre	350	222.00	108.00	18.00	2.00
Diciembre	350	202.00	140.00	6.00	2.00

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Pelicano del año 2018

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	201.00	143.00	17.00	3.00
Febrero	336	186.00	127.00	20.00	3.00
Marzo	378	212.50	154.00	8.50	3.00
Abril	322	166.00	142.00	10.00	4.00
Mayo	364	215.00	143.00	2.00	4.00
Junio	336	127.00	176.00	30.00	3.00
Julio	336	22.00	96.00	0.00	218.00
Agosto	364	231.00	110.00	20.00	3.00
Setiembre	364	228.00	125.00	7.00	4.00
Octubre	364	255.00	100.00	5.00	4.00
Noviembre	350	183.00	138.00	26.00	3.00
Diciembre	350	186.00	153.00	8.00	3.00

Tiempo de operación y mantenimiento del equipo Pelicano del año 2019

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	180.00	161.00	20.00	3.00
Febrero	336	146.00	167.00	20.00	3.00
Marzo	350	112.00	204.00	31.00	3.00
Abril	350	133.00	175.00	38.00	4.00
Mayo	364	173.00	174.00	13.00	4.00
Junio	350	155.00	184.00	8.00	3.00
Julio	350	168.00	145.00	34.00	3.00
Agosto	364	205.00	131.00	25.00	3.00
Setiembre	350	211.00	117.00	18.00	4.00
Octubre	364	238.00	104.00	18.00	4.00
Noviembre	350	217.00	123.00	7.00	3.00
Diciembre	350	181.00	141.00	25.00	3.00

**Tiempo de operación y mantenimiento del Sistema de Izaje Guía Estacionaria del
año 2018**

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	181.00	131.00	17.00	4.00
Febrero	336	166.00	133.40	31.00	4.00
Marzo	378	191.00	117.20	4.00	4.00
Abril	322	151.00	128.40	7.00	4.00
Mayo	364	190.00	112.40	8.00	2.00
Junio	336	170.00	126.00	12.00	2.00
Julio	336	172.00	145.20	6.00	2.00
Agosto	364	140.00	222.00	1.00	1.00
Setiembre	364	181.00	182.00	0.00	1.00
Octubre	364	186.00	176.00	1.00	1.00
Noviembre	350	177.00	170.00	2.00	1.00
Diciembre	350	164.00	184.00	1.00	1.00

**Tiempo de operación y mantenimiento del Sistema de Izaje Guía Estacionaria del
año 2019**

Meses	Tiempo Demandado	Tiempo de operación	Detenciones		
			No programadas		Programadas
			Proceso	Falla	Mant. Preventivo
Enero	364	190.00	171.00	2.00	1.00
Febrero	336	157.00	176.00	2.00	1.00
Marzo	350	142.00	204.00	2.00	2.00
Abril	350	158.00	189.00	1.00	2.00
Mayo	364	167.00	195.00	0.00	2.00
Junio	350	160.00	187.00	2.00	1.00
Julio	350	167.00	181.00	1.00	1.00
Agosto	364	195.00	166.00	2.00	1.00
Setiembre	350	184.00	165.00	0.00	1.00
Octubre	364	196.00	166.00	1.00	1.00
Noviembre	350	187.00	162.00	0.00	1.00
Diciembre	350	172.00	176.00	1.00	1.00