



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

### **MECÁNICA ELÉCTRICA**

"Propuesta del Mantenimiento Autónomo a equipos electromecánicos para reducir costos operativos en Constructora Naval El Nazareno - Lambayeque"

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

#### **AUTOR:**

Viera Alvarado, Frany Luisin (ORCID: [0000-0001-9755-4293](https://orcid.org/0000-0001-9755-4293))

#### **ASESOR:**

Mg. Celada Padilla, James Skinner (ORCID: [0000-0002-5901-2669](https://orcid.org/0000-0002-5901-2669))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi Dios todo Poderoso porque nunca se olvida de mí de las tantas cosas que paso, él siempre está en mi camino, a mi maravilloso hijo Dylan Luisin, por ser mi inspiración para luchar cada día, a mi esposa Marjore por ser mi soporte y mi gran ayuda profesional, te amo, a mi gran Madre Elizabeth Alvarado Vargas la cual es y será mi base primordial para seguir adelante, a mis hermanos Alexander y Rosmery por estar en las buenas y en las malas, y a mi padre José, por toda su ayuda incondicional, para ustedes este logro.

## **Agradecimiento**

Agradezco al Dios Padre todopoderoso, por siempre guiarme en mi vida diaria y darme la gran oportunidad de poder terminar la carrera de Ing. Mecánica Eléctrica con éxito, por la perseverancia, tranquilidad y confianza que puso en mí durante todo el tiempo que duraron mis estudios que fueron de arduo sacrificio.

Muy gradecido al Sr Alfredo Chayan Castro propietario de la empresa de construcción naval el “NAZARENO”. Por permitirme realizar este gran proyecto para su empresa.

A mi familia Alvarado Vargas, por estar siempre en las buenas y en las malas, a mi familia Viera Chuyes, a mi familia Alvarado Sánchez, Gómez Alvarado, Zurita Rodriguez y a mis amigos en general.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÒRICO .....	5
III.METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	15
IV.RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN .....	50
VI.CONCLUSIONES .....	54
VII.RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS .....	60

## Índice de tablas

Tabla 1. Actividades de los departamentos de producción y mantenimiento .....	9
Tabla 2. Técnicas e instrumentación de recolección de datos .....	14
Tabla 3. Registro de Horas de cada reparación .....	16
Tabla 4. Tiempo promedio entre defectos (MTBF).....	17
Tabla 5. Tiempo promedio de arreglo (MTTR) .....	18
Tabla 6. Determinación de la Disponibilidad .....	18
Tabla 7. Convención establecida mundialmente .....	19
Tabla 8. Registro de falla de cepillo eléctrico .....	20
Tabla 9. Registro de falla de la motosierra .....	20
Tabla 10. Registro de falla de la garlopa eléctrica.....	21
Tabla 11. Registro de falla de la lijadora angular .....	21
Tabla 12. Registro de falla de taladro eléctrico .....	22
Tabla 13. Registro de falla de la pistola eléctrica .....	22
Tabla 14. Registro de falla del esmeril .....	23
Tabla 15. Plan de mantenimiento de Cepillo eléctrico.....	24
Tabla 16. Plan de mantenimiento de la garlopa eléctrica.....	25
Tabla 17. Plan de mantenimiento de la motosierra .....	26
Tabla 18. Plan de mantenimiento de la pulidora lijadora angular.....	27
Tabla 19. Plan de mantenimiento del taladro eléctrico.....	28
Tabla 20. Plan de mantenimiento de la pistola eléctrica .....	29
Tabla 21. Plan de mantenimiento del esmeril.....	30
Tabla 22. Cepillo eléctrico .....	31
Tabla 23. Motosierra .....	31
Tabla 24. Garlopa eléctrica .....	31
Tabla 25. Pulidora lijadora angular.....	32
Tabla 26. Taladro eléctrico .....	32
Tabla 27. Pistola eléctrica .....	32
Tabla 28. Esmeril .....	32
Tabla 29. Proyección del Número de veces al año fuera de servicio .....	33
Tabla 30. Tiempo promedio entre defectos (MTBF).....	34
Tabla 31. Tiempo promedio de arreglo (MTTR) .....	35
Tabla 32. Disponibilidad De Equipos.....	35

Tabla 33. Disponibilidad (Aplicando Mantenimiento).....	36
Tabla 34. Área y funciones.....	38
Tabla 35. Costos de mano de obra, Enero – Diciembre 2019.....	39
Tabla 36. Reporte del Número de servicios por mes / 2019 .....	39
Tabla 37. Costo de Inversión del Proyecto.....	41
Tabla 38. Datos del Tablero de Herramientas mecánicas.....	42
Tabla 39. Datos del Tablero de herramientas eléctricas .....	42
Tabla 40. Datos de implementación de taller eléctrico .....	43
Tabla 41. Datos de insumos para el taller. ....	43
Tabla 42. Formatos de órdenes de mantenimiento .....	45
Tabla 43. Flujo de caja del proyecto de inversión .....	46
Tabla 44. Cálculo del Valor Actual Neto.....	47
Tabla 45. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno .....	48
Tabla 46. Cuadro de amortización reducción cuota .....	49

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación entre índices de disponibilidad .....	36
--	----

## Índice de figuras

Figura 1. Costos fijos y variables .....	11
Figura 2. Organigrama de procedimiento de investigación .....	14
Figura 3. Organigrama de la empresa .....	37

## Resumen

En la investigación “Propuesta del Mantenimiento Autónomo a equipos electromecánicos para reducir costos operativos en Constructora Naval El Nazareno - Lambayeque” está enmarcada dentro de la línea de investigación: planes de mantenimiento, y tiene como objetivo de estudio: analizar cómo influyo la aplicación del mantenimiento realizado por los mismos operarios de los equipos de la Constructora Naval “El Nazareno”, en la reducción de los costos de producción.

El indicador de disponibilidad, se cuantifica en función a los tiempos de fallos de los equipos en la planta, este indicador se determina en el periodo de un año, para cada uno de los equipos; lográndose evidenciar que su valor oscila entre el 80 y 90%, es decir, periodos de tiempo entre 10 y 20% en los cuales la planta no opera, debido a que los equipos están en el taller, en proceso de reparación.

Con la aplicación de un plan de mantenimiento autónomo para cada equipo, y que es realizado por el mismo personal, se incrementa el valor de disponibilidad desde 88 al 93% en promedio, lo cual reduce los costos de producción de \$ 526 a 497 por servicio en promedio, dicho valor corresponde a los costos de producción solo por mano de obra por cada servicio realizado.

Finalmente, se realizó la evaluación económica del proyecto, con valores de VAN y TIR de 7194.92 y de 8% respectivamente, así como también una relación beneficio / costo de 1.78, valores que hacen factible la realización del proyecto.

**Palabras clave:** Mantenimiento autónomo, disponibilidad, costo de producción.

## Abstract

The current research "Autonomous Maintenance Proposal of electromechanical equipment in order to reduce operating costs at Naval Construction Nazareno - Lambayeque", it is framed within the investigation line: the maintenance plans and it has as object of study: the analysis of the influence of the maintenance application carried out by the same operators of the machines and / or equipment of the Naval Construction Company "El Nazareno" to reduce production costs.

The availability indicator is quantified according to the failure times of the equipment in the plant. This indicator is determined in the period of one year for each equipment. By doing so, we evidence that its value oscillates between 80% and 90%, which means, periods of time between 10% and 20% when the plant does not operate because the equipment is in the process of being repaired at the fixing shop.

With the application of an autonomous maintenance plan for each equipment and by being carried out by the same staff, the availability value increases from 88% to 93% as an estimate average, reducing the production costs from 526 to 497 Soles per service. This value corresponds to production costs of manpower only and for each service performed.

Finally, the economic evaluation of the project was carried out with VAN and TIR values of 7194.92 and 8% respectively, as well as a benefit / cost ratio of 1.78 values that makes the project feasible.

**Keywords:** Autonomous maintenance, availability, production cost.

## **I.INTRODUCCIÓN**

En Ecuador, muchas empresas del sector minero, son supervisadas y auditadas para verificar cómo están avanzando en cuanto a la disponibilidad de los equipos de los procesos de extracción de minerales, y se observa un incremento del valor de la disponibilidad en los últimos años. El incremento llega a valores del 88%, siendo hace 10 años valores del 70%, esta realidad es influenciado por el ingreso de tecnologías cada vez más eficientes, y además las empresas están invirtiendo en capacitación al personal técnico y personal operativo. (RUBIO Rodríguez, 2014)

La falta de una planificación y programación del mantenimiento en estos equipos ha ocasionado la indisponibilidad de los mismos, generando como consecuencia retraso en la construcción y mantenimiento de las obras viales planificadas debido a los diferentes fallos que han producido paros totales y parciales en los equipos con la consecuente elevación de costos tanto operativos como de mantenimiento, constituyéndose en un grave problema para la administración municipal. (CONTRERAS Quipe, 2016)

“Los problemas por averías en la maquinaria de vibrado son las principales causas de gastos dentro de la empresa, se han generado constantemente paros en la producción, tiempos muertos, fallas en las especificaciones, reposición de productos por no conformidades, gastos en reparaciones y repuestos que pudieron ser reemplazados desde un inicio, pero la falta del conocimiento y la implementación de un plan de Mantenimiento Autónomo en su momento no pudo ser contrarrestado.

El problema es, que en muy pocas ocasiones los operarios de las máquinas atienden problemas menores como: limpieza, lubricación, ajuste de tornillos y rondanas faltantes, piezas no ajustadas, entre otros, se generan así fallas del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas, velocidad de operación reducida, defectos en el proceso, pérdidas de tiempo al tener que rehacer partes de él, reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas” (VARGAS Monrroy, 2016 pág. 15).

“Clorox de México es una empresa transnacional de origen americano que inició operaciones en 1992; cuenta con una planta de manufactura ubicada en

Tlalnepantla, Estado de México donde elabora productos de consumo masivo, tales como, blanqueadores, limpiadores, y abrillantadores para autos. Dentro de las principales marcas que fabrica y comercializa en México son: Clorox, Poett y Armor Ali.

A pesar de la ampliación realizada, Clorox sigue enfrentando problemas de abasto, ocasionados principalmente por altos índices de tiempo muerto que resultan en bajas eficiencias en las líneas de producción, las cuales, van desde 45 hasta 60%, es decir, que la planta tiene al menos un 40% de capacidad subutilizada. Las principales causas de los tiempos muertos son averías, paros de proceso, problemas de ajustes y cambios de presentación, así como, errores en la operación de las máquinas. Hoy en día la planta cuenta con cinco líneas de producción en el área de empaque, y continúa enfrentando problemas de capacidad” (Albarrán, 2008 pág. 08)

El indicador de mantenimiento relacionada directamente a producción es la eficiencia global de equipos, este indicador muestra la disponibilidad, el rendimiento de los equipos y la calidad de producto que con estos se genera. Inicialmente la eficiencia global de equipos en el área de molienda de la planta de alimentos balanceados de la empresa San Fernando S.A. se encontraba por debajo del 70% generando problemas de atrasos e insatisfacción en la producción en general. Por lo expuesto el sistema de gestión de mantenimiento que se detalla en el presente trabajo propone principalmente eliminar las averías y defectos de los equipos del área de molienda” (ROJAS, 2014 pág. 13).

“En el mantenimiento de los equipos Trackless en Uchucchacua, se Observa que el operador no interviene en el desarrollo del mantenimiento preventivo programado de su equipo y cuando se presenta un problema no sabe reportarlo con la exactitud que se requiere, esto influye en la baja disponibilidad del equipo siendo una de las tantas debilidades que se tenía como problema global en esta unidad de producción” (VALDEZ Garcia, 2017 pág. 18).

En las instalaciones de la Constructora Naval, ubicada en la Caleta San José, Provincia de Lambayeque, se observaron que en los equipos que se utilizan para la fabricación de pequeñas y medianas embarcaciones, presentan fallas en su

funcionamiento, así como también, que las reparaciones de dichos componentes, toman tiempos largos, lo cual hace que las labores no se realicen de manera continua.

Los equipos eran operados por los trabajadores de la empresa constructora, pero cuando sufren una avería, ellos no tienen la capacidad para realizar la reparación, debido al desconocimiento de su funcionamiento. Una avería en la empresa, es un problema que, para su solución, toma entre 5 y 6 días, debido a que ésta se realiza fuera de la empresa, y sumado a ello, el suministro de los repuestos, no se hace en forma inmediata. Los tiempos que demora la reparación, incrementa el tiempo de entrega del servicio, como también los costos por mano de obra, y este costo va sujeto a las cantidades de reparaciones que realizan los operarios.

Se formuló la siguiente pregunta: ¿La propuesta del mantenimiento autónomo reducirá los costos operativos de los equipos electromecánicos en la constructora naval el nazareno?

La investigación se justificó desde el punto de vista económico, porque en la constructora naval el Nazareno, según lo analizado, presenta un costo de mantenimiento en los equipos electromecánicos elevados, dichos costo se suscita por la cantidad de reparaciones correctivas, la falta de capacitación y sobre todo por el alto índice de costo de los repuestos y la mano de obra.

Técnicamente se justificó la propuesta, porque la utilización del mantenimiento autónomo logra reducir las fallas prematuras de los equipos electromecánicos, además se incrementará la disponibilidad y se tendrá un mejor control al momento de sus reparaciones.

Ambientalmente, esta investigación del mantenimiento autónomo pretendió minimizar el consumo de energía eléctrica, mejorando el ordenamiento de los equipos, la limpieza que se debe realizar diario en la empresa como en los equipos, la recolección y selección de la materia prima y así estaremos contribuyendo de una otra forma con el medio ambiente.

En el ámbito social, la investigación permitió un mejor control técnico, moral, cultural, en los operarios, ya que el mantenimiento autónomo, propone medidas de responsabilidad, disciplina, operatividad y respeto en las normas, que cada

empleador y empresa debe manejar. Además de ello se eleva el nivel de competencia técnica del operario, lo cual permite incentivar sus habilidades para el trabajo industrial.

El presente proyecto tuvo como objetivo principal, proponer el Mantenimiento Autónomo, a equipos electromecánicos para reducir costos operativos en constructora naval El Nazareno – Lambayeque; para lo cual se estableció cuatro objetivos específicos a fin de lograr lo proyectado, siendo éstos:

- Determinar la disponibilidad actual de los equipos de la constructora naval.
- Proponer las labores de mantenimiento autónomo de los equipos electromecánicos y de los operadores.
- Determinar el nuevo índice de Disponibilidad en los equipos electromecánicos.
- Proponer el mantenimiento autónomo, a equipos electromecánico para reducir costos operativos en constructora naval El Nazareno – Lambayeque.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta, utilizando indicadores económicos, tales como TIR, VAN, relación Beneficio / Costo.

La hipótesis de la investigación: reducirá los costos de operatividad de los equipos electromecánicos de la empresa naval el nazareno teniendo en cuenta la propuesta del plan de mantenimiento autónomo.

## **II.MARCO TEÓRICO**

Existen investigaciones relacionadas al plan de mantenimiento autónomo y a los costos operativos.

(MOYA, 2015 pág. 2), en su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el Mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de Equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS”. Tecnológico de Costa Rica.

Teniendo en cuenta los productos de fabricación que produce la planta FAS, el TPM es una propuesta para su aplicación, enfocándose principalmente en el mantenimiento preventivo, consecutivamente continuado por el mantenimiento autónomo y la filosofía de las 5 “S”. Como primer paso, se desarrolla la codificación antes del mantenimiento preventivo ya que carece de poca información referente a las condiciones de los equipos y su accionar. Luego, se realizan análisis de tipos de fallas en los distintos equipos, con el fin de seleccionarlos con mayor criticidad para diseñar los instructivos o manuales de mantenimiento preventivo y autónomo, teniendo como meta que los equipos brinden trabajo de calidad y favorecer en algunos casos, las condiciones idóneas para que desempeñen correctamente sus funciones para luego establecerlas.

Se diseña un método de control de pérdidas basado en las 16 grandes pérdidas, mediante un registro de los tiempos muertos, que serán utilizados para estimar un índice de desempeño del equipo en los aspectos de disponibilidad, rendimiento y calidad, conociéndose con el nombre de eficiencia general de equipos u OEE. El OEE indica que aspectos han de corregirse, además brinda un valor de funcionabilidad del equipo.

(NARANJO Rodriguez , 2009 pág. 13), en su tesis “Implementación de mantenimiento autónomo pilar del TPM para mejorar la línea corrugadora en Procarsa” Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Este estudio se basa en la implementación de un pilar fundamental del TPM como es el mantenimiento Autónomo, interactuando directamente con el operario de la máquina, siendo el responsable directo de su funcionamiento, haciéndolo participe en el proceso, iniciando por un cambio de actitud ya que será el encargado de dar parte de los problemas y cooperando con soluciones, siendo el responsable de un

funcionamiento adecuado de los equipos, y así hasta tener un equipo de trabajo y una máquina de clase mundial.

(GOMES Rojas, 2016 pág. 7), en su tesis “Implementación del mantenimiento autónomo para la mejora de la productividad en la empresa PAMOLSA S.A., distrito del Callao, año 2016”. Universidad cesar vallejo. Lima.

La investigación es de tipo cuantitativo, pre experimental, por ende, la muestra estuvo conformada por 47 tomas representativas de los reportes de producción; con ello se optimizó mediante la validación de los instrumentos, y certificando su validez y confiabilidad, mediante la técnica de juicio de los expertos; la técnica que se empleó fue fichas de observación y el instrumento fue el cronómetro digital.

El Programa estadístico SPSS versión 22 procesó y analizó los datos obtenidos. Los resultados permitirán determinar las fallas presentes en los procesos de producción en la empresa. El MA es un instrumento que nos permitirá transformar la cultura de creencias, formas de actuar y pensar de los colaboradores.

En esta implementación se apreciarán tres puntos muy importantes: primer punto la mejora de habilidades y capacidades personales para realizar intervenciones superiores, logrando la participación y compromiso del colaborador conservando los niveles de eficiencia durante el proceso productivo. Segundo, con la aplicación del mantenimiento autónomo se erradica las fallas de los equipos, siendo ejecutados por ellos mismo, perfeccionando la efectividad de los equipos. Como último punto, busca la mejora continua convirtiéndose en uno de los pilares, mejorando su organización y creando una cultura y visión de trabajo autónomo.

(LEON Flores , 2016), en su tesis “Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el caldero de la empresa industrial Center Wash”. Universidad Privada del Norte. Trujillo.

En el caldero de la empresa, se observa un uso excesivo del mantenimiento correctivo, no brindando una solución, ante esta problemática se basa en un Programa de Mantenimiento Preventivo, cuyo objetivo principal es la Propuesta de un Mantenimiento Preventivo y así reducir los costos operativos.

Se realizó finalmente, una proyección de 5 años de la evaluación económica y financiera, del Programa de Mantenimiento Preventivo y la cual nos indica que los beneficios mensuales serán de S/.2827.78 nuevos soles, además se obtuvo un TIR

del 4% que es mayor que COK que es del 3% y un VAN de S/. 9360.16 nuevos soles por lo que este proyecto es viable.

(CASTAÑEDA Muñoz , y otros, 2016), en su tesis “Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transporte Chiclayo S.A. Universidad señor de Sipán. Pimentel.

En el siguiente informe se dará a conocer la situación en que se encontraba la empresa “Transportes Chiclayo S.A” y los cambios positivos que se aplicaron. Tiene como objetivo principal reducir los costos con la elaboración de un plan de mejora en la gestión de mantenimiento, siendo una propuesta para la empresa. Se procedió con la implementación de Mant. Programado, Mant Autónomo, Mant. Preventivo, indicadores de gestión y herramientas de gestión de mejora como la metodología 5s. Teniendo como resultado final, que estas deficiencias que presentaba la empresa se lograron solucionar con la gestión de mantenimiento, implementando el plan de mejora y de esta manera disminuir poco más del 50% de costos del área de mantenimiento.

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) son las diferentes tareas que se van a realizar, para llevar a cabo y tener un control del funcionamiento de los equipos. Dichas tareas tendrán como meta la buena productividad y el involucramiento de todos los directivos y trabajadores, siendo esta una tarea activa de todos. (HERNANDEZ Matías, y otros, 2013).

La eficiencia Global de los Equipos (OEE), es un indicador que se calcula diariamente para un equipo o más de un equipo, calcula lo que debería producir sin ninguna interrupción. El OEE cuenta con índices de disponibilidad, eficiencia y calidad, siendo el producto de estos índices para su obtención:

$$\text{OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos)} = D \times E \times C$$

El coeficiente de disponibilidad (D) esta determinados con los tiempos de operación reales tomando como dato las averías y paradas. Se obtiene de calculando el tiempo disponible, siendo el tiempo total de operación menos el tiempo muerto, proyectado o preciso, además tomando en cuenta la interrupción del programa de producción, tiempos de descanso y reuniones diarias de taller.

El tiempo operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de técnicas y otras

paradas. El coeficiente de eficiencia (E) mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño.

Por último, el coeficiente de calidad (C) mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores. (HERNANDEZ Matías, y otros, 2013).

La disponibilidad, es el análisis del tiempo en porcentaje, que tiene en cuenta la operatividad de un equipo en un tiempo determinado, estando acto para la producción. Se calcula estimando el tiempo que tiene el equipo en operatividad entre el tiempo total de reparación de este.

(La confiabilidad, la disponibilidad, y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, 2006)

$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallos

MTTR = Tiempo medio de reparación

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas totales del periodo del tiempo analizado}}{\text{N}^\circ \text{ de Averías}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de paro por avería}}{\text{N}^\circ \text{ de Averías}}$$

El mantenimiento autónomo busca que las industrias en la actualidad reduzcan el tiempo de costos y se brinde un servicio de calidad, por ello se basan en uno de los pilares del TPM. Este es el cimiento de una industria que busca perfeccionarse asimismo tiene el compromiso en su personal de implantar una cultura y un propósito en la mejora de sus resultados en el área de producción.

Anteriormente, al no existir tanta demanda laboral no llegando aún un sistema de automatización y centralización, el operario podía realizar los servicios de reparación. Pero con el pasar de años, las industrias fueron reemplazando su

personal por maquinas, tomando la decisión de reducir costos despidiendo parte de su personal. Siendo desde esa época hasta ahora los departamentos de producción, quienes no están encargados de realizar la función de mantenimiento a los equipos y dejando el mantenimiento a los especialistas (departamento de mantenimiento). Teniendo como idea: “yo hago funcionar el equipo” “tú lo reparas”

Actualmente, los problemas que se suscitan en los lugares de trabajo deben estar a cargo de los operarios, que son ellos los que tienen un acercamiento directo a los equipos.

El objetivo del departamento de producción es fabricar productos económicos y raudamente. Además, tiene como función prevenir las fallas de los equipos. Con el mantenimiento autónomo se busca involucrar ambos departamentos, con el fin de establecer de forma eficaz los planes de producción establecidos. Se tiene como objetivos:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Mediante la restauración y una gestión óptima se encamina al equipo a su estado ideal.
- Mantener el equipo en buenas condiciones continuamente, aplicando tareas necesarias para su correcta conservación.

Tabla 1. Actividades de los departamentos de producción y mantenimiento

No se encuentran elementos de tabla de ilustración	Mantenimiento
Centrado en la Prevención del deterioro.	Centrado en un mantenimiento planificado, predictivo y correctivo
Construcción de un programa de MA: 1. Evitar el deterioro 2. Medir el deterioro 3. Predecir y restaurar el deterioro.	Tarea es elevar la mantenibilidad, operabilidad y seguridad.
Circunstancias básicas: limpiar, lubricar y apretar pernos de la mano con un chequeo diario.	Constante aumento de su acervo técnico (capacidades de mantenimiento y tecnología)

Fuente: Elaboración propia

El primer paso a seguir en el mantenimiento autónomo es la limpieza, guiándolo a un estado ideal al equipo, donde se evita cualquier tipo de defecto o rareza. Pero

la mentalidad de los operarios limita a lograr el ideal, ya que ellos piensan que no es su labor ejecutar dichos pasos que exige el MA.

Estos 7 pasos se darán de forma lenta, continua y profunda, permitiendo la observación de todas las fases que se desarrollan en el MA, así mismo se involucra una supervisión continua para verificar la veracidad y control de que se esté cumpliendo estos pasos, brindando además al operario un sentimiento de satisfacción.

A continuación, se describen los 7 pasos del mantenimiento autónomo, donde se da a conocer las actividades y objetivos de cada uno de ellos:

En los pasos de 1 al 3 se relacionan, con las condiciones básicas que se ejecutan al equipo, para evitar un deterioro acelerado. Teniendo como objetivo que el operario tome conciencia del trabajo que está realizando dejando de lado su pensamiento mecánico de que su función es solo presionar un botón.

En los pasos del 4 al 5 los especialistas se encargan de guiar y enseñar a los operarios de producción el procedimiento que se lleva a cabo para la inspección, tanto de los equipos como en el proceso de producción, es decir los especialistas brindan una formación técnica. En estos pasos se asume como objetivos minimizar las fallas de los equipos y capacitar a los operarios.

En los pasos del 6 al 7 se busca ampliar a otras áreas (almacén, distribución, etc.) la cultura del mantenimiento autónomo, con sistemas de estandarización, con métodos para elevar su nivel. Su objetivo principal es que se desarrolle la capacidad de autogestión y se involucren todos los miembros. (NAKAZATO, 1995)

Para ello, se tiene en cuenta los diferentes tipos de costos industriales:

Costos de producción, son aquellos gastos necesarios que efectúa una empresa para producir un bien, dependiendo de la mano de obra, costos de la materia prima, alquiler del local, etc., todo lo que de manera directa e indirecta aporten a la obtención de un bien. Por ejemplo, si el costo de producción para fabricar el producto "A" se ha elevado, su precio del producto "A", también deberá aumentarse para poder obtener ganancia y recuperar la inversión. (OLLOS, 2017)

Los costos fijos son aquellos costos irrecuperables, son constantes e independientemente del volumen de la producción, pero son indispensables para el funcionamiento de una empresa, al ser fijos estos costos son de corto plazo.

Costos variables son aquellos costos cambiantes, tienen una relación directa con el volumen de producción, del cual dependerá su variación, es decir, dependerá del incremento o de la disminución de la producción, a mayor producción aumento de costos variables, a menor producción disminución de costos variables.

Costo total que constituye la suma de los costos variables y de los costos fijos.

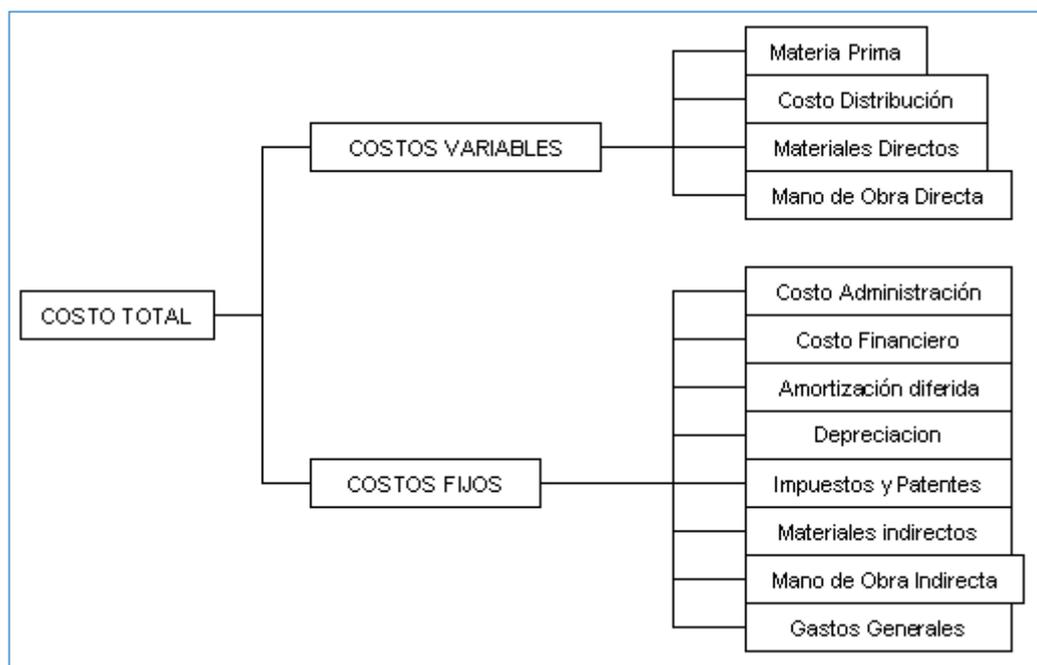


Figura 1. Costos fijos y variables

Fuente: (HORNGREN, y otros, 2007)

Y, por último, los costos de mantenimiento que buscan mantener un equipo en buen estado y funcionamiento, estos permitirán optimizar la actividad de una empresa, ya que una de las acciones que se realizan es conservar, evitar o restaurar un equipo permitiendo minimizar las fallas, hacer que funcionen los equipos y minimizar los tiempos de reparación. (SALAZAR Salvador, 2017)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.3.1. Tipo de investigación: Aplicada**

Fue aplicada porque se enfocó, analizo y estudio el problema para encontrar una solución, mejorando los procesos productivos.

##### **3.3.2. Diseño de la investigación: Diseño No experimental**

Fue diseño no experimental, porque se realizó una intervención directa en los equipos electromecánicos sin ser alterados, se observó en su funcionamiento de manera natural en su labor diaria, para después ser analizados.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Variable independiente: Propuesta del mantenimiento autónomo.

- Definición conceptual: Consistió en identificar y proponer las labores de mantenimiento que realizan los mismos operarios de los equipos electromecánicos de la empresa Naval.
- Definición operacional: La medición de esta variable se realizó en función a la complejidad de las labores, así como también a la capacitación de los operarios de la planta naval.
- Indicadores: Se obtuvieron los siguientes indicadores para el funcionamiento de los equipos: MTBF (Tiempo medio entre fallos) y MTTR (Tiempo medio de reparación).
- Escala de medición: Visualizado desde las matemáticas, perteneció a la escala de razón, porque los parámetros han sido demostrados por las variables propuestas, tomándose en cuenta el tiempo real, las razones, proporciones y comparando el tiempo real de productividad.

Variable dependiente: Reducción de costos operativos.

- Definición conceptual: Son el tipo de costos en los que incurre una empresa en el desarrollo de la propia actividad de la empresa naval.
- Definición operacional: La medición de los costos operativos está dado por todos los costos fijos y variables en el que incurre la empresa para lograr tener el producto final.
- Indicadores: Se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores para el funcionamiento de los equipos: VAN, TIR, B/C (Beneficio costo).
- Escala de medición: visualizado desde las matemáticas, perteneció a la escala de razón, porque los parámetros han sido demostrados por las variables propuestas, tomándose en cuenta el tiempo real, las razones, proporciones y comparando el tiempo real de productividad.

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población: La empresa de construcción naval el Nazareno - Distrito de san José - Chiclayo.

- Criterio de inclusión: Se optó por los equipos electromecánicos por ser los de mayor funcionamiento en la constructora naval.

3.3.2. Muestra: 7 equipos electromecánicos de la empresa de construcción naval el Nazareno - Distrito de San José – Chiclayo, se determinó porque presentaban fallas constantes por el uso frecuente y su incorrecto uso, generando altos costos de productividad y baja disponibilidad.

3.3.3. Muestreo: Fue de tipo no probabilístico porque no todos los equipos tienen las mismas oportunidades de selección, tomándose en cuenta aquellos que puedan cumplir con cierta cualidad o característica que sea conveniente para la investigación. (MANTEROLA, y otros, 2017)

### 3.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Tabla 2. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Validación
Observación	Guía de observación	Especialista
Encuesta	Cuestionario	

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: Observación y encuesta.

### 3.5. Procedimientos

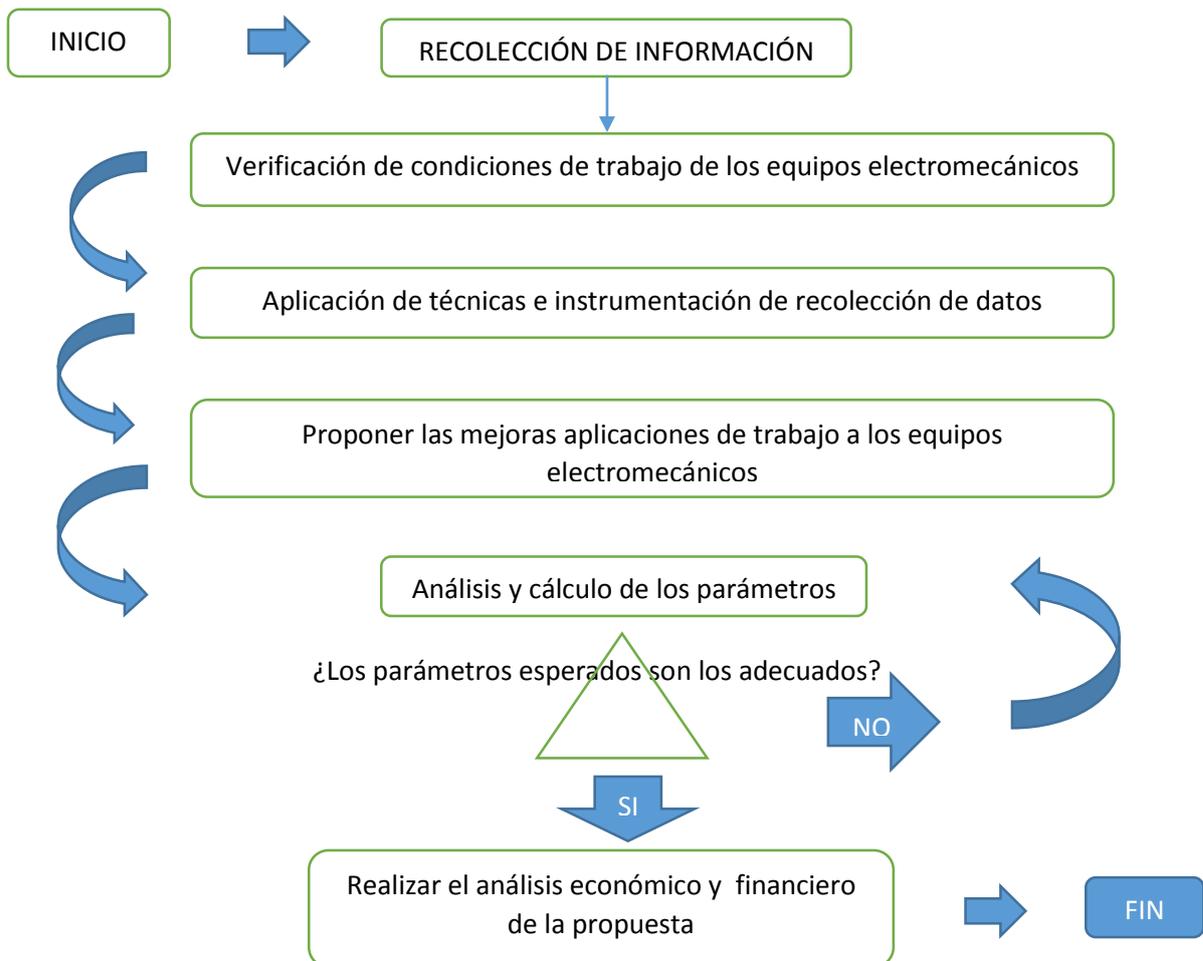


Figura 2. Organigrama de procedimiento de investigación

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Métodos de análisis de datos

Los datos recolectados y procesados de manera descriptiva, en el caso de la eficiencia global de los equipos (OEE), se establecieron en una escala para medir la relación en la que se encuentra actualmente. La factibilidad técnica económica del estudio de los datos recolectados, se procesaron en el programa Microsoft Excel para realizar los cálculos establecidos.

### 3.7. Aspectos éticos

En el trabajo de investigación, se asumió la confidencialidad de los antecedentes y datos, con cual se realizó el estudio, con el fin de evitar alguna situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto de intereses.

#### IV. RESULTADOS

4.1. Se determinó la disponibilidad actual de los equipos de la constructora naval.

##### Registro de paradas por reparación

En el área administrativa se obtuvo un reporte del número de veces que los equipos han estado sin funcionamiento durante el año, así como también el tiempo que demora entre la gestión y la reparación del mismo, debido a que ello no se realiza en las instalaciones propias, sino en talleres especializados que realizan dicha reparación.

Tabla 3. Registro de Horas de cada reparación

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Horas en cada reparación													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Cepillo eléctrico	12	19	12	14	22	18	32	24	17	25	21	10	12		
2	Motosierra	8	21	34	6	21	13	17	18	15						
3	Garlopa Eléctrica	13	12	17	19	22	31	21	8	12	34	12	12	32	14	
4	Pulidora lijadora angular	8	18	14	18	14	18	14	34	21						
5	Taladro Eléctrico	5	3	6	4	7	3									
6	Pistola eléctrica	12	21	22	16	16	17	13	12	15	8	14	15	12		
7	Esmeril	14	22	23	22	29	21	30	26	31	32	28	31	26	31	43

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la Disponibilidad:

$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Donde:

D = Disponibilidad.

MTBF = Tiempo medio entre defectos

MTTR = Tiempo medio de reparación

El tiempo promedio entre defectos (MTBF), se determina a partir del número de horas al año de funcionamiento del equipo entre el número de veces que falla el equipo.

La determinación del número de horas de funcionamiento, se determina a partir del número total de horas de funcionamiento de la planta menos el número de horas totales de falla del equipo al año.

La planta tiene un funcionamiento de 8 horas al día, 20 días al mes, durante 11 meses (un mes de mantenimiento), por lo cual el número de horas de funcionamiento de la planta es de  $8 \times 20 \times 11 = 1760$  horas al año. Por lo tanto.

$$MTBF = \frac{(1760 - \text{Total de horas sin funcionamiento})}{(\text{Número de veces de falla})}$$

Reemplazando valores, se obtiene:

Tabla 4. Tiempo promedio entre defectos (MTBF)

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio (PF)	Total, Horas funcionamiento de la planta al año	Total, Horas sin funcionamiento del equipo (TR)	Tiempo promedio entre defectos (MTBF)
1	Cepillo eléctrico	12	1760	226	127.83
2	Motosierra	8	1760	145	201.88
3	Garlopa eléctrica	13	1760	246	116.46
4	Pulidora lijadora angular	8	1760	151	201.13
5	Taladro eléctrico	5	1760	23	347.40
6	Pistola eléctrica	12	1760	181	131.58
7	Esmeril	14	1760	395	97.50

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo medio de reparación (MTTR), se determina entre el número total de horas sin funcionamiento del equipo entre el número de veces al año fuera de servicio, reemplazando valores, se tiene:

Calculando: 
$$MTTR = \frac{\text{Total de horas sin funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de veces fuera de servicio}}$$

Tabla 5. Tiempo promedio de arreglo (MTTR)

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio (PF)	Total Horas sin funcionamiento del equipo (TR)	El tiempo promedio de arreglo (MTTR)
1	Cepillo eléctrico	12	226	18.83
2	Motosierra	8	145	18.13
3	Garlopa eléctrica	13	246	18.92
4	Pulidora lijadora angular	8	151	18.88
5	Taladro eléctrico	5	23	4.60
6	Pistola eléctrica	12	181	15.08
7	Esmeril	14	395	28.21

Fuente: Elaboración Propia

#### Cálculo de la disponibilidad

Se determina la disponibilidad de cada equipo de la planta, utilizando la expresión:

$MTBF / (MTBF + MTTR)$ , reemplazando valores, se obtiene:

Tabla 6. Determinación de la Disponibilidad

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Tiempo promedio entre defectos (MTBF)	El tiempo promedio de arreglo (MTTR)	DISPONIBILIDAD $MTBF / (MTBF + MTTR)$
1	Cepillo eléctrico	12	127.83	18.83	0.872
2	Motosierra	8	201.88	18.13	0.918
3	Garlopa Eléctrica	13	116.46	18.92	0.860
4	Pulidora lijadora angular	8	201.13	18.88	0.914
5	Taladro Eléctrico	5	347.4	4.60	0.987
6	Pistola eléctrica	12	131.58	15.08	0.897
7	Esmeril	14	97.5	28.21	0.776

Fuente: Elaboración propia

## Interpretación de los resultados

En el cálculo de la disponibilidad, se observa que, de los 7 equipos, tres superan el 90% de disponibilidad, tres tienen disponibilidad entre 80 y 90% y uno tiene una disponibilidad menor al 70%; con lo cual se evidencia que dichos valores son significativos en las labores propias de la planta, debido a que no se efectúan las labores y/o servicios.

Un valor inferior al 80%, de disponibilidad, significa que el equipo debe cambiarse o debe realizarse una reparación integral de todos sus elementos que conforman sus sistemas. Estos resultados se sustentan de acuerdo a los indicadores de mantenimiento de clase mundial.

Tabla 7. Convención establecida mundialmente

Valor de OEE	Nivel	Situación	Significado	Competitividad
Menor a 65%	Malo	Inaceptable	Grandes Pérdidas Existe Riesgo Operativo	Muy Baja
Entre 65% y 75%	Regular	Aceptable solo con Mejora	Grandes Pérdidas Puede no ser negocio.	Baja
Entre 75% y 85%	Buena	Aceptable	Ligeras Pérdidas Oportunidad de Mejora	Ligeramente Baja o Media
Entre 85% y 95%	Muy Buena	Aceptable	Se acerca a Clase Mundial Liderazgo en el Mercado	Buena
Mayor a 95%	World Class	Excelencia	Objetivo general de todas las empresas manufactureras	Excelente

Fuente: visión industrial

Lo que también se evidencia es que la falta de mantenimiento preventivo, ocasiona que tengan dichos valores, así mismo el desconocimiento del mantenimiento por parte de los mismos operarios, es otro de los factores que disminuye la disponibilidad, debido a que muchas veces las fallas son de menor significancia, pero de mayor duración de la falla.

4.2. Se propuso las labores de mantenimiento autónomo de los equipos electromecánicos y de los operadores

Registro de falla de equipos electromecánicos

Datos registrados del número de fallas y las horas de las fallas, de todos los equipos durante el año 2019.

Tabla 8. Registro de falla de cepillo eléctrico

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Atascamiento en el sistema de transmisión	5	160
2	Recalentamiento en la cubierta	2	26
3	Zumbido de rodamientos	1	15
4	Eje del tambor mal calibrado	1	15
5	Poca lubricación	3	10
	Total	12	226

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 08 se muestra que, durante el año, el cepillo eléctrico registró 12 fallas en total, siendo la de mayor cantidad de fallas la del atascamiento en el sistema de transmisión con 5 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 160 horas. El tiempo total de reparación del cepillo eléctrico fue de 226 horas.

Tabla 9. Registro de falla de la motosierra

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	El motor no arranca, se apaga	3	90
2	Cadena recibe poco aceite	2	25
3	Interruptor de encendido roto	1	15
4	Eslabones de la cadena no cortan	1	10
5	Suciedad excesiva	1	5
	Total	8	145

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 09, se muestra también que, durante el año, la motosierra registró 8 fallas en total, siendo el motor de combustión el problema con 3 fallas, tomando un tiempo de reparación de 90 horas. El tiempo total de reparación al año de la motosierra fue de 145 horas.

Tabla 10. Registro de falla de la garlopa eléctrica.

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Chumaceras y ejes con presencia de recalentamiento	5	170
2	Carbones desgastados	3	30
3	Transmisión inactiva	3	20
4	Corte circuito	1	16
5	Cuchillas desgastadas	1	10
	Total	13	246

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 10, se muestra que, durante el año, la garlopa eléctrica registró 13 fallas en total, siendo las chumaceras y ejes con presencia de recalentamiento con 5 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 170 horas. El tiempo total de reparación al año de la garlopa eléctrica fue de 246 horas.

Tabla 11. Registro de falla de la lijadora angular

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Recalentamiento en la cubierta	3	90
2	Carbones desgastados	2	35
3	Botón de bloqueo inactivo	1	21
4	Cable de alimentación roto	1	10
5	Plato flojo	1	5
	Total	8	151

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 11 se muestra que durante el año, la lijadora angular registró 8 fallas en total, presentando un recalentamiento en la cubierta con más de 3 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 90 horas. El tiempo total de reparación al año de la lijadora angular fue de 151 horas.

Tabla 12. Registro de falla de taladro eléctrico

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Velocidad de perforación lenta	2	15
2	Carbones desgastados	1	4
3	Acumulación de polvo en el agujero de refrigeración	1	3
4	Porta broca (chuck) inactivo	1	1
	Total	5	23

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 12, se muestra que durante el año, el taladro eléctrico registró 5 fallas en total, siendo la de mayor cantidad la falta de velocidad en la perforación con 2 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 15 horas. El tiempo total de reparación del taladro eléctrico fue de 23 horas.

Tabla 13. Registro de falla de la pistola eléctrica

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Velocidad de perforación lenta	4	115
2	Carbones desgastados	3	30
3	Acumulación de polvo en el agujero de refrigeración	2	20
4	Porta broca (chuck) inactivo	2	11
5	Nivel alto de vibración	1	5
	Total	12	181

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 13, se muestra que, durante el año, la pistola eléctrica registró 12 fallas en total, siendo la de mayor cantidad la falta de velocidad en la perforación con 4 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 115 horas. El tiempo total de reparación de la pistola eléctrica fue de 181 horas.

Tabla 14. Registro de falla del esmeril

N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	RPM bajos	6	260
2	Tención eléctrica baja	3	90
3	Carbones desgastados	2	20
4	Eje de giro agrietado	2	15
5	Corte circuito	1	10
	Total	14	395

Fuente: Área administrativa empresa nazareno

En la tabla 14, se muestra que, durante el año, el esmeril registró 14 fallas en total, siendo la de mayor cantidad las bajas rpm con 6 fallas, que tomaron un tiempo de reparación de 260 horas. El tiempo total de reparación del esmeril fue de 195 horas.

Con dicho registro de fallas de los equipos electromecánicos se implementa el siguiente plan de mantenimiento autónomo.

Propuesta del Plan de Mantenimiento.

Tabla 15. Plan de mantenimiento de Cepillo eléctrico

Equipo : Cepillo Eléctrico		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																				
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
			S1	S2	S3	S4																																																
1	Limpieza general Semanal	Semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Verificar Escobillas del motor	Men-sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Templar faja de transmisión	Quin-cena-l	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0		
4	Cambio de rodajes de bancada	Men-sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
5	Lubricar puntos de engrase	Sem-anal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	Cambio de faja de polea	Sem-estra-l	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Cambio de cuchillas y porta cuchillas	Men-sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
8	Verificar cubierta de la bancada	Sem-anal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Plan de mantenimiento de la garlopa eléctrica

Equipo : Garlopa Eléctrica			PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																			
Nº	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4								
1	Limpieza general Semanal	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Verificar Escobillas del motor	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Lubricar puntos de engrase	semanal	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
4	Engrasar engranajes, eje de giro y cremallera	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
5	Verificar conductores eléctricos	semanal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
6	Cambio de carbones	semanal	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0				
7	Verificar sistema de control	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
8	Afilado de cuchillas	semanal	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Plan de mantenimiento de la motosierra

Equipo : Motosierra			PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																							
			ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC											
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Limpieza general Semanal	Semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Revisar y regular bujía	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Controlar la tensión de la cadena y espada	Quincenal	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
4	Desmontar carburador	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
5	Afilar cadena	Semanal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
6	Cambio cadena	Bimensual	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
7	Ajustar montajes antibirrotorios	Quincenal	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
8	Verificar sistema de control y de lubricación	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Plan de mantenimiento de la pulidora lijadora angular.

Equipo : Pulidora lijadora angular		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																				
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
			S1	S2	S3	S4																																																
1	Limpieza general Semanal	sem anal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Inspección de salida de aire	Men sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Cambiar disco	Quin cena l	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
4	Cambiar plato	sem anal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
5	Verificar sistema eléctrico	sem anal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
6	Cambio de carbones	Bime nsua l	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Verificar sistema de control	Men sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
8	Calibrar Angulo de lijado	Men sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
9	Verificara bloqueo del eje	Men sual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Plan de mantenimiento del taladro eléctrico

Equipo : Taladro Eléctrico		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																				
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
			S1	S2	S3	S4																																																
1	Limpieza general Semanal	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	cambio Escobillas del motor	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Verificar sistema eléctrico	semanal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
4	Cambio de carbones	Bimestral	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0				
5	Verificar sistema de control	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
6	Cambiar faja de transmisión	Semestral	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	Medir resistencia de bobinado de motor eléctrico	Mensual	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
8	Ajustar alineamiento de Chuck	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
9	Calibra planitud de plataforma.	semanal	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Plan de mantenimiento de la pistola eléctrica

Equipo : Pistola eléctrica		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																				
Nº	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC							
			S1	S2	S3	S4																																																
1	Limpieza general Semanal	SEMANAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Verificar Escobillas del motor	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Verificar o cambiar chuck	QUINCENAL	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0				
4	Ajustar bobinado	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				
5	Ajustar base portátil	SEMANAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
6	Cambio de carbones	BIMENSUAL	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
7	Verificar sistema de control	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Plan de mantenimiento del esmeril

Equipo : Esmeril			PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																															
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4								
1	Limpieza general Semanal	SEMANAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
2	Verificar Escobillas del motor	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
3	Ajustar bobinado	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4	Verificar sistema eléctrico	SEMANAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
5	Cambio de carbones	BIMENSUAL	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Verificar sistema de control	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7	Medir resistencia de bobinado de motor eléctrico	MENSUAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
8	Verificar alineamiento de eje	SEMANAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
9	cambiar piedra esmeril	SEMANAL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

4.3. Se determinó el Nuevo índice de Disponibilidad en los equipos electromecánicos.

Determinación del número de veces al año fuera de servicio

Al aplicar el plan de mantenimiento autónomo para los equipos electromecánicos, el número de veces al año fuera de servicio se propondrá a reducirlo al 50%, esta proyección se sustenta con reducir las fallas más críticas de cada uno de los equipos mediante las tareas planteadas en el plan de mantenimiento

El sustento de la disminución del número de veces de falla de cada equipo se determina mediante el análisis de la consecuencia de la aplicación del plan de mantenimiento.

Tabla 22. Cepillo eléctrico

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	Atascamiento en el sistema de transmisión	5	3
	Total	12	6

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 23. Motosierra

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	El motor no arranca, se apaga	3	2
	Total	8	4

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 24. Garlopa eléctrica

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	Chumaceras y ejes con presencia de recalentamiento	5	3
	Total	13	7

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 25. Pulidora lijadora angular

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	Recalentamiento en la cubierta	3	2
	Total	8	4

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 26. Taladro eléctrico

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	Recalentamiento en la cubierta	2	1
	Total	5	3

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 27. Pistola eléctrica

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	Velocidad de perforación lenta	4	2
	Total	12	6

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

Tabla 28. Esmeril

N°	Falla	N° de fallas ocurridas	N° de fallas aplicando el plan de mantenimiento
1	RPM bajas	6	3
	Total	14	7

Fuente: Área Administrativa Empresa Nazareno

De las tablas 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 se muestran que el número de fallas, se ha reducido consecutivamente, debido a que el plan de mantenimiento contempla la eliminación de las fallas más ocurridas durante la ejecución de los trabajos.

Debido a eso se plantea el siguiente la tabla:

Tabla 29. Proyección del Número de veces al año fuera de servicio

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio (Sin Mantenimiento)	Proyección del Número de veces al año fuera de servicio (Aplicando Mantenimiento Autónomo)
1	Cepillo eléctrico	12	6
2	Motosierra	8	4
3	Garlopa Eléctrica	13	7
4	Pulidora lijadora angular	8	4
5	Taladro Eléctrico	5	3
6	Pistola eléctrica	12	6
7	Esmeril	14	7

Fuente: Elaboración propia

Determinación del Nuevo índice de Disponibilidad.

$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Dónde:

D: Disponibilidad.

MTBF = Tiempo promedio entre defectos.

MTTR = Tiempo promedio de arreglo.

El tiempo promedio entre defectos, se determina a partir del número de horas al año de funcionamiento del equipo entre el número de veces que falla el equipo.

La determinación del número de horas de funcionamiento, se determina a partir del número total de horas de funcionamiento de la planta menos el número de horas totales de falla del equipo al año. La planta tiene un funcionamiento de 08 horas al día, 20 días al mes, durante 11 meses (un mes de mantenimiento), por lo cual el número de horas de funcionamiento de la planta es de  $8 \times 20 \times 11 = 1760$  horas al año.

Por lo tanto:

$$\text{MTBF} = \frac{(1760 - \text{Total de horas sin funcionamiento TR})}{(\text{Número de veces de falla PF})}$$

El tiempo de la reparación del equipo, se establece como máximo en 24 horas, es decir 03 días hábiles de 08 horas.

Reemplazando valores, se tiene:

Tabla 30. Tiempo promedio entre defectos (MTBF)

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Total, Horas funcionamiento de la planta al año	Total, Horas sin funcionamiento del equipo	Tiempo promedio entre defectos (MTBF)
1	Cepillo eléctrico	6	1760	144	269.3
2	Motosierra	4	1760	96	416
3	Garlopa Eléctrica	7	1760	168	227.4
4	Pulidora lijadora angular	4	1760	96	416
5	Taladro Eléctrico	3	1760	72	562.6
6	Pistola eléctrica	6	1760	144	269.3
7	Esmeril	7	1760	168	227.4

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio de arreglo o reparación (MTTR), se determina entre el número total de horas sin funcionamiento del equipo entre el número de veces de al año fuera de servicio, reemplazando valores, se obtiene:

Tabla 31. Tiempo promedio de arreglo (MTTR)

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Total, Horas sin funcionamiento del equipo	El tiempo promedio de arreglo (MTTR)
1	Cepillo eléctrico	6	144	24
2	Motosierra	4	96	24
3	Garlopa Eléctrica	7	168	24
4	Pulidora lijadora angular	4	96	24
5	Taladro Eléctrico	3	72	24
6	Pistola eléctrica	6	144	24
7	Esmeril	7	168	24

Fuente: Elaboración propia

Finamente, se determina la disponibilidad de cada equipo de la planta, utilizando la expresión:  $MTBF / (MTBF + MTTR)$ , reemplazando valores, se obtiene:

Tabla 32. Disponibilidad De Equipos

ÍTEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Tiempo promedio entre defectos (MTBF)	El tiempo promedio de arreglo (MTTR)	DISPONIBILIDAD : $MTBF / (MTBF + MTTR)$
1	Cepillo eléctrico	6	269.3	24	0.92
2	Motosierra	4	416	24	0.95
3	Garlopa Eléctrica	7	227.4	24	0.90
4	Pulidora lijadora angular	4	416	24	0.95
5	Taladro Eléctrico	3	562.6	24	0.96
6	Pistola eléctrica	6	269.3	24	0.92
7	Esmeril	7	227.4	24	0.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Disponibilidad (Aplicando Mantenimiento)

ÍTEM	EQUIPO	DISPONIBILIDAD (sin Mantenimiento)	DISPONIBILIDAD (Aplicando Mantenimiento)
1	Cepillo eléctrico	0.872	0.918
2	Motosierra	0.918	0.945
3	Garlopa Eléctrica	0.86	0.905
4	Pulidora lijadora angular	0.914	0.945
5	Taladro Eléctrico	0.987	0.959
6	Pistola eléctrica	0.897	0.918
7	Esmeril	0.776	0.905
Promedio Planta		0.88	0.93

Fuente: Elaboración propia

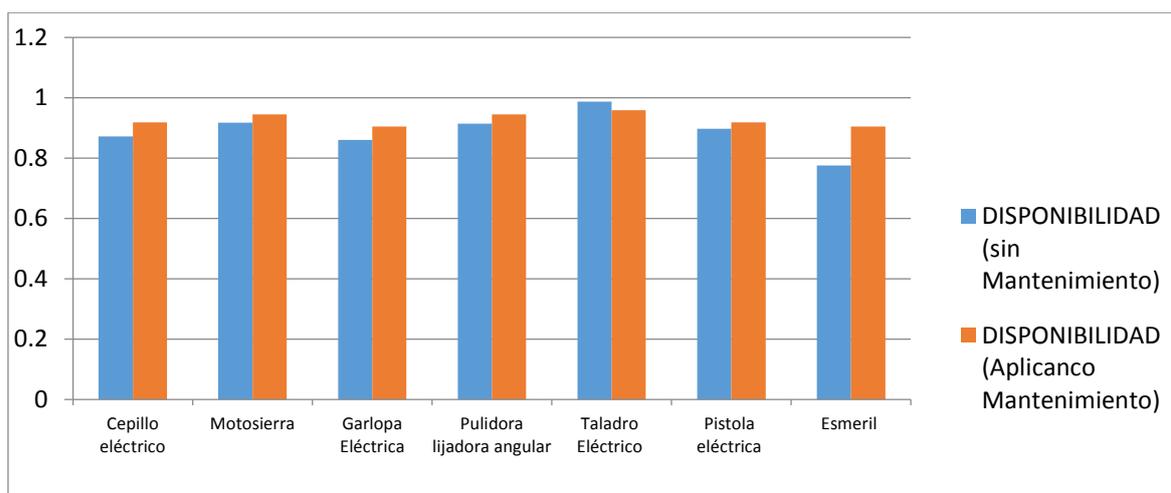


Gráfico 1. Comparación entre índices de disponibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la comparación de los índices de disponibilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento autónomo, se puede mencionar que el equipo que mejora notoriamente éste índice es la Garlopa Eléctrica, de un valor de 0,86 a 0.945, y en promedio en toda la instalación el incremento del índice de disponibilidad es de 0.88 a 0.93, es decir se incrementa en un 5%.

4.4. Se propuso el mantenimiento autónomo, a equipos electromecánico para reducir costos operativos en constructora naval El Nazareno – Lambayeque.

Con la investigación realizada, se logró proponer los planes de mantenimiento a los equipos electromecánicos con las tareas respectivas para cada uno, y con las propuestas dadas de mejoramiento de trabajo a los operarios para su correcto uso y aplicación. Cabe mencionar que la propuesta entregada del mantenimiento autónomo a la empresa, fue realizada con la finalidad de que el operario realice el correcto uso de los equipos, verificando su disponibilidad y prevención.

Propuestas:

Se realizó un organigrama donde se describe, la organización que debe detallar la empresa para tener un mejor orden en las funciones de cada uno de los operarios, jefes, administrativos y almacén, esto nos garantiza obtener una buena organización que dicta el mantenimiento autónomo.

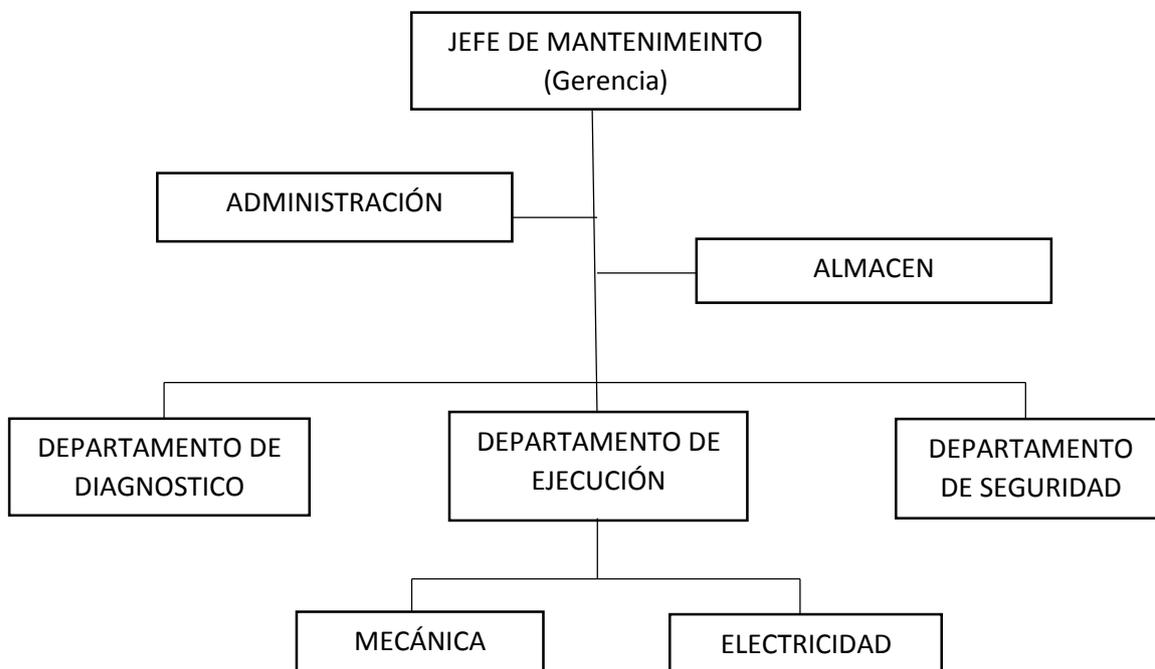


Figura 3. Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Área y funciones

ÁREA	FUNCIONES
Gerencia	Planear, dirigir y verificar la aplicación del Mantenimiento autónomo
Administración	Organizar las documentaciones y evaluaciones del trabajo.
Almacén	Recepcionar, identificar y controlar los insumos.
Departamento de diagnóstico	Detectar las anomalías de las fallas.
Departamento de ejecución	Realizar el mantenimiento programado
Departamento de seguridad	Cumplir con las charlas de seguridad y salud en el trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó guías de operación de los equipos electromecánicos para los operarios, en cual se detalla la tarea y la ejecución a realizar, teniendo en cuenta todas las técnicas de mecánica, electricidad, y seguridad. (Ver anexos)

Se realizó capacitaciones teóricas y prácticas, con 20 horas mensuales al personal que operan las máquinas. Las capacitaciones, fueron tres módulos:

Sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, y seguridad y salud en el trabajo. (Ver anexos)

4.5. Se realizó una evaluación económica de la propuesta, utilizando indicadores económicos, tales como TIR, VAN, relación Beneficio / Costo.

Los costos operativos de la constructora naval El Nazareno, están dados por el costo de la mano de obra, y por el número de servicios que se ejecutan en cada mes. Actualmente los costos operativos se pueden mostrar en la tabla 35.

Tabla 35. Costos de mano de obra, Enero – Diciembre 2019

Personal	Costo de Mano de Obra Año 2019 (S/.)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total (S/.)
Administrador	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	21600
Maestro Ensamblador (2)	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	54000
Técnico en Máquinas Herramientas (3)	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	62400
Operario Pintado	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	14400
Operario Electricista	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	18000
Total (S/.)													170400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Reporte del Número de servicios por mes / 2019

Número de servicios por mes												
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
22	18	23	27	19	32	28	36	21	33	42	23	324

Fuente: Elaboración propia

En el año 2019 se realizaron 324 servicios, por construcción de nuevas embarcaciones navales en la empresa constructora, en el cual el costo de la mano de obra ascendió a 170400 Soles; sin embargo, existieron tiempos muertos, debido a que las máquinas herramientas, no estaban disponibles, por motivos de reparación de sus sistemas.

Sin mantenimiento, la disponibilidad de la planta es de 0.88, y aplicando el plan de mantenimiento autónomo, se proyecta tener una disponibilidad de 0.93, es decir se incrementa en promedio en la planta el valor de disponibilidad en 0.05. (5%).

El 88% de disponibilidad, significa que los equipos operaron correctamente en promedio  $0.88 \times 1760 = 1548$  horas, y el 93% representan  $0.93 \times 1760 = 1636$  horas, existiendo un incremento de 88 horas.

La operación de 1548 horas para los 324 servicios en el año 2019, equivale en promedio a  $1548/324 = 4.77$  horas por cada servicio; es decir con 88 horas más por incremento de disponibilidad, se tiene  $88/4.77 = 18.44$  Servicios adicionales.

Para efectos de determinar la reducción de los costos operativos, se tiene que, para los 324 servicios, se tiene un costo de mano de obra de 170400, es decir  $170400/324 = 526$  Soles por servicio en promedio; y si se incrementa en 18.44 servicios por incremento de disponibilidad, se tiene que  $170400 / (324 + 18.44) = 497$  Soles por servicio en Promedio.

La inversión del proyecto está dada por la implementación de un taller eléctrico, el cual incluye las herramientas y la capacitación permanente al personal.

Tabla 37. Costo de Inversión del Proyecto

Ítem	Unidad	Cant.	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Capacitación al Personal (15 Personas)	Horas	20	120	2400
Tablero de Herramientas mecánicas	Unidad	2	1200	2400
Tablero de Herramientas Eléctricas	Unidad	1	800	800
Implementación Taller eléctrico	Unidad	1	2000	2000
Insumos para taller (Cables, fusibles, conectores)	Unidad	1	1500	1500
Formatos de órdenes de mantenimiento	Ciento	2	50	100
Costo de la inversión				9200

Fuente: Elaboración propia

#### Capacitación al Personal:

El costo de las capacitaciones fueron realizadas por el Ing. Isaac Vásquez Salazar, con un costo total de S/ 2400, los módulos fueron 3 con una duración de 20 horas por modulo, con temas de seguridad, mecánica y electricidad.

#### Tablero de Herramientas mecánicas:

El tablero que se propuso para su fabricación, contiene las medidas propias para su fabricación, el cual fue realizado por un maestro carpintero, generando un costo por mano de otra y el otro por el tablero de herramientas mecánicas.

Tabla 38. Datos del Tablero de Herramientas mecánicas

Medidas		Datos	Cantidad	Costo (s/)
Ancho	150 cm	Mano de obra	1	800
Largo	1.20 cm	Tablero de madera tipo tornillo	2 unid	1600
Profundidad	35 cm			
Cajones superiores	96 x 37 cm			
Cajones inferiores	37 x 20 cm			
Centro	96 x 74 cm			
Total				2400

Fuente: Elaboración propia

Tablero de Herramientas Eléctricas:

El tablero que se propuso para su fabricación, contiene las medidas propias para su fabricación, el cual fue realizado por un maestro carpintero, generando un costo por mano de obra y el otro por el tablero de herramientas mecánicas.

Tabla 39. Datos del Tablero de herramientas eléctricas

Medidas		Datos	Cant	Costo (s/)
Ancho	120 cm	Mano de obra	1 unid	300
Largo	80 cm	Tablero de madera tipo tornillo	1 unid	500
Profundidad	35 cm			
Cajones superior e inferior	40x40 cm			
Total				800

Fuente: Elaboración propia

Implementación Taller eléctrico:

La implementación del taller eléctrico se realizó con un área determinada de 9m<sup>2</sup>, y se realizara un inventario de compras con nuevos equipos electromecánicos.

Tabla 40. Datos de implementación de taller eléctrico

Medidas		Materiales	Cant	Costo (s/)
Ancho	6 m	Cepillo eléctrico	1	460
Largo	3 m	Motosierra	1	420
		Garlopa eléctrica	1	300
		Pulidora lijadora angular	1	100
		Taladro eléctrico	1	320
		Pistola eléctrica	1	200
		Esmeril	1	200
Total				2000

Fuente: Elaboración propia

Insumos para taller:

Tabla 41. Datos de insumos para el taller.

Insumos	Cant	Precio unitario (s/)	Costo total (s/)
Cables	5 m	25	125
Fusibles	20 unid	1	20
conectores	20 unid	5	100
Relay	10 unid	5	150
Cinta aislante	5 unid	2	10
Tomacorrientes	10 unid	5	50
interruptores	10 unid	6	60
Pinzas perimétricas	1 unid	110	110
Multímetro Digital	1 unid	25	25
Compresor de aire 50lt 2hp	1 unid	120	120
Taladro pedestal	1 unid	150	150
Tornillo de banco 5 Pulg.	1 unid	150	150
Destornilladores estrella	1 kit	15	15
Destornilladores planos	1 kit	30	30
Llaves mistas mm 12 pz	1 kit	120	120
Pie de rey	1 unid	90	90
Maleta de dados mm 57 pz	1 kit	150	150
Alicate de punta	1 unid	25	25
Total			1500

Fuente: [https://listado.mercadolibre.com.pe/alicate-de-punta#D\[A:alicate%20de%20punta\]](https://listado.mercadolibre.com.pe/alicate-de-punta#D[A:alicate%20de%20punta])

Dichos costos son referencial, extraídos de la página web mercado libre.

## Formatos de órdenes de mantenimiento

Se realizó un formato de órdenes trabajo, con la finalidad de tener un mayor control de los trabajos que se realizan en la empresa, tener un historial de los equipos y velar por la seguridad y salud del operario al momento de la realizar las labores de mantenimiento

Tabla 42. Formatos de órdenes de mantenimiento

 Empresa de Construcción Naval "El Nazareno" EIRL Orden de mantenimiento.					
Hora y fecha de inicio:		Orden de trabajo N°:			
Hora y fecha de finalización:		Téc. Responsable:			
Tipo de mantenimiento	Correctivo		Preventivo		
	Emergencia		Predictivo		
Equipo	Taladro		Motosierra	Garlopa	
	Pulidora		Esmeril	Cepillo	
	Otros				
Tiempo total de operación					
Descripción de actividad	Materiales	Cantidad	Operaciones		
			Calibración	Reparado	Cambiado
OBSERVACIONES:					
NOTA IMPORTANTE: Al realizar las tareas en la presente orden de trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de seguridad descritas.					
Precauciones	Despejar el área de trabajo		Riesgos ergonómicos	Posiciones adecuadas para realizar esfuerzo	
	Realizar una correcta señalización			Utilizar adecuadamente las herramientas	
Riesgos mecánicos	Utilizar casco de seguridad		Riesgos eléctricos	Puesta a tierra del equipo	
	Utilizar guantes protectores			Utilizar guantes apropiados	
	Utilizar gafas		Elevador de ruido	Utilizar protectores auditivos	
	Utilizar extintores		Riesgo de gases	Utilizar mascarilla apropiada	
EJECUTOR		JEFE DE MANTTO/ASIST		ACEPTADO Y RECIBIDO	

Fuente: Elaboración propia

## Ingresos económicos del Proyecto

Los ingresos económicos del proyecto, lo constituye la disminución de los costos de producción por mano de obra al incrementarse la disponibilidad de los equipos del taller.

Se tiene un incremento de disponibilidad del 5%, que en términos económicos representa, en la misma proporción el incremento de 18.44 servicios al año, teniendo en cuenta que en promedio el costo de mano de obra por servicio es de 526 Soles, el incremento será de  $18.44 \times 526 = 9699.4$  Soles, o su equivalente en  $9699.4 / 12 = 808$  Soles al mes.

## Flujo de caja del proyecto

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 36 meses, debido a que es un proyecto de mediano plazo, tal como se detalla en la tabla.

Tabla 43. Flujo de caja del proyecto de inversión

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Inversión	9200																		
Ingresos		808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Inversión																		
Ingresos	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808

Fuente: Elaboración propia

## Análisis con indicadores económicos

### Valor Actual Neto (VAN)

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 18% Anual, que es la tasa de interés para proyectos de inversión del sector privado. Esta tasa es una tasa para proyectos de inversión de mediano plazo. La tasa de 18% anual, es equivalente a una tasa de 3.5% mensual.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$van = \sum_{t=0}^n \frac{fc}{(1+i)^n} - I$$

Dónde:

*Ia*: Utilidad actualizada al mes 0.

*fc* : Utilidad Mensual (Ingresos) S/. 808.00

*I*: Tasa de Interés: 3.5% Mensual

*n* : Número de Meses: 36

Reemplazando valores, para lo cual utilizamos el comando VNA, del Software Microsoft Excel:

Tabla 44. Cálculo del Valor Actual Neto

	0	1	2	3	4	5	6	7	32	33	34	35	36	
Inversión	9200													
Ingresos		808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	VNA(0.035,C7:AL7)
														S/. 16,394.72

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene: *Ia* = S/. 16394.72

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto (*Ia*) y el valor de la inversión: 16394.72 – 9200.00 = S/. 7194.92.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR) ] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

*Inv* : Inversión Inicial S/. 9200

*Ia* : S/. 808 de Utilidades Mensuales

*TIR* : Tasa Interna de Retorno.

*n* : Número de meses: 36.

Tabla 45. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

	0	1	2	3	4	5	6	7	32	33	34	35	36	
Inversión	9200													
Ingresos	-9200	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	808	TIR(B7:AL7)
														8%

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 8% mensual, que representa un valor superior a la tasa de interés mensual que oscila al 3.5% mensual.

#### Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores:  $16394.72 / 9200.00$ , es de 1.78

La amortización mensual por el pago del préstamo a una entidad Bancaria de 9200 Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 36 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de 332.60 Soles:

Tabla 46. Cuadro de amortización reducción cuota

Pago N°	Saldo inicial (S/.)	Pago programado (S/.)	Pago total (S/.)	Capital (S/.)	Intereses (S/.)	Saldo final (S/.)
1	9200.00	332.60	332.60	194.60	138.00	9005.40
2	9005.40	332.60	332.60	197.52	135.08	8807.88
3	8807.88	332.60	332.60	200.48	132.12	8607.39
4	8607.39	332.60	332.60	203.49	129.11	8403.90
5	8403.90	332.60	332.60	206.54	126.06	8197.36
6	8197.36	332.60	332.60	209.64	122.96	7987.72
7	7987.72	332.60	332.60	212.79	119.82	7774.93
8	7774.93	332.60	332.60	215.98	116.62	7558.95
9	7558.95	332.60	332.60	219.22	113.38	7339.73
10	7339.73	332.60	332.60	222.51	110.10	7117.23
11	7117.23	332.60	332.60	225.84	106.76	6891.38
12	6891.38	332.60	332.60	229.23	103.37	6662.15
13	6662.15	332.60	332.60	232.67	99.93	6429.48
14	6429.48	332.60	332.60	236.16	96.44	6193.32
15	6193.32	332.60	332.60	239.70	92.90	5953.62
16	5953.62	332.60	332.60	243.30	89.30	5710.32
17	5710.32	332.60	332.60	246.95	85.65	5463.38
18	5463.38	332.60	332.60	250.65	81.95	5212.73
19	5212.73	332.60	332.60	254.41	78.19	4958.31
20	4958.31	332.60	332.60	258.23	74.37	4700.09
21	4700.09	332.60	332.60	262.10	70.50	4437.99
22	4437.99	332.60	332.60	266.03	66.57	4171.95
23	4171.95	332.60	332.60	270.02	62.58	3901.93
24	3901.93	332.60	332.60	274.07	58.53	3627.86
25	3627.86	332.60	332.60	278.18	54.42	3349.67
26	3349.67	332.60	332.60	282.36	50.25	3067.32
27	3067.32	332.60	332.60	286.59	46.01	2780.73
28	2780.73	332.60	332.60	290.89	41.71	2489.83
29	2489.83	332.60	332.60	295.25	37.35	2194.58
30	2194.58	332.60	332.60	299.68	32.92	1894.90
31	1894.90	332.60	332.60	304.18	28.42	1590.72
32	1590.72	332.60	332.60	308.74	23.86	1281.98
33	1281.98	332.60	332.60	313.37	19.23	968.60
34	968.60	332.60	332.60	318.07	14.53	650.53
35	650.53	332.60	332.60	322.84	9.76	327.69
36	327.69	332.60	327.69	322.77	4.92	0.00

Fuente: Elaboración propia

## **V. DISCUSIÓN**

El mantenimiento autónomo tuvo como objetivo de estudio, que los mismos operarios realicen las labores propias de reparación de los equipos que operan; por lo tanto, se evidencio que el valor de disponibilidad de estos equipos se incrementó ante la propuesta del presente proyecto de investigación.

Para ello, se aplicó una encuesta recogiendo información donde se verifico las condiciones en las que se encontraron los equipos electromecánicos, verificando su disponibilidad y rentabilidad, tomando datos matemáticos, entre otros, usándolos para la implementación de un plan de mantenimiento, dentro del cual existen diversas acciones como operaciones y seguridad del uso de los equipos. Los objetivos de este tipo de mantenimiento fueron evitar las paradas de los equipos electromecánicos, que no fueron programadas en su determinado tiempo; descartando los altos costos de las reparaciones ocasionadas por los desperfectos y minimizar los costos de energía por su mal uso y perdidas en el los equipos.

Los tiempos de reparación de los sistemas de los equipos se previeron que, entre los suministros de los repuestos y la puesta en operación del equipo, no se debe exceder de 3 días hábiles (24 horas), en el caso más complicado.

De esta manera se generaría un bajo índice de disponibilidad, tiempos muertos, parada inesperadas, y la rentabilidad de los costos no sería la correcta.

El cumplimiento de las operaciones de mantenimiento de cada equipo, de acuerdo a la planificación del mantenimiento, se realizó mediante una supervisión del personal, es decir que, llegado el momento, se tiene que realizar la labor programada, siendo estas labores realizadas por el mismo personal. El operario fue el encargado de verificar las condiciones del equipo según el plan de mantenimiento, tomando todas las anotaciones en una hoja de reportes de fallas, para su determinado control.

Las capacitaciones de las 20 horas para cada persona por semana, garantizo que las operaciones de mantenimiento, se realicen dentro de lo esperado, y se cambien los elementos que tengan desgaste excesivo, no esperando la ocurrencia del

suceso para recién realizar dicha labor. Del mismo modo dichas capacitaciones fueron verificadas y archivadas para su control y mejoramiento para el futuro, al igual que todos los repuestos, realizando un nuevo historial de cada equipo con sus respectivos planes de mantenimiento, teniendo en cuenta la verificación del personal a través de entrevista y métodos de operación, dado como resultado que el mantenimiento autónomo si es viable para las condiciones que muestra dicha empresa naval.

En el año 2019, se realizaron 324 servicios, por construcción de nuevos navíos en la empresa constructora, en el cual el costo de la mano de obra ascendió a 170400 Soles; estos costos son solamente atribuidos a la mano de obra, existiendo los costos de producción por la compra de insumos para la construcción que tienen valores más elevados, y que, en muchos casos, la empresa solo factura por la mano de obra, debido a que los usuarios son los que compran sus materiales.

La rentabilidad en la empresa naval fue muy elevada sin la aplicación del MA, al aplicar la reducción de costos y el plan de mantenimiento autónomo se logró un aumento visible de la rentabilidad.

El incremento del 5% de la disponibilidad al implementarse el plan de mantenimiento autónomo, incremento la producción y redujo los costos por mano de obra, si se analizó por cada unidad o servicio dado. El 88% de disponibilidad, significa que los equipos operaron correctamente en promedio  $0.88 \times 1760 = 1548$  horas, y el 93% representan  $0.93 \times 1760 = 1636$  horas, existiendo un incremento de 88 horas, estos datos se obtuvieron de la aplicación de la propuesta del mantenimiento autónomo, y de esta manera se garantizó que los datos obtenidos son una buena propuesta, logrando su funcionamiento óptimo.

Por otro lado, en (Integral Model of Maintenance Management Based on TPM and RCM Principles to Increase Machine Availability in a Manufacturing Company, 2020) hace referencia a que la problemática común en las diversas industrias se genera por las fallas de las máquinas y la pérdida de tiempo en las reparaciones. Ante este problema, se ha buscado gestionar y aplicar diversos métodos que puedan dar soluciones, por ello, el estudio que se realiza con la aplicación de esta

gestión de mantenimiento TPM ataca directamente los problemas presentados, siendo un modelo integral para las diversas industrias, aumentando la disponibilidad de los equipos y múltiples beneficios más.

Para su aplicación del mantenimiento autónomo, se obtuvieron de las fuentes información que acreditaran sus beneficios como lo afirma (SOCCONINI, y otros, 2019) que el mantenimiento autónomo tiene muchos beneficios, pero el principal es mantener un funcionamiento óptimo y estable en sus equipos y en cualquier empresa, para mantener la continuidad de su flujo de valor. Otros de sus beneficios es que las instalaciones y equipos tengan una disposición inmediata, además minimizar los riesgos de estos equipos en general y maximizar su uso, corregir la calidad de los productos o servicios, prevenir la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo una mejor efectividad de la empresa, disminución de costos en general y reducir el costo de energía.

Se confirma en su libro de (GISBER Soler, y otros, 2016) que el TPM es uno de los métodos productivos más usados para brindar una mejora continua en todos los aspectos, señalándolo como una estrategia que optimiza la efectividad de la maquinaria. Los métodos que se usen, serán factibles según la importancia y compromiso que tengan los dueños o empresa en general, iniciando con su implementación y su aprendizaje y perfeccionamiento.

El TPM se sostiene en la Efectividad Global de los Equipo (OEE), (BELOHLAVEK, 2006) lo describe como un indicador que se usa para medir la eficiencia de todo tipo de maquinaria, aplicable en todo tipo de proceso productivo. Mostrando la capacidad productiva real y las deficiencias en el proceso que impiden la disponibilidad total. Se mide en porcentajes entre el 0% y el 100%, para optimizar los procesos de manera global.

En su libro (CASTELBLLANCO, 2019) define la importancia de los costos en general, siendo estos los que brindan la información necesaria para la toma de decisiones dentro de una empresa o industria, permitiendo establecer su valor, su calidad, su servicio que va a brindar. Para esto, se tendría en cuenta 3 pasos: la

planeación, el control y la toma de decisiones. Según, su clasificación en relación a la investigación se presenta el costo operacional, el cual no emplea materia prima transformable sino trabajos de operación.

En su investigación (ROJAS Enciso, y otros, 2019), al aplicar el mantenimiento autónomo en la línea de conversión de rollos de la empresa papelera, obtuvo los resultados de reducir de 20 días perdidos de producción en el año 2017 a 8 días en el año 2018, así mismo en el año 2017 se perdió 837 toneladas mientras que con la aplicación de MA se redujo a 318 en el 2018. En el lado económico, durante la implementación del Mantenimiento Autónomo se obtuvieron buenos resultados, reduciendo los tiempos muertos de las maquinas, se incrementó la productividad, logrando superar la meta propuesta por la empresa papelera, obteniendo una ganancia en el 2018 de s/. 21,058.50 soles, de tal forma que la inversión ejecutada en la implementación del mantenimiento autónomo llego hacer recuperada en los 4 meses después de la implementación del MA.

Además, (ASMAT Rodriguez, y otros, 2020) describe que los costos operacionales en el proceso de mantenimiento realizado en la empresa, se simplificaron en S/. 63 017.42, lo cual se afirma la disminución del número de fallas mecánicas en un 20%, el aumento de la disponibilidad de las unidades al 92%, la simplificación por falta de orden y la limpieza en un 44%, la disminución de número de auxilios mecánicos al 52%; así como también el de ampliar las capacitaciones en el área de mantenimiento a un 25%. La utilidad ejecutora antes de ejecutada la propuesta era de S/. 70, 019.69 en promedio mensual. Al ser aplicada la propuesta de la teoría de restricciones las utilidades de la empresa se elevaron a S/. 133,035.11 en promedio.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó los valores de disponibilidad de cada uno de los equipos y se observa que, de los 7 equipos, tres superan el 90% de disponibilidad, tres tienen disponibilidad entre 80 y 90% y uno tiene una disponibilidad menor al 70%; con lo cual se determinó que dichos valores son significativos en las labores propias de la planta, debido a que no se efectúan las labores y/o servicios.
2. Para cada equipo, se elaboró una ficha de planificación de las labores de mantenimiento, para los diferentes sistemas que lo conforman; la periodicidad fue semanal, quincenal, mensual y semestral, de acuerdo a la complejidad de dicha labor, efectuada por el mismo personal que opera los distintos equipos y/o máquinas de la planta.
3. Con las labores de mantenimiento autónomo, se determinó un nuevo índice de disponibilidad, el cual se incrementa en 5%, así mismo se determinó que se incrementa en 18.44 servicios por incremento de disponibilidad, con lo cual el costo de servicio se reduce de 526 a 497 Soles por servicio en Promedio.
4. La propuesta del mantenimiento autónomo se rigió a que la empresa y los operarios, mantengan una organización correcta, enfocada en las capacitaciones periódicas de los equipos y las buenas prácticas de seguridad y salud el trabajo, para que de esta manera se logre los objetivos propuestos.
5. Se realizó la evaluación económica de la propuesta, teniendo como resultado un Valor Actual Neto de 7194.92, una tasa Interna de Retorno del 8% y una relación beneficio / costo de 1.78, valores que hacen factible la realización del proyecto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La disponibilidad, los tiempos de falla y los tiempos muertos determinaran los porcentajes de mejora que se apliquen durante las labores para lo cual se deberá tener en cuenta para los cálculos del OEE.
2. Mantener los planes de mantenimiento al día, para un mayor porcentaje de disponibilidad de los equipos.
3. Los tiempos de operación de cada uno de los equipos en el proceso reduce los costos, por lo que se recomienda, realizar el análisis de la optimización de los tiempos de proceso de cada equipo.
4. Mantener el pilar del mantenimiento autónomo siempre a disposición de la empresa y los operarios, organizados y aptos para el logro de los objetivos a través de capacitaciones teóricas y prácticas.
5. Prevenir los mantenimientos predictivos con el plan de mantenimiento, verificando mensualmente con los valores del VAN y TIR para reducir los costos actuales y a futuro.

## REFERENCIAS

1. GISBER Soler, Victor, y otros. 2016. Cuaderno investigación aplicada. España : Área de innovación y desarrollo, S.L., 2016. 978-84-945987-9-1.
2. AGUILA Taxis, Noe, CORTES Aguirre, Rosa y TENOPALA Hernandez, Crisanto. 2019. Proposal: Lean model for continuous improvement as a cost reduction strategy "SME: SL Service automotive mechanical engineering". Mexico : The journal of middle east and north Africa sciences, 2019. 2412-8970.
3. Albarrán, Manuel Mejía. 2008. DESARROLLO DE UN MODELO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y SU APLICACIÓN EN UNA MÁQUINA ETIQUETADORA DE ENVASES PLÁSTICOS. México : s.n., 2008. pág. 08.
4. ASMAT Rodriguez, Monica Alejandra y LOPEZ Vaca, Dana Lisette. 2020. TEORIA DE RESTRICCIONES EN LA REDUCCION DE COSTOS OPERACIONALES DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA TRANSPORTES RODRIGO CARRANZA S.A.C. Trujillo : s.n., 2020. pág. 113.
5. BELOHLAVEK, Peter. 2006. OEE Overall Equipment Effectiveness . Buenos Aires : Blue Eagle Group, 2006. 978-1223--41-1.
6. CASTAÑEDA Muñoz , Jackson Steward y GONSALEZ Mino , Kirim Sarita. 2016. Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transporte Chiclayo S.A. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Pimentel - Chiclayo : Universidad Señor de Sipan, 2016. pág. 19.
7. CASTELBLLANCO, Omar Eduardo . 2019. Costos empresariales: manejo financiero y gerencial. Bogotá : Eco ediciones, 2019. 9789587718218.
8. CHARACTERISTICS OF THE SYSTEMS TPM AND RCM. CÀRCEL Carrasco, Francisco Javier. 2016. 3, España : 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 2016, Vol. V. 2254 – 4143.
9. CHOWDARY , Boppana, OJHA, Kuldeep y ALEXANDER, Arlene . 2018. Improvement of refinery maintenance and mechanical services: application of lean manufacturing principles. Caribe : Inderscience Enterprises Ltd., 2018. 1740-2093.
10. CONTRERAS Quipe, Carlos Alberto. 2016. Plan de mantenimiento de equipos de movimiento de Tierra por criticidad para tener maquinas disponibles en la Municipalidad Provincial de Yauli - La Orolla. Tesis (Título en Ingeniería Mecánica). Huancayo : Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2016. pág. 16.
11. CONTRERAS Vergara, Felipe Alejandro . 2018. "IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS) EN PLANTA METALICO RHEEM CHILE.". Chile : Universidad Andres Bello, 2018.

12. DI BONA, Gianpaolo , y otros. 2021. Implementation of Industry 4.0 technology: New opportunities and challenges for maintenance strategy. [aut. libro] Francesco LONGO, Michael AFFENZELLER y Antonio PADOVANO. Title: Proceeding of the 2 international conference on industry 4.0 and smart manufacturing. Italia : Elsevier, 2021.
13. GOMES Rojas, Williams. 2016. Implementación del mantenimiento autónomo para la mejora de la productividad en la empresa PAMOLSA S.A., distrito del Callao, año 2016. Tesis(Título en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo : s.n., 2016. pág. 07.
14. GWYNNE, Richards. 2017. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse. USA : Kogan Page Publishers, 2017. 978-0-7494-7978-7.
15. HERNANDEZ Matías, Juan Carlos y VIZAN Idoipe, Antonio. 2013. Lean manufacturing. Madrid : s.n., 2013. 978-84-15061-40-3.
16. HERRERA CCARI, Bryan Carlos . 2020. “Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil”. Peru : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020.
17. HORNGREN, Sharles, DATAR , Srikant y FORTER, George. 2007. Contabilidad de costos . México : Pearson Educacion, 2007. 978-970-26-0761-8.
18. Integral Model of Maintenance Management Based on TPM and RCM Principles to Increase Machine Availability in a Manufacturing Company. MOSCOSO, Carlos , y otros. 2020. Francia : Springer Nature Switzerland AG, 2020. 978-3-030-25629-6.
19. La confiabilidad, la disponibilidad, y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. MESA Grajales, Dairo, ORTIZ Sánchez, Yesid y PINZÓN, Manuel. 2006. 157-158, Colombia : Scientia et Technica, 2006, Vol. XII. 0122-1701.
20. LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. MANZANO Ramírez, María y GISBERT Soler, Victor. 2016. 4, España : 3C Tecnología, 2016, Vol. V. 2254 – 4143 .
21. LEON Flores , Abel Antonio. 2016. Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el caldero de la empresa Industrial Center Wash. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2016. pág. 6.
22. MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. 2017. Tecnicas de muestreo sobre una poblacion a estudio. Chile : Universidad de la Frontera de Temuco, 2017. págs. 227-232. Vol. 35.

23. MAYORGA Moreta, JOHN ALEXANDER y POZO Barrera, JEAN CARLOS. 2019. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y MEJORAS EN LAS ÁREAS DE CALIDAD Y LOGÍSTICA CON EL USO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA INDUSTRIA ARROCERA "SAN LUIS". Ecuador : UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO, 2019.
24. Metodología de optimización de procesos industriales. FLORES, Hugo , y otros. 2018. 14, Argentina : Revista Portal de la Ciencia, 2018. 2223-3059.
25. MOYA, Omar Leyton. 2015. Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS. Tesis(Título de Ingeniero Industrial). Costa Rica: TEC : s.n., 2015. pág. 2.
26. NAKAZATO, Koichi. 1995. TPM en industrias de proceso. Madrid, España : Tokutaro suzuki, 1995. págs. 87-143. 84-87022-18-9.
27. NARANJO Rodriguez , Carlos Alberto. 2009. Implementacion de mantenimiento autonómo pilar del TPM para mejorar la linea corrugadora en Procarsa. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2009. pág. 13.
28. NHAILI, Ahmed En, MEDDAOUI, Anwar y BOUAMI, Driss . 2016. Effectiveness improvement approach basing on OEE and lean maintenance tools. Marruecos : Inderscience Enterprises Ltd., 2016. 1460-6739.
29. NORIEGA Rodríguez, Daniel Alejandro. 2019. Rendimiento del indicador OEE: Identificación e Implementación de Soluciones Lean a Oportunidades de Mejora en la Producción de Alambre de Hormigón Armado. Ecuador : Universidad San Francisco de Quito, 2019.
30. OLLOS, Olivares Alvaro. 2017. Contabilidad de Costos I. Huancayo : Universidad Continental, 2017. pág. 19. 978-612-4196.
31. PEÑA Guarín, Guillermo, RODRÍGUEZ González, Liliana y RODRÍGUEZ Rojas, Yuber. 2020. Investigación en Sistemas de Gestión.: Avances y retos de la gestión integral. Bogotá : USTA, 2020. 9789587822878.
32. Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. DHRUV, Shah y PATEL, Pritesh. 2018. 3, India : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2018, Vol. V. 2395-0056.
33. Reliability, availability and maintainability analysis of a cement plant: a case study. CHOUDHARY, Devendra, TRIPATHI, Mayank y SHANKAR, Ravi. 2019. 3, India : Emerald Publishing Limited, 2019, Vol. 36. 0265-671X.
34. RICH, Nick y MCCARTHY, Dennis. 2015. Lean TPM: A Blueprint for Change. USA : ELSEVIER, 2015. 978-0-08-100090-8.

35. ROJAS Enciso, William Raúl y SUASACA Pelinco, Johnny William. 2019. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA calidad de servicio en el area de operaciones de la empresa J y S Ingenieros consultores E.I.R.L.-2018. LIMA-PERU : s.n., 2019.
36. ROJAS, Cristobal. 2014. Gestion de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el area de molienda de San Fernando S.A. Tesis(Titulo para en Ingenieria Mecanica). Huancayo: Universidad Nacional del control del Peru : s.n., 2014. pág. 13.
37. RUBIO Rodríguez, Claudio . 2014. Análisis de las necesidades de maquinaria en minas de mineral de hierro de cielo abierto. Tesis (Master en direccion en proyectos). Ecuador : Universidad de Oviedo, 2014. págs. 27-30.
38. SALAZAR Salvador, Fredy. 2017. Análisis de Costos de Mantenimiento para determinar el tiempo de reemplazo de un Volquete Volvo FMX - en IESA U.M. PALLANCATA. Tesis (Título en Ingenieria Mecánica). Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. pág. 24.
39. SEKINE, Ken'ichi y ARAI, Keisuke. 2017. TPM for the Lean Factory Innovative Methods and Worksheets for Equipment Management. Boca Raton (Florida) : Taylor & Francis Group, 2017. 9780203735336.
40. SOCCONINI, Luis y REATO, Carlo. 2019. Lean Six Sigma, sistema de gestión para liderar empresas. Barcelona : ICG MARGE, SL, 2019. 978-84-17903-01-5.
41. THE INTEGRATION OF LEAN MANUFACTURING AND LEAN. AL MOUZANI, Imane y BOUAMI , Driss. 2019. 1, Marruecos : TJPRC Pvt. Ltd. , 2019, Vol. IX. 2249-8001 .
42. VALDEZ Garcia, Emilio. 2017. Implementacion del Mantenimiento Autonomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackless en la Uchucchacua. Tesis(Magister en Ingenieria Mecanica). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru : s.n., 2017. pág. 18.
43. VARGAS Monrroy, Lisseth Camila. 2016. IMPLEMENTACIÓN DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” EN EL CENTRO DE PROCESO VIBRADO DE LA EMPRESA FINART S.A.S. Bogotá D.C. : s.n., 2016. pág. 15.

## ANEXOS

### ANEXO Nº 1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE Propuesta del Mantenimiento Autónomo a equipos electromecánicos	Consiste en identificar y proponer las labores de mantenimiento que realizan los mismos operarios de los equipos electromecánicos de la empresa Naval.	La medición de esta variable se realiza en función a la complejidad de las labores, así como también a la capacitación de los operarios de la planta naval.	Disponibilidad	Observación Revisión bibliográfica Recolección de datos (encuesta y entrevista)	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Costos operativos en Constructora Naval El Nazareno - Lambayeque	Son el tipo de costos en los que incurre una empresa en el desarrollo de la propia actividad de la empresa naval.	La medición de los costos operativos está dada por todos los costos fijos y variables en el que incurre la empresa para lograr tener el producto final.	Costos de energía. Costo por paradas imprevistas Costos por mantenimiento externos	VAN TIR B/C (Beneficio costo)	Razón

Fuente: Elaboración propia

### INDICACIONES AL EXPERTO.

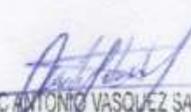
A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	<del>4</del>	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M(MEDIO)	B(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 190662

Firma del entrevistado

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N°1

Registro de Horas en cada reparación.

Instrucciones: Realizar el registro del número de veces al año fuera de servicio de cada equipo, así como también el número de Horas en cada una de las reparaciones.

ITEM	EQUIPO	Número de veces al año fuera de servicio	Horas en cada reparación														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Cepillo eléctrico																
2	Motosierra																
3	Garlopa Eléctrica																
4	Pulidora lijadora angular																
5	Taladro Eléctrico																
6	Pistola eléctrica																
7	Esmeril																

  
ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 190662

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N°2

### CUADRO DE FALLAS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECHANICOS

CEPILLO ELECTRICO			
N	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
5			
	Total		
MOTOSIERRA			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
5			
	Total		
GARLOPA ELECTRICA			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
5			
	Total	8	45
PULIDORA LIJADORA ANGULAR			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
5			
	Total		

  
 ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 190662

TALADRO ELECTRICO			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
	Total		
PISTOLA ELECTRICA			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1	Velocidad de perforación lenta	4	115
2			
3			
4			
5			
	Total		
ESMERIL			
N°	FALLAS	N° FALLAS	HORA DE FALLAS
1			
2			
3			
4			
5			
	Total		

  
 ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 190662

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N° 3

Formato de programación de mantenimiento preventivo

Autor: Frany Luisin Viera Alvarado.

Instrucciones: Colocar 1, si se programa, y 0, si no se programa

DENOMINACIÓN :		PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																
N°	Labor de Mantenimiento	Frecuencia	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1																																																		
2																																																		
3																																																		
4																																																		

  
 ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
 ING. MECANICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 190862

## GUÍA DE OBSERVACIÓN N°4

### INVENTARIO DE LOS EQUIPOS ELECTROMECHANICOS

La Constructora naval cuenta con equipos dedicados a la labor de manufactura de pequeñas embarcaciones marítimas, cada una de ellas, son accionados por motores eléctricos, el cual recibe energía de la red del sistema interconectado, en baja tensión 380 / 220 Voltios.

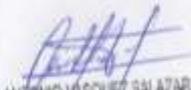
N°	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO	POTENCIA TOTAL (KW)
1	Cepillo eléctrico	MAKITA	MK	1805 N	2004	3.3
2	Motosierra	STIHL	MS	660	2002	20.8
3	Garlopa Eléctrica	SENCAN	M1B-KY8	568208	2015	1.42
4	Pulidora lijadora angular	DEWALT	DWP849X	B3	2002	3.9
5	Taladro Eléctrico	SENCAN	J1 z-KY B	532301	2015	4.4
6	Pistola eléctrica	SKIL	6555	684	2014	3.6
7	Esmeril	STIHL	S/M	459	2009	2.4
8	6 Reflectores Iluminación de la Planta	Philips	s/m	s/s	2017	0.9
9	4 Fluorescentes Iluminación Oficina	Philips	s/m	s/s	2017	0.2
10	1 Equipo de cómputo	IBM	S/M	S/S	2015	1.2
<b>TOTAL (KW)</b>						<b>42.12</b>

  
ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 190852

## CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN Nº 5

Cuadro de encuesta de los equipos electromecánicos de la constructora naval  
"el nazareno"

Equipos Electromecánicos Preguntas	Cepillo eléctrico	motosierra	Garlopa eléctrica	Pulidora lijadora angular	Taladro eléctrico	Pistola eléctrica	Esmeril
1. ¿Cuántas veces al mes se averían los equipos?							
2. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento?							
3. ¿Cuántas veces al día trabaja?							
4. ¿Qué tiempo de trabajo realiza?							
5. ¿Si falla por completo el equipo, podrá seguir con su trabajo?							
6. ¿Qué tiempo se demora para reparar los equipos?							
7. ¿En qué parte del equipo se producen las averías?							
8. ¿Conoces su operatividad del equipo?							
9. ¿Qué medidas de seguridad conoces en los equipos?							
10. Si falla el quipo ¿sabes cómo repararlo?							

  
 ISAAC ANTONIO VASQUEZ SALAZAR  
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 190662

## GUÍA DE INSTRUCCIONES PARA LOS OPERARIOS DE MANTENIMIENTO

**OBJETIVO:** Estos procedimientos se aplican en todas las labores de ejecución del mantenimiento a los equipos electromecánicos,

**DESCRIPCIÓN:** con la guía de instrucciones, el operario realizara las buenas practicas e indicaciones para determinar las condiciones en las que se encuentra el equipo, aplicando, técnicas de mecánica, electricidad, y seguridad.

Cepillo eléctrico
Labores de mantenimiento y ejecución
<b>Limpieza general Semanal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li><li>- Utilice aire comprimido</li></ul>
<b>Verificar Escobillas del motor:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Desmontar la carcasa del motor</li><li>- Limpie las escobillas, retirando el hollín</li><li>- Determine si las escobillas están pegadas y si se encuentran demasiado pequeñas</li><li>- cambie escobillas nuevas si fuera necesario.</li></ul>
<b>Templar faja de transmisión:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Desmonte la tapa protectora.</li><li>- Limpie las zonas de sujeción de los rodillos tensores.</li><li>- Utilice un hexagonal 8 mm para regular los rodillos tensores.</li><li>- verifique su tención y monte su tapa protectora.</li></ul>
<b>Cambio de rodajes de bancada:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Desmonte las cubiertas del equipo.</li><li>- Retire la bancada completa.</li><li>- Gire el rodaje de bancada y detecte ruidos y falta de lubricación.</li><li>- Cambie rodajes nuevos si fuera necesario.</li></ul>
<b>Lubricar puntos de engrase:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Desmonte las cubiertas del equipo.</li><li>- Gire los rodajes de bancada y del eje del motor</li><li>- Retire los rodajes y engrase si fuese necesario.</li></ul>
<b>Cambio de cuchillas y porta cuchillas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Utilice una llave mixta # 7 para aflojar los pernos que sujetan las cuchillas.</li><li>- Retire las cuchillas con cuidado de no herirse.</li><li>- Cambie las cuchillas nuevas, ajuste el perno con llave mixta # 7.</li><li>- Compruebe funcionamiento.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

Garlopa eléctrica
Labores de mantenimiento y ejecución
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>
<p>Verificar Escobillas del motor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la carcasa del motor</li> <li>- Limpie las escobillas, retirando el hollín</li> <li>- Determine si las escobillas están pegadas y si se encuentran demasiado pequeñas</li> <li>- cambie escobillas nuevas si fuera necesario.</li> </ul>
<p>Lubricar puntos de engrase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Engrase las 6 chumaceras que lleva en los lados posteríos, delanteros e internos de la garlopa</li> <li>- verifique que los puntos de engrase no se encuentren obstruidos.</li> </ul>
<p>Verificar conductores eléctricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realice un seguimiento de los cables de masa y tierra, verificado algún corte o desgaste.</li> <li>- Producto de la brisa, recubra los cables cinta aislante</li> </ul>
<p>Verificar sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe el estado de las llaves de paso.</li> <li>- Mida con una pinza amperimétrica el amperaje</li> <li>- Remplace el estado de las llaves de paso, si fuese necesario.</li> </ul>
<p>Afilado de cuchillas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilice una llave mixta # 16 para aflojar los pernos que sujetan las cuchillas.</li> <li>- Retire las cuchillas con cuidado de no herirse.</li> <li>- Utilice una piedra de asentar para su afilado.</li> <li>- Mantenga un Angulo de 45 grados aprox,</li> <li>- Repita el afilado 10 veces, verificando su filo correcto.</li> <li>- Compruebe funcionamiento.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Motosierra
Labores de mantenimiento y ejecución
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>
<p>Revisar y regular bujía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la tapa protectora del filtro de aire y retire la toma de corriente de la bujía,</li> <li>- Retira la bujía de la culata y conéctela en la toma de corriente, Utilice la cuerda de arranque para verificar si es sale chispa ( regule si fuese necesario)</li> <li>- Utilice un calibrador para su regulación, dado como medida entre 16 y 18 mm</li> </ul>
<p>Controlar la tensión de la cadena y espada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujete la espada de la motosierra en un tornillo de banco.</li> <li>- Desmonte la tapa protectora con un llave 19 mm</li> <li>- Utilice un destornillador plano para su ajuste.</li> <li>- Inserte el destornillador plano en el tornillo regulador verificando que la cadena no este ni muy floja ni muy ajustada.</li> <li>- Gire la cadena levemente para comprobar su ajuste.</li> </ul>
<p>Desmontar carburador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la tapa protectora del filtro de aire y retire la toma de corriente de la bujía.</li> <li>- Desmonte los 2 pernos de sujetan al carburador de la culata.</li> <li>- Retire el bulbo cebador, las juntas y límpielos</li> <li>- Retire el diafragma, la aguja y verifique que no esté reseco o doblado.</li> <li>- Limpie todos los accesorios y cambio los defectuosos, arme y compruebe su funcionamiento.</li> </ul>
<p>Afilar cadena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujete la espada de la motosierra en un tornillo de banco.</li> <li>- Utilice una lima redonda para su afilado.</li> <li>- Realice el afilado, dando un Angulo de corte de 60°</li> <li>- Realice el afilado en ambos lados a cada eslabón de la cadena (5 pasadas).</li> <li>- Realice el mismo procedimiento en el talón de profundidad del eslabón</li> </ul>
<p>Cambio cadena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujete la espada de la motosierra en un tornillo de banco.</li> <li>- Desmonte la tapa protectora con un llave 19 mm</li> <li>- Utilice un destornillador plano para aflojar la cadena.</li> <li>- Retire la cadena de la espada y cámbiala por una nueva.</li> <li>- Utilice un destornillador plano para ajustar la cadena.</li> <li>- Gire la cadena levemente para comprobar su ajuste.</li> </ul>
<p>Cambiar filtro de aire:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la tapa protectora del filtro de aire.</li> <li>- Retire el filtro de aire aflojando el perno mariposa</li> <li>- verifique el estado del filtro, si hay inconvenientes, replácelo</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Pulidora lijadora angular	
Labores de mantenimiento y ejecución	
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>	
<p>Cambiar disco:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsar el botón de bloqueo del eje, y desenroscar la tuerca de fijación</li> <li>- Proceder a cambiar el disco, pulsando el botón de bloqueo y ajustado la tuerca de fijación</li> <li>- El cambio se debe de realizar con el enchufe desconectado.</li> </ul>	
<p>Cambiar plato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsar el botón de bloqueo del eje, y desenroscar la tuerca de fijación</li> <li>- Retire el disco, y remplace el palto, verificando quebraduras, dobles u otro desperfecto.</li> <li>- Monte el plato en la base la pulidora, coloque el disco y la tuerca de fijación.</li> <li>- Ajuste la tuerca y compruebe su funcionamiento.</li> </ul>	
<p>Cambio de carbones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la carcasa del motor</li> <li>- Limpie los carbones , retirando el hollín</li> <li>- Determine si los carbones están pegadas y si se encuentran demasiado pequeños</li> <li>- Cambie los carbones nuevos si fuera necesario.</li> </ul>	
<p>Verificar sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe el estado de las llaves de paso.</li> <li>- Mida con una pinza amperimétrica el amperaje</li> <li>- Remplace el estado de las llaves de paso, si fuese necesario.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

Taladro eléctrico
Labores de mantenimiento y ejecución
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>
<p>cambio Escobillas del motor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la carcasa del motor</li> <li>- Limpie las escobillas, retirando el hollín</li> <li>- Determine si las escobillas están pegadas y si se encuentran demasiado pequeñas</li> <li>- cambie escobillas nuevas si fuera necesario.</li> </ul>
<p>Verificar sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe el estado de las llaves de paso.</li> <li>- Mida con una pinza amperimétrica el amperaje</li> <li>- Remplace el estado de las llaves de paso, si fuese necesario.</li> </ul>
<p>Ajustar alineamiento de Chuck:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Afloje el tornillo del Chuck con un hexagonal torx</li> <li>- Móntelo en un tornillo de banco y retire el Chuck.</li> <li>- Retire las guías del Chuck y, cambie si es necesario.</li> <li>- Con un destornillador plano monte las guías y calibre la luz entre ambas.</li> <li>- Monte el Chuck en el taladro y compruebe el funcionamiento.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Pistola eléctrica
Labores de mantenimiento y ejecución
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>
<p>Verificar Escobillas del motor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la carcasa del motor</li> <li>- Limpie las escobillas, retirando el hollín</li> <li>- Determine si las escobillas están pegadas y si se encuentran demasiado pequeñas</li> <li>- cambie escobillas nuevas si fuera necesario.</li> </ul>
<p>Verificar o cambiar Chuck:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Afloje el tornillo del Chuck con un hexagonal torx</li> <li>- Móntelo en un tornillo de banco y retire el Chuck.</li> <li>- Retire las guías del Chuck y, cambie si es necesario.</li> <li>- Con un destornillador plano monte las guías y calibre la luz entre ambas.</li> <li>- Monte el Chuck en el taladro y compruebe el funcionamiento.</li> </ul>
<p>Ajustar bobinado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Separe las carcasas del taladro y desmonte el rotor.</li> <li>- Verifique el inducido y verifique las líneas conductoras</li> <li>- Compruebe la continuidad con un multitester, las cual debe tener continuidad</li> <li>- Rebobinar si fuese necesario.</li> </ul>
<p>Verificar sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe el estado de las llaves de paso.</li> <li>- Mida con una pinza amperimétrica el amperaje</li> <li>- Remplace el estado de las llaves de paso, si fuese necesario.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Esmeril
Labores de mantenimiento y ejecución
<p>Limpieza general Semanal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga limpio el equipo antes y después de cada labor</li> <li>- Utilice aire comprimido</li> </ul>
<p>Verificar Escobillas del motor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmontar la carcasa del motor</li> <li>- Limpie las escobillas, retirando el hollín</li> <li>- Determine si las escobillas están pegadas y si se encuentran demasiado pequeñas</li> <li>- cambie escobillas nuevas si fuera necesario.</li> </ul>
<p>Ajustar bobinado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verifique el inducido y verifique las líneas conductoras</li> <li>- Compruebe la continuidad con un multitester, las cual debe tener continuidad</li> <li>- Rebobinar si fuese necesario.</li> </ul>
<p>Verificar sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observe el estado de las llaves de paso.</li> <li>- Mida con una pinza amperimétrica el amperaje</li> <li>- Remplace el estado de las llaves de paso, si fuese necesario.</li> </ul>
<p>Cambiar piedra esmeril:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con un destornillador estrella, retire la guarda protectora.</li> <li>- Utilice una llave 19 mm para aflojar la tuerca de fijación y con la mano sostener del otro lado del esmeril.</li> <li>- Remplace la piedra defectuosa e instale la nueva.</li> <li>- Ajuste la piedra abrasiva e instale la guarda protectora.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Fichas de las capacitaciones para los operarios.

Modulo I: Sistemas Mecánicos		Horas	Total														
Tema: 1	Tipos de Mantenimiento	1	5 hrs														
Tema: 2	Propiedades de los lubricantes	1															
Tema: 3	Análisis de fallas	1															
Tema: 4	Tiempo de reparación	1															
Tema: 5	Alineamiento.	1															
<b>Descripción</b>																	
<p><u>Tipos de mantenimientos:</u> Se describe los siguientes mantenimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento correctivo: tareas destinadas a corregir las fallas en los distintos equipos.</li> <li>- Mantenimiento preventivo: tareas destinadas a intervenir los puntos más vulnerables en los momento más oportuno antes de los defectos.</li> <li>- Mantenimiento predictivo: tarea de informar, conocer el estado y operatividad de los equipos mediante variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.)</li> </ul>																	
<p><u>Propiedades de los lubricantes:</u> Los lubricantes tienen la función de reducir la fricción y el desgaste en las superficies metálicas. Cuentan con las siguientes propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la oxidación</li> <li>- Alto punto de inflamación</li> <li>- Conductividad térmica</li> <li>- Detergente del lubricante</li> <li>- Capacidad de carga.</li> <li>- Número de baja demulsificación</li> </ul>																	
<p><u>Análisis de fallas:</u> Es un examen que se realiza a las piezas o componentes defectuosos, con la finalidad de encontrar la raíz de la falla, y mejorar la confiabilidad de los equipos.</p> <p>Posibles fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mal uso o abuso</li> <li>- Montaje incorrecto</li> <li>- Error de fabricación</li> <li>- Mantenimiento inadecuado</li> <li>- Error de diseño</li> <li>- Materia prima inadecuada</li> <li>- Condiciones de mala operación</li> <li>- Culminación de vida útil del equipo</li> </ul>																	
<p><u>Tiempo de reparación:</u> La eficiencia en el departamento de mantenimiento, lograra que los tiempos de preparación y los periodos de mantenimiento sean cada vez más cortos. Se presentan las acciones y objetivos que se debe tener en cuenta:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Acción</th> <th style="width: 50%;">Objetivo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpieza de instalaciones</td> <td>Inspeccionar</td> </tr> <tr> <td>Inspección de equipos</td> <td>Detectar</td> </tr> <tr> <td>Detección de fallas</td> <td>Corregir</td> </tr> <tr> <td>Corrección de fallas</td> <td>Prevenir</td> </tr> <tr> <td>Prevención de fallas críticas</td> <td>Disminuir el mantenimiento</td> </tr> <tr> <td>Disminución del mantenimiento</td> <td>Disminuir las actividades sin valor agregado</td> </tr> </tbody> </table>				Acción	Objetivo	Limpieza de instalaciones	Inspeccionar	Inspección de equipos	Detectar	Detección de fallas	Corregir	Corrección de fallas	Prevenir	Prevención de fallas críticas	Disminuir el mantenimiento	Disminución del mantenimiento	Disminuir las actividades sin valor agregado
Acción	Objetivo																
Limpieza de instalaciones	Inspeccionar																
Inspección de equipos	Detectar																
Detección de fallas	Corregir																
Corrección de fallas	Prevenir																
Prevención de fallas críticas	Disminuir el mantenimiento																
Disminución del mantenimiento	Disminuir las actividades sin valor agregado																
<p><u>Alineamiento:</u> Es el procedimiento en el cual los equipos, se ubican para que el punto de energía se transfiera de un eje al otro, logrando que los ejes de rotación estén alineados cuando los equipos estén en funcionamiento. Los puntos importantes en una alineación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El punto de transferencia de energía</li> <li>- Los ejes de rotación</li> <li>- La precisión del encaje del acoplamiento</li> <li>- Las condiciones de operación normal</li> <li>- Desviación de los equipos.</li> </ul>																	

Módulo II: Sistemas Eléctricos		Horas	Total
Tema: 1	Sistemas eléctricos	1	5 Hrs
Tema: 2	ley de Ohm	1	
Tema: 3	Motores eléctricos AC y DC	1	
Tema: 4	Conductores eléctricos	1	
Tema: 5	Instalaciones monofásicas y trifásicas	1	

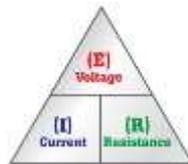
### Descripción

**Sistemas eléctricos:** es el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Se divide en 3 subsistemas principales:

- Generación (alta tensión )
- Transporte ( media tensión)
- Consumo ( baja tensión)

**Ley de Ohm:** se usa para determinar la relación entre tensión, corriente y resistencia un circuito eléctrico.

Formulas :



$$I = \frac{V}{R}$$

$$V = I \times R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

**Motores eléctricos AC y DC:** Es una máquina capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica. El motor es capaz de realizar esto gracias a la acción de los campos magnéticos que generan las bobinas que se encuentran dentro del motor.

- Motores AC: Funciona aplicando corriente alterna al motor eléctrico. Un motor eléctrico de AC consta de varias partes, las principales son el estator y el rotor
- Motores DC: Funciona con corriente continua y son máquinas con conmutación mecánica, tienen un devanado de armadura giratoria que es un imán estático o un imán permanente.

**Conductores eléctricos:** Son aquellos que tienen poca resistencia a la circulación de la corriente eléctrica, pueden presentarse de diversas formas, una de estas es el material en condiciones físicas específicas, como barras de metal. A pesar de no formar parte de un montaje eléctrico, estos materiales siempre mantienen sus propiedades de conducción.

Tipos de cables:

- Unipolares: formados por un hilo conductor.
- Multipolares: formados por más de un hilo.
- Mangueras: formado por 2 o 3 conductores rodeados de protección.
- Rígidos: difíciles de deformar.
- Flexibles: fáciles de deformar.
- Planos: de forma plana.
- Redondos: de forma redonda.

**Instalaciones monofásicas y trifásicas:** Se clasifican también según el número de conductores que se utilizan para transportar la electricidad. En corriente alterna, se distingue entre instalaciones monofásicas y trifásicas:

- Monofásicas: utiliza dos conductores activos para transportar la electricidad, se emplea cuando la potencia de la instalación eléctrica no es muy elevada, 15 kw
- Trifásicas: utiliza cuatro conductores activos, tres de fase y uno de neutro, se puede transmitir más potencia eléctrica con menor pérdida, y empleando menor sección de cobre en los conductores

Módulo III: Seguridad y salud en el trabajo		Horas	Total
Tema: 1	Prevención de accidentes	2	10 Hrs
Tema: 2	Normas de seguridad	2	
Tema: 3	Primeros auxilios	2	
Tema: 4	Caída de objetos en manipulación	2	
Tema: 5	Prevención de los actos inseguros	1	
Tema: 6	Importancia de delimitar el área de trabajo	1	
<b>Descripción</b>			
<p><u>Prevención de accidentes:</u> Son acciones destinadas para evitar eventos o hechos perjudiciales que puedan afectar la integridad física o mental de las personas. Acciones para la prevención de accidentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación del riesgo o peligro, cuidándose de las lesiones o el daño.</li> <li>• Separación entre el trabajador y el riesgo. El peligro se mantiene pero la lesión es imposible, ya que se garantiza que las zonas naturales de influencia de los trabajadores y el objeto no coincidan.</li> <li>• Utilización de mecanismos de protección, como respiradores, para atenuar el riesgo. Aunque sigue existiendo, la posibilidad de lesión o daño.</li> </ul> <p>Adaptación del riesgo mediante la adopción de medidas como la instalación de sistemas de alarma y equipos de control, la información sobre los peligros, la motivación para adoptar un comportamiento seguro, la formación y la educación.</p>			
<p><u>Normas de seguridad:</u> Es la fuente de información que permite una uniformidad en el modo de actuar de los trabajadores ante determinadas circunstancias o condiciones, para tener un comportamiento determinado y adecuado. Estas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No introduzcas partes de tu cuerpo en las máquinas que están movimiento.</li> <li>• No distraigas a tus compañeros y concéntrate en tus labores de trabajo.</li> <li>• Utiliza tus EPP y manténgalo siempre en buenas condiciones.</li> <li>• Colocar la tarjeta de seguridad, en actividades de reparación, ajuste, limpieza, y cambio de herramientas.</li> <li>• Realice el ajuste y la reparación de la máquina, solo cuándo tenga la autorización de su jefe inmediato.</li> <li>• Realizar las tareas de acuerdo a los procedimientos establecidos.</li> <li>• Orden y limpieza en el área de trabajo.</li> <li>• Ante cualquier duda durante el trabajo, consulta a tu jefe inmediato.</li> </ul> <p>Utiliza técnicas adecuadas para el levantamiento y manipulación de piezas y objetos.</p>			
<p><u>Primeros auxilios:</u> consiste en prestar asistencia inmediata a un accidente enfermo requerido, abarca el tratamiento tanto de lesiones de poca importancia como las muy graves.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento cardiaco: se exporta en la arteria carótida, en los RN y obesos en la arteria humeral y debemos observar si el pulso es rítmico, regular, frecuencia, etc.</li> <li>• Exploración de la víctima: consciencia a estímulos, respiración atenta y el pulso carotideo.</li> <li>• Exploración de la respiración: ver movimientos torácicos, oír la respiración del lesionado y sentir el aliento en la mejilla.</li> </ul> <p>Reanimación cardiopulmonar: comprobar consciencia y pedir ayuda, abrir la vía aérea, comprobar respiración, ventilar, comprobar pulso, dar masaje cardiaco, comprobar eficiencia reanimación, y comprobar activación de sistema de emergencia</p>			

Caída de objetos en manipulación: son riesgos que pueden sufrir con caídas de herramientas, como pistola eléctrica, llaves, y objetos como piezas, materiales o envases que se están utilizando. Las causas que lo originan estas caídas son:

- Falta de orden y limpieza en el lugar de trabajo
- Falta de atención en la ejecución del trabajo
- Negligencia o inexperiencia del trabajador.
- Colocación deficiente de los implementos de elevación.
- Manejo inadecuado de cargas.
- Utilización de herramientas inadecuadas para el trabajo que se va a realizar.

Deslizamiento de las cargas por amarre deficiente de carga y transporte.

Prevención de los actos inseguros: son errores cometidos por un trabajador al momento de realizar su labor o actividad asignada, esto conlleva al riesgo de sufrir un accidente como:

- No utilizar EPP
- Usar equipos sin autorización
- Sobrecargar equipos
- Trabajar a velocidades riesgosas
- Tener un área de trabajo desordenada

¿Cómo podemos corregir los actos inseguros?

- Hablar de la importancia de la seguridad
- No transmitir agresividad durante una intervención.
- Mencione actos inseguros que has presenciado y explica sus consecuencias.
- Consulta siempre a un trabajador otras alternativas para ejecutar labores.

Potenciar las consecuencias disciplinarias dentro de la empresa.

Importancia de delimitar el área de trabajo: Consiste en restringir o marcar un espacio de tal manera que los empleadores no puedan ingresar fácilmente. Una tarea sin señalizar es algo muy grave, ya que todas las actividades o equipos no ofrecen todas las medidas de protección.

Las herramientas que se usan son las siguientes:

- **SEÑALIZACIÓN:** advierte o alerta la presencia de algún evento, ambiente o equipo que se encuentren bajo condiciones anormales. Las más usadas son:
  - Conos de seguridad.
  - Postes
- **DELIMITACIÓN:** Impiden o restringen el acceso de las personas hacia un ambiente específico, para evitar una posible intervención o contacto que pueda tener consecuencias negativas en la seguridad y salud en la persona.
  - Cintas delimitadoras
  - Malla de seguridad
  - Barra retractiles amarillo-negras

Las actividades como de riesgo muy alto o muy graves son las principales actividades que deben delimitar, también las actividades realizadas por contratistas o personal tercerizado.

- Trabajos eléctricos
- Trabajos en caliente
- Prueba de maquinaria
- Trabajos en altura
- Trabajos en espacios confinados
- Trabajos de carga

Fuente: Elaboración propia

Tabla del costo de mantenimiento.

Ítem	Unidad	Cant.	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Capacitación al Personal (15 Personas)	Horas	20	120	2400
Tablero de Herramientas mecánicas	Unidad	2	1200	2400
Tablero de Herramientas Eléctricas	Unidad	1	800	800
Implementación Taller eléctrico	Unidad	1	2000	2000
Insumos para taller (Cables, fusibles, conectores)	Unidad	1	1500	1500
Formatos de órdenes de mantenimiento	Ciento	2	50	100
Costo de la inversión				9200

Fuente: Elaboración propia



## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **JAMES SKINNER CELADA PADILLA**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO**, asesor de Tesis titulada:

### **“PROPUESTA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO A EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN CONSTRUCTORA NAVAL EL NAZARENO - LAMBAYEQUE”**

Del autor es **VIERA ALVARADO FRANY LUISIN**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud de **21%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Chiclayo, 15 de agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor: <b>CELADA PADILLA JAMES SKINNER</b>	
<b>DNI</b> 16782335	Firma 
<b>ORCID</b> <a href="https://orcid.org/0000-0002-5901-2669">0000-0002-5901-2669</a>	