



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de Mantenimiento preventivo para incrementar la
productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima

Callao, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Matías Herrera Javier David (ORCID: 0000-0003-3198-8982)

ASESOR:

Mg. Rodríguez Alegre, Lino (ORCID: 0000-0002-9993-8087)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Queremos dedicarles este trabajo de investigación a mi esposa e hijo por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional cuando más los necesitamos.

A nuestros hermanos por su lealtad y serenidad que nos alientan la vida.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios que nos ha dado la vida, la fortaleza y la luz para prepararnos y cumplir la misión que nos ha encomendado.

A la Universidad “Cesar Vallejo” por sus valiosas enseñanzas y orientaciones que condujeron al logro de nuestros objetivos.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
índice de tablas	v
índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	5
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.1.1 Tipo de investigación.....	18
3.1.2 Diseño de investigación.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.3.1 Población.....	20
3.3.2 Muestra	21
3.3.3 Muestreo	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5. Procedimientos.....	22
3.6 Métodos de análisis de datos	22
3.7. Aspectos éticos	58
IV. RESULTADOS.....	59
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Pre test de la dimensión inspección	29
Tabla 2. Pre test del plan de mantenimiento	30
Tabla 3. Pre test de la productividad	31
Tabla 4. Pre test de la dimensión eficiencia	32
Tabla 5. Pretest de la dimensión eficacia	33
Tabla 6. Cronograma de Actividades	35
Tabla 7. Mantenimiento rutinario mandrinadora bloques de cilindro	42
Tabla 8. Mantenimiento programado mandrinadora horizontal	43
Tabla 9. Orden de trabajo del mantenimiento	44
Tabla 10. Presupuesto de materiales	45
Tabla 11. Presupuesto de implementación	45
Tabla 12. Costo total de implementación	46
Tabla 13. Comparativo de costos operativos antes y después	46
Tabla 14. Flujo de caja	51
Tabla 15. VAN, TIR, costo beneficio	52
Tabla 16. Pos test de la dimensión inspección.....	52
Tabla 17. Pos test de la dimensión plan de mantenimiento	53
Tabla 18. Pos test de la productividad	54
Tabla 19. Pos test de la eficiencia	55
Tabla 20. Pos test de la eficacia.....	56
Tabla 21. Resumen de costos tangibles e intangibles	113

Índice de figuras

Figura 1. Tiempos operativos de acuerdo con las pérdidas asociadas al equipo	14
Figura 2. Máquina mandrinadora	27
Figura 3. Flujograma de entrada y salida de máquina	28
Figura 4. Capacitación de Mantenimiento	36
Figura 5 . Estandares del mantenimiiiento	37
Figura 6. Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo	35
Figura 7. Formato de inspección y limpieza	36
Figura 8. Limpieza de máquina	37
Figura 9. Inspección del equipo.....	38
Figura 10. Inspección y control de los equipos.....	41
Figura 11. Organigrama de la empresa.....	110
Figura 12. máquina mandrinadora	111

Resumen

La investigación tuvo como objetivo general, Determinar cómo la implementación del Mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020. El estudio se desarrolló en base a un enfoque cuantitativo, con diseño metodológico fue pre experimental, Se determinó aplicar el mantenimiento preventivo regulando las inspecciones en los equipos y el programa de mantenimiento con fines de dar cumplimiento con lo que se tiene planeado. Las poblaciones conformaron las ordenes de mantenimiento preventivos a las 8 máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA, efectuadas por los técnicos del área de mantenimiento durante 16 semanas. Luego de aplicar la técnica estadística se dedujo que la significancia de la hipótesis general y las específicas resultó menor que 0.05 tal que se aceptó las hipótesis planteadas y al mismo tiempo hubo incrementos logrados en la productividad que fue 62.18%, en la eficiencia que fue 30.41% y en la eficacia que resultó 27.02%.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, productividad, eficiencia, eficacia.

Abstract

The general objective of the research was to determine how the implementation of Preventive Maintenance increases productivity in boring machines in the company SIMA Callao, 2020. The study was developed based on a quantitative approach, with a pre-experimental methodological design. It was determined to apply preventive maintenance by regulating equipment inspections and the maintenance program in order to comply with what is planned. The populations conformed the preventive maintenance orders to the 8 boring machines in the SIMA company, carried out by the maintenance area technicians for 16 weeks. After applying the statistical technique, it was deduced that the significance of the general and specific hypotheses was less than 0.05, such that the hypotheses raised were accepted and at the same time there were increases achieved in productivity, which was 62.18%, in efficiency, which was 30.41%. and in the effectiveness that was 27.02%.

Keywords: Preventive maintenance, productivity, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en las organizaciones de países industrializados se puso mayor énfasis en el área de mantenimiento. Las constantes fallas por malas prácticas del mantenimiento preventivo ameritaron hacer mejoras para reducir las averías repentinas y garantizar la operatividad con una mejor productividad asegurando mayor eficiencia del personal en las labores que realizan.

La investigación de (Díaz et al., 2019), resaltó que destinar recursos al mantenimiento preventivo tiene un efecto favorable pues alarga la vida útil de los equipos es una inversión valiosa. Las malas prácticas de mantenimiento generaron consecuencias, a veces, fatales en los trabajadores y riesgos económicos en los resultados de la compañía. En consecuencia, las malas acciones en el mantenimiento generaron un bajo nivel de la productividad que generó impacto en la operatividad de la empresa y como consecuencia generó deficiencias operativas y ocasionó demoras y fallas productivas.

A nivel nacional, en el Perú muchas empresas tuvieron deficiencias en el área de mantenimiento. Los retrasos en los servicios presentaron un impacto desfavorable en la producción pues no se cumplió los planes estratégicos. Por ello se puso énfasis en el mantenimiento preventivo para asegurar la operatividad de sus equipos y garantizar la atención de la demanda. El mejoramiento continuo, incorporando avanzadas herramientas de diagnóstico fue una alternativa viable que muchas empresas han incorporado para mejorar el mantenimiento preventivo. Así redujeron los altos costos de reparar los equipos industrializados. (OLIVERA, 2018). En muchos casos las empresas a nivel nacional por malas acciones a nivel del mantenimiento tuvieron repercusión en la productividad de la empresa, siendo motivo de retrasos en la producción incrementos de costos operativos por las fallas frecuentes que se presentaron.

A nivel local, la empresa Servicios Industriales de la Marina, se dedica al mantenimiento y reparación de embarcaciones a empresas privadas y públicas por más de 50 años. Se identificaron algunos problemas en el área de maquinado asociado con el mantenimiento preventivo entre estos tenemos: horas muertas por fallas de máquinas que retrasa el maquinado de las hélices, deficiencias en la programación de los mantenimientos, falta de equipos de diagnóstico, falta de

repuestos, programas incompletos, incumplimiento de contenidos de información en los repuestos, programas incompletos, incumplimiento de contenidos de información en los reportes, entre otros.

En la identificación de las causas se trataron en una reunión con los colaboradores de área y se han detallado en el diagrama causa efecto recoge estos detalles (Diagrama de Ishikawa). (Anexo 1). El diagrama causa efecto, se identificaron diversas causas raíz que originaron el problema; en este caso la baja productividad de las máquinas mandriladoras. Esto como paso inicial a fin de establecer medidas correctivas y reducir la baja productividad. La matriz de correlación de causas (Anexo 2) determinó la relación entre estas respecto al problema identificado. Se asignaron valores de 1 y 0 para medir el grado de correlación entre estas. Según la tabla de puntaje se obtuvo que las causas con mayor influencia son la falla de equipos por falta de mantenimiento, repuestos de mala calidad para el buen mantenimiento. En el diagrama plasmada de correlación se construyó la tabla de puntajes y porcentajes acumulados (Anexo 3), luego el diagrama de Pareto indicó que es una herramienta que da acceso a desglosar los problemas más importantes de aquellos que no tienen importancia (Anexo 4). Su importancia radicó en identificar las causas relevantes que son motivo de atención en la investigación para corregirlas. Según los resultados obtenidos en la frecuencia acumulada se observa que son 6 las causas relevantes que representan aproximadamente el 80% de los inconvenientes existentes: Falla de equipos por deficiente mantenimiento, repuestos escasos para mantener operativo el equipo, también repuestos no son originales, equipos obsoletos que causan fallas frecuentes, falta de personal calificado para buenos mantenimientos y espacios reducidos para el trabajo. Luego se desarrolló la tabla y gráfico de estratificación (Anexo 5 y 6). Mediante la estratificación de causas se estableció que estas se concentraron en las áreas de: manteniendo, gestión y procesos. Se tiene que el 53% de las causas pertenecen al área de mantenimiento, el 25 % al área de gestión y el 22 % a procesos. Se identificó que los principales problemas de la baja productividad de las maquinas mandrinadoras se concentra en la sección de mantenimiento. Finalmente, la matriz de alternativas de solución (Anexo 7) y la matriz de priorización (Anexo 8), mostraron las soluciones propuestas para la

problemática existente consolidados por áreas donde se observó que la alternativa viable es el mantenimiento.

Al respecto Nuestro problema general de investigación ha sido definido de la forma siguiente: ¿De qué manera la implementación de mantenimiento preventivo incrementará la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?

Con relación a los problemas específicos estos se definieron así:

¿De qué manera la implementación de mantenimiento preventivo incrementará la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?

¿De qué manera la implementación de mantenimiento preventivo incrementará la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?

Respecto a las justificaciones de la investigación, (Hernández, y otros, 2014) consideraron las siguientes: Justificación: Económica, practica, metodológica y técnica

Justificación técnica: Pues se buscó perfeccionar el mantenimiento preventivo, adaptando el conocimiento técnico-teórico de la mejora, desarrollar programas de mantenimiento y disminuir los tiempos para la toma de decisiones que contribuyeron no solo a aumentar la disponibilidad de las maquinas mandrinadoras, sino además incrementar la productividad de estas.

Desde la perspectiva económica, la investigación se justificó pues ayudó a reducir los gastos en mantenimientos por las malas prácticas y no contar con un plan establecido, ya que los gastos mensuales en la empresa en relación al mantenimiento de todos los equipos en general ascienden a un promedio de 15,000 soles en repuestos, materiales e inspecciones técnicas.

Se justifica de manera práctica pues coincide con lo que señala Bernal (2010) en el sentido de que la alternativa de solución a la problemática existente aportó mejoras para la empresa.

Se justificó metodológicamente pues según Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta hizo uso de diseño y tipo de investigación que permite mediante herramientas investigativas obtener resultados esperados, así como validar las

hipótesis planteadas en la investigación. En el estudio, se siguió la estructura que propone la metodología de la investigación científica tal que se probó la hipótesis para mostrar los resultados obtenidos.

Los objetivos propuestos en la investigación se dividieron en objetivo general y objetivos específicos, siendo el objetivo general el siguiente: Determinar cómo la implementación del Mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.

Los objetivos específicos son los que se detallan a continuación:

Determinar como la implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020 y

Determinar como la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.

Por otra parte, la hipótesis general será definido de la forma que se muestra: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.

Las hipótesis específicas serán:

La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020 y

La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En la investigación se presentó los trabajos anteriores, nacionales e internacionales, siendo los antecedentes nacionales los siguientes:

(Carhuas, 2018) en su investigación propuso como objetivo fue determinar la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de mantenimiento, de la Empresa L.L. Jiménez S.A.C. La investigación fue aplicado y explicativa. La población estuvo compuesta por la información cuantitativa recopilados en la planta de mantenimiento a las máquinas de investigación que tienen un bajo perfil, con una secuencia de revisión diariamente y acumulado de forma semanal durante 16 semanas antes y después de aplicar el mantenimiento preventivo, la muestra fue igual a la población. Los resultados mostraron un crecimiento de la productividad en un 27%, la eficiencia en un 17% y de la eficacia en un 19%. En conclusión, se logra mejorar el mantenimiento de los cargadores frontales. Aporta el estudio que el trabajo de mantenimiento preventivo garantiza una mejor productividad manteniendo las labores efectivas en el taller.

También, (Huamancaja, 2018) en su investigación propuso como objetivo en establecer como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad. La investigación tuvo un método cuantitativo y aplicada, se aplicó un diseño de investigación cuasi experimental. La población de esta investigación estuvo formada por la producción de bebidas, en un tiempo de 30 días, período de ejecución de agosto a octubre, la muestra se consideró igual a la población. Los resultados del trabajo de investigación en la aplicación del mantenimiento preventivo determinaron que se mejoró de forma representativa la productividad en el área de investigación, este trabajo tuvo la media de la productividad pre test antes del mantenimiento preventivo es de 48.29% y la media post test de la productividad después del mantenimiento es de 77.96, el aumento fue de 61.44%.

Por su parte (Martinez, 2020) en su investigación señaló que el objetivo fue mejorar el plan de mantenimiento preventivo de las unidades de la flota vehicular de combinación N3-O4 (unidades Tracto camiones N3 y Semirremolques O4 de

carrocería tipo cisterna) en la empresa de transportes catalán SAC en la operación Talara – Yurimaguas. El método de la investigación fue aplicado y se analizaron los procesos empleados en la gestión de mantenimiento. En conclusión, se estableció una sola periodicidad de mantenimiento para todas las unidades de la flota, lo que permitió mejoras significativas en la eficiencia del mantenimiento.

También (Huamaní, 2020) en su investigación señaló como objetivo fue determina la implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de los equipos tracto, cuya actividad comercial es el transporte de carga por carretera de minerales y materiales peligrosos en bombonas con una capacidad de 30 toneladas, centrada en los sectores de minería y construcción, cuenta con más de 24 años de experiencia en el sector de transporte de carga a nivel nacional. El método de estudio fue aplicado y cuantitativo. Concluyó destacando el desarrollo del proceso, minimizando sus riesgos socio ambientales, mitigando sus impactos y generando condiciones sostenibles, fundamentalmente respetando los derechos del trabajador. Aporta el estudio mediante el mantenimiento preventivo logrando mejor confiabilidad en los equipos evitando impacto adverso.

(Flores, 2016), presentó el estudio del mantenimiento preventivo para minimizar los costos operativos en el caldero, tuvo como objetivo la búsqueda de obtener menos costos operativos. Es una tesis de tipo aplicada en la que se evaluó económicamente la propuesta planteada. En conclusión, resalta los logros económicos de que ascienden a S/.2827.78 nuevos soles, siendo importante para los fines que se tiene de reducir los costos operativos. Es relevante el estudio dado que el mantenimiento preventivo se evitan excesivos gastos operativos regulando los gastos racionalmente.

(Vásquez, 2016), en su investigación sobre el mantenimiento para aumentar el nivel disponible de máquinas de alta tara en una entidad municipal, en la que le objetivo fue plantear el mantenimiento de labores realizadas. La tesis fue de tipo aplicada, experimental logrando aumentar el nivel disponible de máquinas a un 40% y como

tal su operatividad, a través de un plan de mantenimiento y programación de labores, puesto que con una buena evaluación se evitarán anomalías en el funcionamiento. Es relevante la investigación ya que mediante el mantenimiento conforme permite mejor accesibilidad en los equipos que impacta en la productividad de la empresa.

De la misma forma, se desarrolló en los antecedentes internacionales, siendo los siguientes:

(Cabrera, 2020) en su investigación propuso como objetivo la implementación de un programa de mantenimiento ejecutado en los análisis de vibraciones nos permite tener una imagen e información clara del estado actual de las maquinas eléctricas rotativas de los laboratorios de la UTS Barrancabermeja. Y así poder ofrecerle al estudiante y/o usuarios de susodichas maquinas un rendimiento de calidad acorde a las demandas de la Institución. La investigación fue de tipo aplicada y se revisaron cuántos y cuáles eran los equipos a intervenir y cuál es el historial de cada máquina. En ese momento se decidió cuáles de ellos (maquinas) se les puede aplicar el mantenimiento y a cuáles no, se revisó si es posible intervenirlos mediante permiso de las UTS. En conclusión, se establecieron los recursos necesarios y otro tipo de gastos que entran en el proceso, que condujo a la correcta ejecución. Al respecto aporta el estudio ya que contribuye mediante el mantenimiento un mejor rendimiento de las máquinas.

Por su parte (Olave, 2020) su investigación propuso como el objetivo elaborar el plan de mantenimiento adaptar la metodología RCM en una línea de embotellado de vinos. El estudio fue explicativo y está basado en preparar un plan de mantenimiento en la línea de embotellado aplicando RCM (Reliability Centred Maintenance). Concluyó en relación con el OEE anual obtenido de un 61,46%, la clasificación que se encuentra el proceso analizado esta es menor al 65% lo cual es inaceptable, percibe importantes pérdidas y hay baja competitividad. Al respecto aporta el presente estudio debido a que con el mantenimiento se busca mejor operatividad de los equipos.

(Aguaiza, 2016) en su investigación planteó como objetivo fue planificar el mantenimiento preventivo y predictivo. El estudio fue tipo aplicado y descriptivo por

la cual se precisa del mantenimiento, realizando previamente un análisis y diagnóstico del área de estudio. Se concluye logrando una mejora de 45,94% dado que se hizo una mejor programación de los mantenimientos. Es relevante el estudio ya que el mantenimiento preventivo se logra un buen resultado operativo por la adecuada programación establecida.

(Tamariz, 2014) en su investigación planteó como objetivo adecuar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo cuyo objetivo fue aplicar un mantenimiento preventivo y correctivo. Fue un estudio explicativo con registro de manuales de los equipos. El autor concluyó destacando el inventariado de equipos, con ello se identificó las óptimas condiciones de uso y también una mejor eficiencia en el mantenimiento preventivo. Es valioso el aporte del estudio ya que el mantenimiento preventivo aportó en la mejor eficiencia de las maquinas.

(Verena, 2016), en su artículo de investigación su objetivo fue presentar un modelo de gestión de mantenimiento eléctrico, que se adapte a los requerimientos de los sistemas industriales, se ajustó a las normas ISO y que a su vez interrelacionó los diferentes procesos. El estudio fue descriptivo y se basó en el análisis de modelos de mantenimiento industrial propuestos en los últimos 25 años. Con el mantenimiento preventivo y predictivo se pudo anticiparse a fallas, interrupciones y posibles perturbaciones en los sistemas eléctricos, disminución de pérdidas eléctricas y una mayor eficiencia energética. Es relevante el estudio pues el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de un sistema industrial.

(Ardilla et al, 2016) en su artículo científico su objetivo fue mediante la identificación de problemas en los equipos enfrentados por los investigadores del tema, las metodologías aplicadas y los resultados alcanzados precisar la problemática a nivel gerencial. El estudio fue descriptivo. En conclusión, se dio solución a los requerimientos del sector productivo para contribuir con su competitividad. Aporta el estudio por el sistema de trabajo que se implanta direccionado por la gerencia en la labor operativa.

(García, 2017) en su artículo científico su objetivo fue demostrar el orden correcto de aplicación sobre el mantenimiento preventivo y predictivo. Se hizo una investigación de campo, siendo documental. En conclusión, se comprobó que no solo se limita a mantener los equipos y sistemas en funcionamiento, sino que hoy se evalúa la fiabilidad, mejora continua, etc. Al respecto es relevante porque con el mantenimiento preventivo favorece la fiabilidad de la empresa.

La variable independiente: Mantenimiento preventivo tienen estos conceptos:

Para (Mora, 2013), el mantenimiento preventivo se consideró una secuencia de sistemáticas donde desmontan máquinas para reparar o reemplazar los elementos que se desgastan por el uso. (p. 429).

Según (Cuatrecasas et al., 2010) el mantenimiento preventivo se vincula a fallos antes que sucedan. Así pues, el mantenimiento tiene vínculos con la eficacia (p. 29).

Así mismo (Cuatrecasas et al., 2010) consideraron lo siguiente:

- Perdidas por averías
- perdidas por preparaciones
- pérdidas por ciclo en vacío
- perdidas por funcionamiento a velocidad reducida
- pérdidas de defectos de calidad, recuperaciones
- pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha” (p.191).

Según (Duffa et al., 2009), el mantenimiento preventivo tiene que ver con la mezcla de labores que se pone en práctica un determinado sistema y permite que la operatividad como un factor de calidad lo que hace competitivo la labor. (p. 29)

Para Nava (2018, p. 53) El mantenimiento preventivo es la actividad planeada programada para ajustar, reparar o cambiar partes en equipo antes que ocurra las falla reduciendo los costos. Ello implícita la necesidad de parar el equipo o sistema para realizar un trabajo programado.

Para Duffua, Raouf y Dixon (2009), se respondió a labores que previenen las fallas

de equipos. (p. 77)

(Rey, 2001), precisó que es un diagnóstico para evitar fallas en el mantenimiento. (p. 72).

(García, 2012) tiene que ver el mantenimiento preventivo en una mezcla de labores planificadas a los equipos que están cumpliendo labores operativas de forma eficiente y segura, evitando fallas futuras y paros imprevistos. (p.55)

(Balestra, 2017) precisó que sobre mantenimiento preventivo su objetivo fue garantizar la seguridad continua y rendimiento de dispositivos y la preservación de la inversión en el equipo a través de longevidad mejorada. (p. 2)

(Nahdatul, 2015) precisaron sobre el mantenimiento preventivo buscó la eficiencia del equipo y se evalúa a intervalos de tiempo regulares, que puede extender la vida útil del equipo, diseñado para superar las desventajas de la corrección del mantenimiento al reducir la probabilidad de ocurrencia de fallas y evitar fallas. (p. 276)

Por otra parte, el mantenimiento preventivo son labores efectuadas con fines de evitar fallas durante la operatividad de los equipos. Se incluyó:

- Inspección periódica de equipos
- Conservar la planta para repararlos, estando en una etapa incipiente.

El mantenimiento preventivo tiene diversas ventajas:

- Mayor duración de los equipos
- Confiabilidad, los equipos
- Incrementa la vida útil
- Detecta los factores débiles del sistema.
- Disminución del tiempo muerto y las paradas

Sobre la importancia del mantenimiento preventivo (Torrell, 2010) establecen que:

El adecuado funcionamiento de la entidad radica en la funcionalidad permanente debido al funcionamiento óptimo de los equipos. Con el mantenimiento preventivo se logra reducir los inconvenientes (p. 191).

Rastegari et al. (2015), indicaron, lograr la planta planeada, patrón operativo, disponibilidad, así como normas de seguridad a un costo mínimo de recursos, fue

necesario que los equipos sean evaluados eficientemente durante la labor de mantenimiento preventivo.

Respecto a la organización del mantenimiento preventivo, la organización de un sistema de mantenimiento es aquella que incluyó el diseño de trabajo, los estándares de tiempo y la administración de proyectos como actividades de la organización de mantenimiento. El diseño del trabajo abarcó el contenido de cada tarea y determina el método utilizado, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos para el cumplimiento de sus funciones.

En el mismo orden de ideas para (MILANO, 2016), la organización del mantenimiento se dio mediante estructuras funcionales (centralizadas) posicional (descentralizada). Las estructuras funcionales comprenden la organización simple y organización funcional. La organización funcional agrupó a las personas en base a la experiencia común, en este tipo de organización cada rectángulo del organigrama representó una especialización funcional diferente. En el caso del mantenimiento la organización se pudo distribuir en planificación y control, ingeniería de contabilidad, estudio de fallas, control de gestión, entre otros.

Respecto a los tipos de mantenimiento, (Cuatrecasas et al., 2010) consideraron los siguientes:

Mantenimiento Correctivo

Permite realizar labores de mejora de equipos por las fallas que presentan, con lo que se podrá resolver debilidades del equipo (p. 193).

Mantenimiento preventivo

En esta labor se hace una supervisión integral del equipo con la finalidad de evitar fallas, es decir se anticipa a las fallas (p. 192).

Mantenimiento Predictivo.

Es una labor de diagnóstico de averías con fines de evitarlas, por lo que se programan paradas para esta labor (p. 216).

Mantenimiento de Averías

Se trata de la reparación de los equipos luego de haber sufrido una falla lo cual genera gastos a la empresa, el cual si la falla es mayor puede comprometer a la empresa en su proceso productivo. (194).

En referencia a la programación de mantenimiento, (Duffa et al., 2009) preciso que la programación del mantenimiento consistió en la designación de recursos con fines de efectuar labores en el área contando con lo necesario para realizar labores de forma correcta” (p 36).

Según (Carcel, 2014), representó un conjunto de labores efectuadas sistemáticamente, como control, aseo, sustitución y arreglo del sistema de agua purificada previo a la ocurrencia de un defecto o deficiencia, identificando las tareas a realizar, apoyándonos en los catálogos de los equipos y en los conocimientos de los trabajadores del sector, asegurando un servicio eficaz en la calidad laboral.

Respecto a la planeación y programación y control de la metodología mantenimiento, según (García, 2012). La tarea de mantenimiento debió proyectarse con fines lograr lo planeado, antes de realizar. Sostuvo también que tiene que ver con la preparación mental de las tareas a largo plazo. Determinando quien debió hacer la diligencia, en qué área, como, conque y cuando se dio la obtención de reportes de trabajadores para brindarles capacitación en labores efectuadas.

La planeación vista desde la metodología del mantenimiento se vinculó a elaborar y ejecutar lo necesario antes de dar inicio del proceso de mantenimiento. El plan incluyó elaboración de las órdenes laborales, relación de repuestos previa a la programación y liberación de orden de trabajo.

El plan representó la sucesión de acciones que el supervisor elaboró para el técnico, quien ejecutó las tareas de intersección mecánica. Este plan debió incluir un procedimiento para que la intervención se aplique de forma automática y confiable, y en la cual evitó la carencia de instrumentos, repuestos, utensilios, herramientas u otros elementos aptos para la ejecución técnica.

El plan de mantenimiento asocia 3 labores:

- Labores de rutina
- Labores que se programaron anualmente
- Labores en momentos de paradas programadas

Programación

Para el autor (García, 2012). significó que el mantenimiento preventivo precisa de labores principales, revisiones periódicas, cambio de piezas dañados y mantenimiento calendarizado de la planta. Los programas se elaboraron para ser ejecutados. (p. 26). El programa de seguridad de calidad consideró la observación y el mantenimiento, la vigilancia detectó renovación en el rendimiento del sistema antes de que afecten.

Implementación de Inspecciones

Para (García, 2012). las inspecciones se asociaron a realizar la operatividad de los equipos para saber su situación física, con el fin de resolver su estado físico antes que pueden se realice un pare total del sistema.

Además (Cárcel, 2014, p.129), manifiesto que el sistema de inspección, reemplazo de filtros y lámparas ultravioleta del proceso de tratamiento de agua para hallar casos que puedan originar contaminación del agua. Consistió en un conjunto de comportamiento cuyo fin es detectar condiciones que pueden generar errores.

Para (García, 2012), las inspecciones permitieron realizar la operatividad de los equipos para saber su situación física, con el fin de cerrar su estado físico antes que pueden resultar paradas de las maquinas.

También (Carcel, 2014), manifestó que el programa de inspección, cambio de filtros y lámparas ultravioleta del proceso de agua para detectar situaciones que puedan nacer la contaminación del agua. Conformó un grupo de tareas cuyo fin es revelar situaciones que pueden generar fallas.

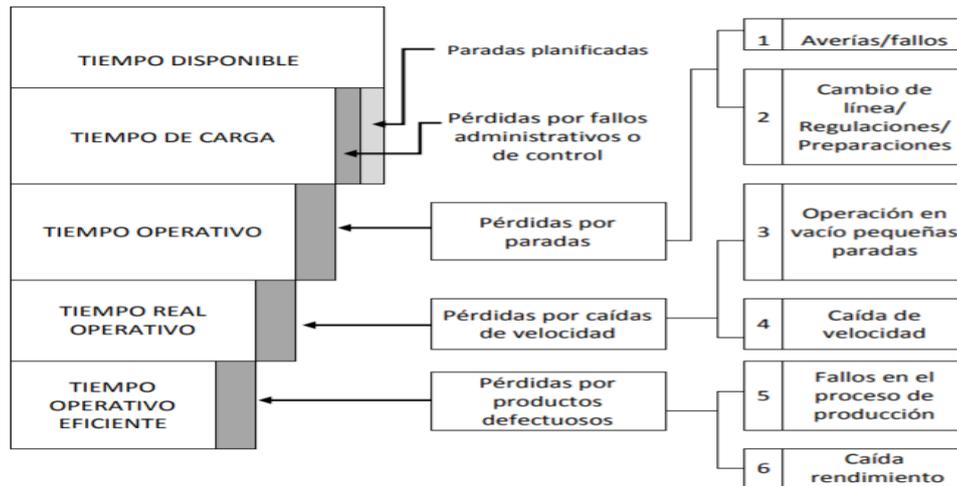


Figura 1. Tiempos operativos de acuerdo con las pérdidas asociadas al equipo

Las dimensiones del mantenimiento preventivo fueron:

Dimensión 1: Inspección

(García, 2012), mencionó que “La inspección es la fase importante para identificar la situación del real del equipo y es preciso establecer las condiciones de funcionamiento”. (p. 41)

$$CI = \frac{IR}{IP}$$

Figura 2. Cumplimiento de inspección

IR: Inspección realizada

IP: Inspección programada

CI: Cumplimiento de inspección

Dimensión 2: Plan de mantenimiento

(García, 2012), consideró que “El plan de mantenimiento sirve para direccionar el mantenimiento con miras a mantener los equipos operativos y en condiciones normales de funcionamiento” (p. 78)

$$CPM = \frac{ME}{MP}$$

Figura 3. Cumplimiento de plan de mantenimiento

ME: Mantenimiento ejecutado

MP: Mantenimiento programado

CPM: Cumplimiento del plan de mantenimiento

(Asamba, 2018), en su artículo sobre equipos y máquinas biomédicos precisaron que se utilizó para el diagnóstico. Algunos usadas para el tratamiento, como bombas de infusión, láser y máquinas quirúrgicas.

Por su parte (Orozco et al., 2015), mencionaron en su artículo que:

La Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos, es cada vez importante por la creciente demanda en los hospitales, el costo alto que tienen estos equipos y su constante mejora siendo preciso mejorar los procesos de calidad de los equipos, así se asegura la calidad de tratamiento a los pacientes.

También (Landaza et al., 2019), mencionaron que:

El mantenimiento fue importante por la gestión del ciclo de vida de los equipos médicos. Este tiene que ver con el monitoreo continuo del rendimiento del equipo, a partir de la evidencia, el estado actual en términos de historial de fallas, y la mejora de su efectividad al hacer los cambios necesarios.

Por su parte (Medenou, 2019), preciso que:

Las herramientas del Sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) ofrecieron oportunidades sin precedentes para optimizar la organización y gestión de dispositivos médicos para satisfacer necesidades locales reales y enfrentar las limitaciones económicas y organizativas locales. De esta forma se dinamizó la labor de mantenimiento ya que es un complemento para el personal técnico de mantenimiento para lograr la disponibilidad de los equipos en los momentos requeridos.

(Bahreini et al., 2019), en su artículo consideraron que el mantenimiento es fundamental para la seguridad y el costo de los dispositivos para mejorar los objetivos del sistema de dispositivos para el servicio que se brinda. (p. 1)

También (Landaza et al., 2019), mencionaron que el mantenimiento es importante en la gestión del ciclo de vida de los equipos. Este tiene que ver con el monitoreo continuo del rendimiento del equipo.

Por su parte (Madenou, 2019) , consideró que las herramientas del Sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) dinamiza la labor de mantenimiento ya que es un complemento para el personal técnico de

mantenimiento para lograr la disponibilidad de los equipos en los momentos requeridos.

En referencia a la variable dependiente productividad, se tomó en cuenta las siguientes definiciones:

Según (Gutierrez, 2014): mencionó:

La productividad se asoció a logros en un proceso productivo. De manera amplia son los logros obtenidos y la cantidad de recursos que se emplea. Estos logros se midieron en unidades mientras que los recursos que se utilizan representan la cantidad de empleados habidos las horas de trabajo tanto de ellos como de los equipos en funcionamiento, etc. En resume al medirla se responde a la valoración de los recursos utilizados y lo que se logra generarlas con ellos. (p.359)

Por su parte (Álvarez et al., 2012) estableció que:

La Productividad tuvo que ver con la razón entre los logros alcanzados y los recursos que se utilizan y que es de suma importancia debido a que de esta manera se logra mantenerse posicionado en el mercado competitivo (p.252).

También (Bain, 1985), manifestó:

La productividad se vinculó con los insumos o recursos diversos que están vinculados con ella. Está asociada con las horas que se trabajó, unidades de producción, unidades de capital etc. Cada una de ellas se vio influenciada con diversos factores que son relevantes para su determinación (p.275).

También (Carro et al., 2008) consideraron que:

La productividad está asociada con mejorar los procesos. Mejorar implica conocer los recursos que se necesitan y relacionar con los bienes o servicios que se logran. En tal sentido la productividad está relacionada con lo que se produce y los recursos que se utiliza para lograrlos (p. 4).

Las dimensiones de la productividad son:

Eficiencia: (Gutierrez, 2014):

Está relacionada con los que asumen la labor de realizar o poner en práctica un determinado bien o servicio con fines de lograr satisfacer los aspectos que el producto puede ofrecer, en tal sentido se tiene la relación entre el medio que se utilizan y los resultados que se logran (p. 3).

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ Operador}{Tiempo\ Programado}$$

Figura 4. Fórmula de eficiencia

(Australia, 2013), mencionó que hay momentos en que la eficiencia se puede definir, explícita o implícitamente, para ser concepto más limitado de eficiencia técnica. Esto puede ser apropiado, por ejemplo, cuando se realiza una evaluación del programa; y los términos operacionalmente eficientes pueden ser utilizados en este contexto. (p. 5)

(Scott, 2010), precisó que la eficiencia implica esforzamos por aprender cómo para recopilar datos de manera eficiente, usar el espacio, reciclar bienes y manejar un negocio. Si realmente buscamos la máxima eficiencia, debemos observar cuán eficientes somos como sociedad. (p. 1)

Eficacia: Según (Gutierrez, 2014):

Eficacia tuvo que ver con los logros alcanzados en la que se puede comprobar que su ejecución es correctamente direccionada en la medida que se logran llega a las metas que se trazan o se proveen (p. 3).

$$Eficacia = \frac{Servicios\ Realizado}{Servicios\ programados}$$

Figura 5. fórmula de eficacia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Por su finalidad, según (Valderrama, 2015) sostiene que como aplicada puesto que indaga para crear, revelar, construir y modificar; considera importante la aplicación precisa en un ámbito específico” (p. 39).

El tipo de investigación fue de tipo aplicada, basó en el mantenimiento preventivo y productividad, solucionando así los inconvenientes hallados en la empresa.

Por su nivel, (Hernández et al., 2014), establece que con el estudio explicativo se busca precisar las causales de los aspectos que se estudian, por lo que se orientan a responder causas de situaciones habidas. (p. 95)

El nivel de investigación efectuado en la empresa Sima, fue explicativo con lo cual se explica el motivo o la causa por lo que ocurre un hecho.

Por su enfoque (Hernández et al., 2014) comento que el enfoque cuantitativo precisó de información con fines de validar hipótesis, probando teoría. (p. 51)

La investigación es cuantitativa ya que el mantenimiento preventivo y la productividad se examinó con programa estadístico para poder saber desde donde se inicia hasta donde culmina la investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

El tipo de diseño fue pre experimental tal que hacen mediciones pre y post a la variable dependiente. Al respecto, (Hernández et al., 2014) mencionaron que: Al grupo se le aplicó una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo. (p. 136)

G: O1 x O2

Figura 6. Esquema del diseño

G: Grupo

O1: Pretest (datos de productividad antes del mantenimiento preventivo)

O2: Postest (datos de productividad después del mantenimiento preventivo)

X: Tratamiento (Aplicación del mantenimiento preventivo)

Por su alcance temporal es longitudinal, en tanto (Hernández et al., 2014), consideró que “se efectúan estudios a través de tiempo con fines de inferir los efectos que ocasionan”, (p.159).

3.2 Variables, operacionalizacion

3.2.1 Variables

Variable independiente: Mantenimiento preventivo

(García, 2012), precisó que “El mantenimiento preventivo es un conjunto de labores programadas a equipos que están cumpliendo labores operativas de forma eficiente y segura, evitando fallas futuras y paros imprevistos” (p.55).

Definición operacional

Son las diversas operaciones en la cual se realizaron inspecciones y se programaron mantenimientos para el normal funcionamiento de los equipos de manera eficiente.

Dimensiones:

Dimensión 1: Inspección

(García, 2012), mencionó que la inspección es la fase importante para identificar la situación del real del equipo y es preciso establecer las condiciones de funcionamiento. (p. 41)

Dimensión 2: Plan de mantenimiento

(García, 2012), consideró que el plan de mantenimiento sirve para direccionar el mantenimiento con miras a mantener los equipos operativos y en condiciones normales de funcionamiento. (p. 78)

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual

Según (Gutierrez, 2014): mencionó:

La productividad se vinculó a logros en un proceso productivo. De manera amplia son los logros obtenidos y la cantidad de recursos que se emplea. Estos logros pueden ser medidos en unidades mientras que los recursos que se utilizan representan la cantidad de empleados habidos las horas de trabajo tanto de ellos como de los equipos en

funcionamiento, etc. En resume al medirla se responde a la valoración de los recursos que se utilizan y lo que se logra generarlas con ellos. (p.359)

Definición operacional

La productividad se mide con sus dimensiones eficiencia y eficacia, con lo cual se logra alcanzar los logros trazados

Dimensiones:

Dimensión 1: Eficiencia: Según (Gutierrez, 2014):

La eficiencia se vinculó con los que asumen la labor de realizar o poner en práctica un determinado bien o servicio con fines de lograr satisfacer los aspectos que el producto puede ofrecer, en tal sentido se tiene la relación entre los medios que se utilizan y los resultados que se logran (p. 3).

Dimensión 2: Eficacia: Según (Gutierrez, 2014):

Eficacia tuvo que ver con los logros alcanzados en la que se puede comprobar que su ejecución es correctamente direccionada en la medida que se logran llega a las metas que se trazan o se proveen (p. 3).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según (Valderrama, 2015), la población constituye la totalidad de medidas de variables en la investigación (pp. 182-183).

Por ello la población conformaron las ordenes de mantenimiento preventivos a las 8 máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA, efectuadas por los técnicos del área de mantenimiento durante 16 semanas.

Criterio de inclusión: La población está comprendida por las ordenes de mantenimientos realizados entre los días lunes a sábado en horario de 8am a 5pm.

Criterio de exclusión: La población no comprende los mantenimientos a otros equipos del área ya que por su naturaleza de ser nuevos solo requieren limpieza y lubricación.

3.3.2 Muestra

Sostiene (Valderrama, 2015), es un subgrupo de la población. Para tener representatividad debe mantener las cualidades de la población”

En la presente investigación se considera 32 órdenes de mantenimientos preventivos a razón de 2 órdenes por semana realizada a las 8 máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA, efectuada durante 16 semanas en el periodo setiembre a diciembre del 2020 y marzo a junio del 2021.

3.3.3 Muestreo

Según (Valderrama, 2015) mencionó que el muestreo consistió en seleccionar la fracción de población representativa considerada la que contribuye a estimar parámetros (p. 188).

En la investigación se tiene una muestra intencional no probabilística, debido a que se considera el íntegro de las órdenes de mantenimiento realizado en la empresa en el periodo de estudio de 16 semanas.

Se considera como unidad de análisis el mantenimiento realizado mediante órdenes a las máquinas mandrinadoras.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

Según (Bernal, 2010), tuvo que ver con delimitar el método y la investigación que se desarrolla diagnosticando varias técnicas. (p. 196)

Según (Valderrama, 2015) consideró que la observación es registrar información que es válida y de alta confiabilidad. (p. 194)

Por ello se utilizó el método de la observación, realizando los registros válidos y confiables mediante los formatos de mantenimiento preventivo y productividad en la empresa SIMA.

Instrumento de recolección de datos

Según, (Hernández et al., 2014) permitió medir las variables según como lo propone el investigador. (p. 199).

(Valderrama, 2015) afirmó que, los instrumentos son fuentes que ayudan agilizar información (p.195).

En esta investigación, son las fichas de recolección de datos para la variable dependiente e independiente.

- Instrumento para el mantenimiento preventivo, para medir los indicadores respectivos
- Instrumento para la productividad, para medir los indicadores respectivos

3.4.2 Validez

Según, (Hernández et al., 2014), se refirió al grado de un instrumento que sobresale el contenido de medición. Presentó un conocimiento resalta el dato de lo que se mide, es el impacto en el que la cuantifica representa la variable medida (p. 201). La validez la realizaron tres expertos de Ingeniería Industrial, el cual examinaron criterios para validarlos, en la consistencia, coherencia y suficiencia respectivamente.

3.4.3 Confiabilidad

(Hernández et al., 2014), manifestaron lo siguiente que son instrumentos de medición en la que se dio la relación de lo aplicado a los objetos cuyos resultados son iguales. (p. 200)

En este caso se dio la confiabilidad, por el origen de los datos, puesto que corresponden al tiempo de funcionamiento de las máquinas mandrinadoras, considerando que la información obtenida propiamente de las máquinas en el periodo de estudio es confiable, cuya autorización para obtener los datos lo otorga el responsable del área de mantenimiento.

3.5. Procedimientos

Situación Actual

El 12 de junio de 1821, durante el Gobierno de Fernando Belaunde Terry, mediante el DL N°132, se dictó la Ley Orgánica de la Empresa Estatal SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA S.A, dispuso que este pase a ser una empresa estatal de derecho privado y según el régimen legal contenido en las sociedades mercantiles para las sociedades anónimas.

Además, se dispuso la formulación de los programas de construcción naval de alto bordo y de renovación e incremento en la flota de la Marina Mercante Nacional.



Figura 7. Flota marina

Valores:

Compromiso: Somos una empresa comprometida con nuestros objetivos y el desarrollo de los colaboradores, actuando de manera responsable en el cumplimiento de nuestros compromisos.

Excelencia al servicio: Trabajamos para lograr la eficiencia en nuestros procesos creando mayor valor y así satisfacer a nuestros clientes mediante el servicio brindado con el enfoque de mejorar continua.

Integración: Buscamos la unión y fomentamos el trabajo en equipo con el objetivo de cumplir las metas de la organización.

Integridad: Actuamos de manera consecuente, basados en principios ético de rectitud y honradez. Asimismo, respetamos la adversidad de opiniones y creencias.

Orgullo: Trabajamos constantemente para ser el principal astillero del Perú y celebramos nuestros logros como empresa reconociendo en base al aporte de cada uno de nuestros colaboradores.

Principios:

Eficiencia: Actuamos con eficiencia y vocación de servicio al cliente, generando valor para nuestra empresa los ciudadanos y el país, encaminamos todas nuestras acciones al logro del nuestro objetivo, optimizando el uso de recursos.

Transparencia: Somos honestos y transmitimos a la sociedad información de la gestión de forma veraz y oportuna.

Competitividad: Capacidad de generar ventajas competitivas que permitan ocupar y sostener una posición destacada respecto a los competidores.

Responsabilidad: Ser consiente sobre las consecuencias de los actos que hacemos o dejamos de hacer.

Misión:

Los servicios industriales de la Mariana S.A, principal astillero del Perú, efectúa el mantenimiento, modernización y construcción de las unidades de la marina de Guerra del Perú, y ejecuta proyectos relacionados con la industria Naval y Metal mecánica para el sector estatal y privado, nacional y extranjero, dentro de los más exigentes estándares de calidad de manera sostenible, con el fin de contribuir a la defensa y al desarrollo del país.

Visión:

Ser reconocido como el mejor astillero en el Pacífico Sur Orientado, orgullo de la industria Naval Peruana.

Sima tiene diversas líneas de servicio que representan las ventas colocadas en el mercado:

- Construcción Navales
- Reparaciones Navales
- Metal Mecánica
- Amas y Electrónica
- Servicios Varios

Los centros operativos que actualmente atiende SIMA son:

- Sima – Callao
- Sima – Chimbote



Figura 8. Área de trabajo del SIMA

Los principales clientes del negocio a SIMA son:

- Gobierno Regional de Junín
- Marina de Guerra del Perú
- Austral Group S.A.A
- Tecnología de Alimentos S.A
- Programa de desarrollo Productivo Agrario
- Corporación Pesquera Inca
- Pesquera Hayduck
- Pacifictura S.A
- Yantai Marine
- Pesquera Centinela
- Pesquera Cantabria



Figura 9. Flota de pesquera Centinela

Durante los últimos años se obtuvieron importantes ventas en las diferentes líneas de negocio.

Centro Operativo	2018	2019	2020
SIMA - Callao	96,984,459	196,950,507	50,534,457
SIMA - Chimbote	49,501,440	55,069,773	20,647,903

*El año 2020 fue afectado por la coyuntura COVID-19

Los Servicios Industriales de la Marina, el proceso de mantenimiento es algo permanente ya que se tiene que realizar de manera constante los mantenimientos y reparaciones a las embarcaciones de las empresas privadas y públicas lo cual se realiza desde hace muchos años. En el área de maquinado se efectúan las labores de mantenimiento preventivo a las hélices de las embarcaciones por que se tiene que verificar si tiene fallas o averías antes que reinicien nuevamente el recorrido que está asignado para cada unidad.



Figura 10. Máquina mandrinadora

Fuente: SIMA

Por ello se tiene las áreas de supervisión de los mantenimientos que se realizan con la finalidad de dar una mejor atención a las labores que se realizan, considerando para tal efecto:

Validación: En la que se identifica las unidades, se contabiliza, se hace rotulado y se ingresa al sistema registrándolas.

Programación: En este caso se tiene el plan de mantenimiento, el cronograma para realizarlos y las fechas en entregables.

Ejecución: Se hace de acuerdo a lo que se programa

Descripción de la secuencia del mantenimiento: Para este fin se toma en cuenta lo siguiente:

- 1) Presupuestar del servicio
- 2) Adjudicar servicio
- 3) Ejecutar servicio
- 4) Informe del mantenimiento preventivo
- 5) Correctivos a los que requieren este servicio
- 6) Verificación del buen funcionamiento

Proceso de Mantenimiento

Se realiza el mantenimiento siendo imprescindible para ello que los proveedores de repuestos tengan disponible los repuestos que se requieren para el cumplimiento de las labores y no se retrase según la programación establecida

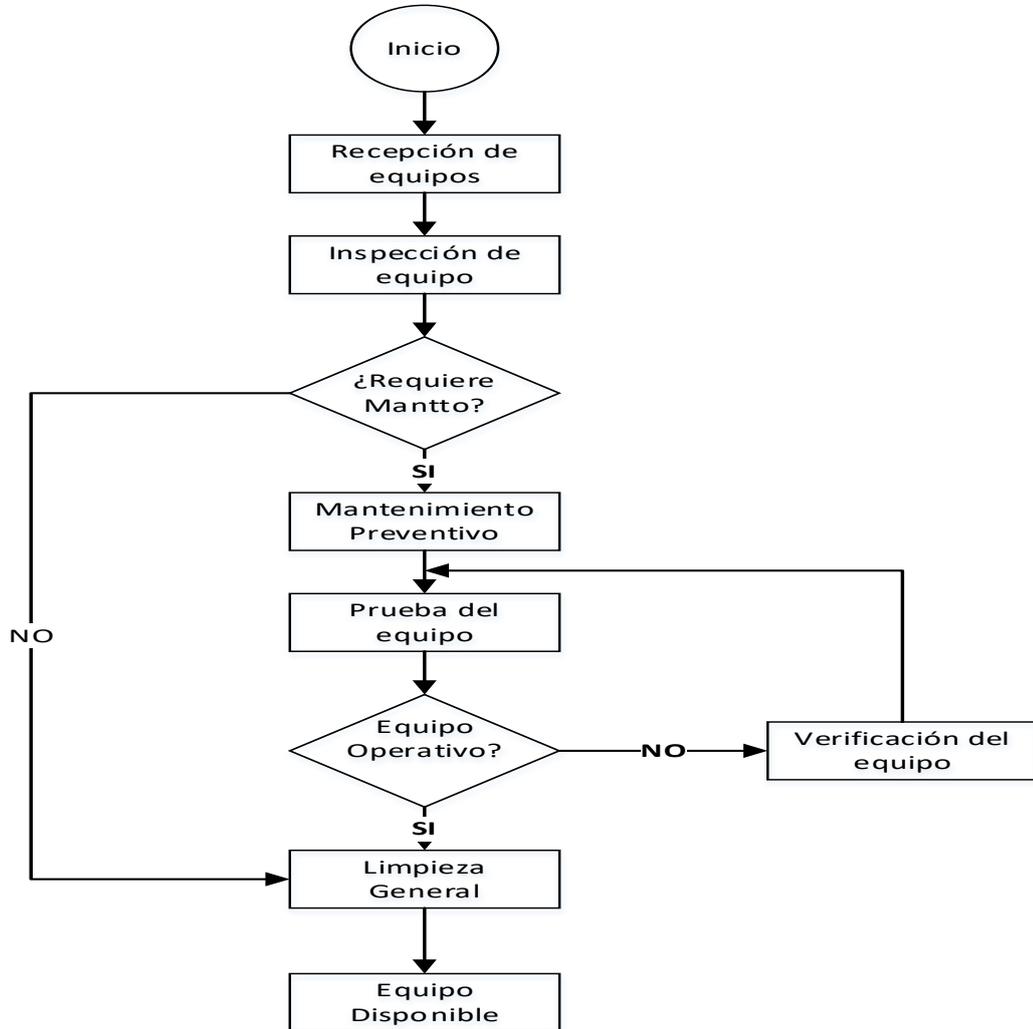


Figura 11. Flujograma de entrada y salida de máquina

Fuente: Elaboración propia

Se detalló todo el proceso de mantenimiento que se realiza a las máquinas mandriladoras durante el proceso de mantenimiento.

1. Selección y verificación de la orden de trabajo: El personal se encarga de seleccionar la OT del equipo y verifica los trabajos que se realiza.
2. Verificación al detalle de la OT: El personal verifica los trabajos a realizar.
3. Check list: Revisar las tareas que se van a realizar y los repuestos a necesitar

en el equipo.

4. Validación de las herramientas: Se identifica, valida el estado de los accesorios que serán usados en el proceso de mantenimiento.
5. Verificación de los repuestos: El personal se encarga de verificar el estado que sean adecuados los repuestos.
6. Desmontaje de filtros: Se procede a desmontar los filtros a cambiar.
7. Limpieza: Se procederá limpiar la estructura desmontada para el mantenimiento.
8. Inspección y verificación: se comprueban las condiciones en que se encuentran.
9. Verificación del funcionamiento: se procede a realizar la prueba para verificar el funcionamiento del equipo

Recolección de datos pre test

Variable independiente: Mantenimiento preventivo Pre test

Dimensión Inspección

Tabla 1. Pre test de la dimensión inspección

PERIODO	Inspección realizada	Inspección programada	Inspección %
Semana 1	20	30	66.67%
Semana 2	21	30	70.00%
Semana 3	19	30	63.33%
Semana 4	24	30	80.00%
Semana 5	23	30	76.67%
Semana 6	20	30	66.67%
Semana 7	18	30	60.00%
Semana 8	21	30	70.00%
Semana 9	22	30	73.33%
Semana 10	20	30	66.67%
Semana 11	17	30	56.67%
Semana 12	3	30	76.67%
Semana 13	21	30	70.00%
Semana 14	24	30	80.00%
Semana 15	22	30	73.33%
Semana 16	20	30	66.67%
Promedio			69.79%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el resultado del nivel de inspección, tal que según el indicador cumplimiento de inspección resultó un 69.79% el cual resulta un porcentaje bajo que pone en riesgo el mal funcionamiento del equipo.

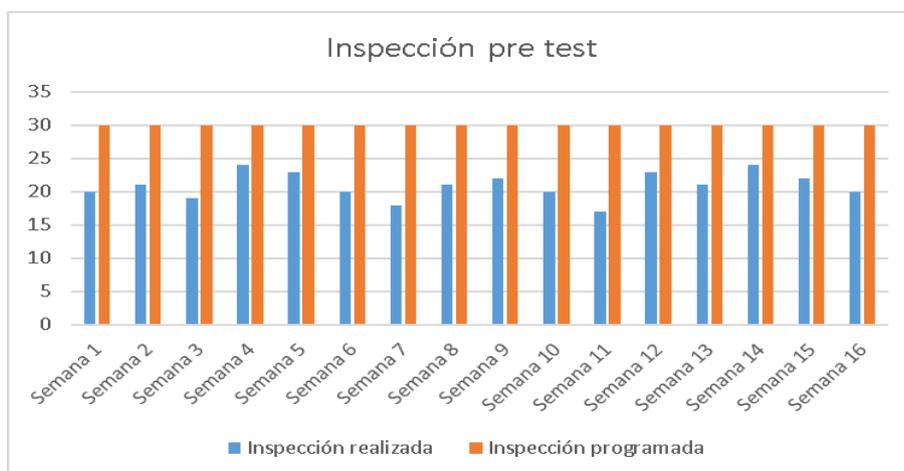


Figura 12. Inspección pre test

En la figura se tiene que la labor de inspección realizadas no cubre las expectativas de la empresa porque es bajo respecto a las inspecciones programadas.

Dimensión Plan de mantenimiento

Tabla 2. Pre test del plan de mantenimiento

PERIODO	Mantenimiento ejecutado	Mantenimiento programado	% plan de mantenimiento
Semana 1	4	8	50.00%
Semana 2	5	8	62.50%
Semana 3	6	8	75.00%
Semana 4	5	8	62.50%
Semana 5	3	8	37.50%
Semana 6	3	8	37.50%
Semana 7	4	8	50.00%
Semana 8	5	8	62.50%
Semana 9	5	8	62.50%
Semana 10	6	8	75.00%
Semana 11	6	8	75.00%
Semana 12	5	8	62.50%
Semana 13	4	8	50.00%
Semana 14	5	8	62.50%
Semana 15	4	8	50.00%
Semana 16	6	8	75.00%
Promedio			59.38%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el plan el resultado del mantenimiento, tal que según el indicador cumplimiento del plan de mantenimiento resultó un 59.38% el cual resulta un porcentaje bajo tal que no garantiza el buen funcionamiento de los equipos para cumplir las metas de servicios que se programan.

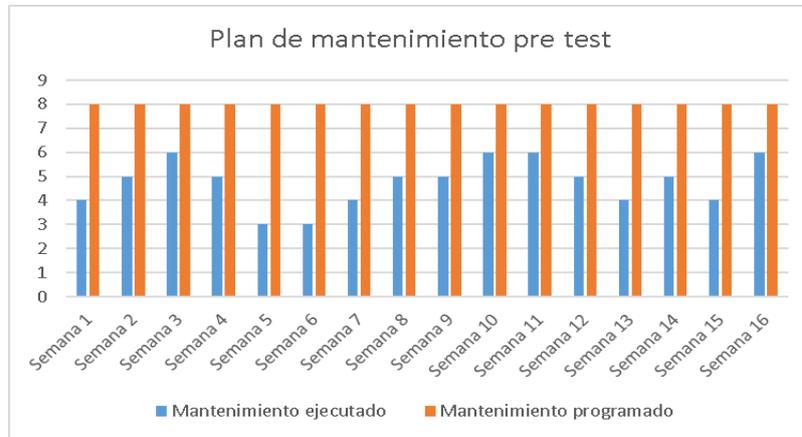


Figura 13. Plan de mantenimiento pre test

En la figura se tiene que, en relación al plan de mantenimiento, se precisó que el mantenimiento ejecutado es bajo en comparación al programado el cual es causal de retrasos en las labores.

Variable dependiente productividad Pre test

Variable productividad

Tabla 3. Pre test de la productividad

SEMANAS	Eficiencia	Eficacia	% productividad
Semana 1	62.50%	71.43%	44.64%
Semana 2	66.67%	69.23%	46.15%
Semana 3	70.83%	68.75%	48.70%
Semana 4	64.58%	71.43%	46.13%
Semana 5	72.92%	73.33%	53.47%
Semana 6	75.00%	70.59%	52.94%
Semana 7	72.92%	71.43%	52.08%
Semana 8	79.17%	69.23%	54.81%
Semana 9	75.00%	81.25%	60.94%
Semana 10	70.83%	78.57%	55.65%
Semana 11	77.08%	76.92%	59.29%
Semana 12	68.75%	69.23%	47.60%
Semana 13	66.67%	75.00%	50.00%
Semana 14	64.58%	72.73%	46.97%
Semana 15	68.75%	75.00%	51.56%
Semana 16	72.92%	66.67%	48.61%
promedio			51.22%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la productividad tal que el promedio de productividad resultó 51.22%, con lo cual se observa que las condiciones de mantenimiento preventivo que se realiza, se comprueba que es bajo y por tanto las labores que se realizan no son adecuadas para lo que se requiere en la empresa, siendo importante los resultados del mantenimiento ya que se busca dar un buen servicio que asegure la operatividad de los equipos.

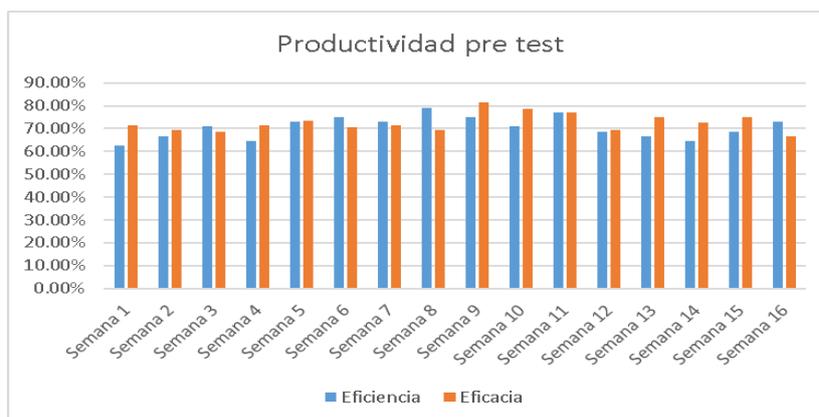


Figura 14. Productividad pre test

Según los resultados obtenidos se tiene que el nivel alcanzado está por debajo de lo que tiene como meta, por lo que no se cumplen con las labores adecuadamente.

Dimensión Eficiencia

Tabla 4. Pre test de la dimensión eficiencia

SEMANAS	Tiempo de operador	Tiempo programado	% eficiencia
Semana 1	30	48	62.50%
Semana 2	32	48	66.67%
Semana 3	34	48	70.83%
Semana 4	31	48	64.58%
Semana 5	35	48	72.92%
Semana 6	36	48	75.00%
Semana 7	35	48	72.92%
Semana 8	38	48	79.17%
Semana 9	36	48	75.00%
Semana 10	34	48	70.83%
Semana 11	37	48	77.08%
Semana 12	33	48	68.75%
Semana 13	32	48	66.67%
Semana 14	31	48	64.58%
Semana 15	33	48	68.75%
Semana 16	35	48	72.92%
promedio			70.57%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la dimensión eficiencia tal que el promedio de eficiencia resultó 70.57%, con lo cual se observa que el tiempo del operador resulta bajo respecto al tiempo programado, ocasionado por interrupciones que ocasionan atrasos, esto debido a la falta de disponibilidad oportuna de los materiales requeridos y también porque al momento de realizar la labor no se tiene la disponibilidad inmediata para realizarla.

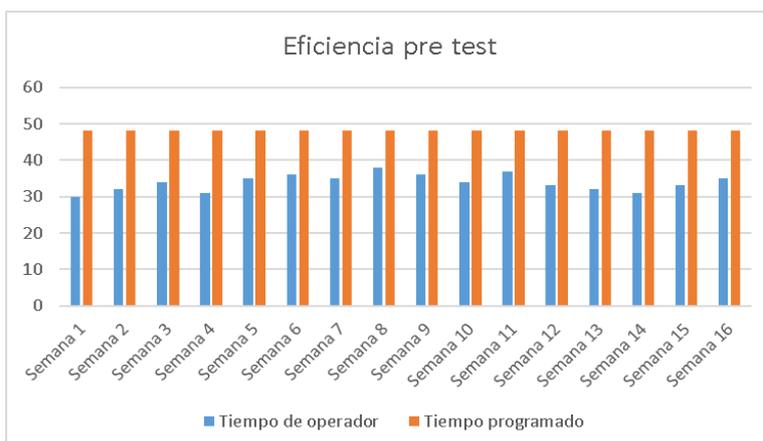


Figura 15. Eficiencia pre test

Según la figura se tiene que hay tiempos muertos en exceso tal que no se logra alcanzar el tiempo programado siendo bajo la eficiencia en el área.

Dimensión eficacia

Tabla 5. Pretest de la dimensión eficacia

SEMANAS	Servicio realizados	Servicios programados	% eficacia
Semana 1	10	14	71.43%
Semana 2	9	13	69.23%
Semana 3	11	16	68.75%
Semana 4	10	14	71.43%
Semana 5	11	15	73.33%
Semana 6	12	17	70.59%
Semana 7	10	14	71.43%
Semana 8	9	13	69.23%
Semana 9	13	16	81.25%
Semana 10	11	14	78.57%
Semana 11	10	13	76.92%
Semana 12	9	13	69.23%
Semana 13	9	12	75.00%
Semana 14	8	11	72.73%
Semana 15	12	16	75.00%
Semana 16	12	18	66.67%
promedio			72.55%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la dimensión eficacia con lo cual se tiene que el promedio resultó 72.55% tal que se comprueba que los servicios programados no se cumplen a cabalidad debido a que en el área la programación se retrasa la labor causando demoras y no se logre durante el día de trabajo, las actividades programadas.

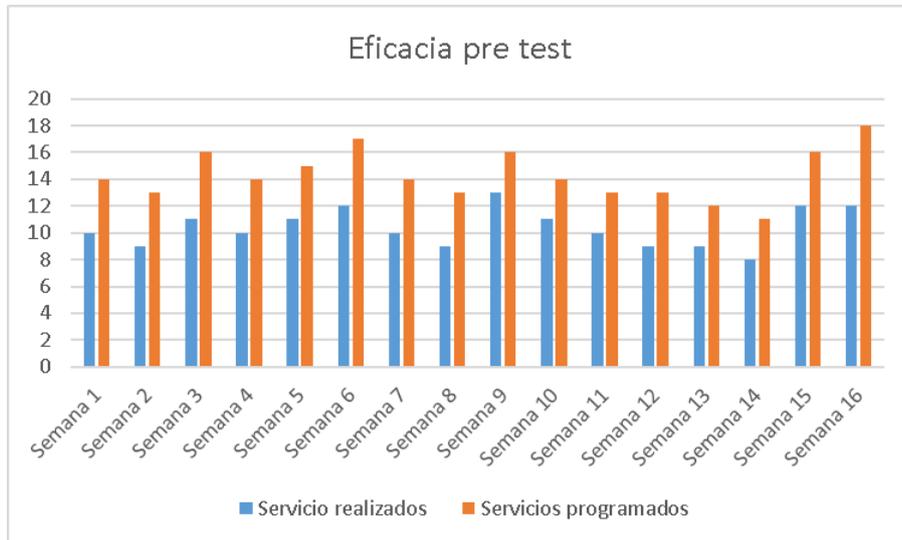


Figura 16. Eficacia pre test

En la figura se tiene que no se cumple a cabalidad los servicios realizados con lo que el área de mantenimiento no es eficaz para cumplir con las programaciones establecidas.

Implementación de mantenimiento preventivo

Se procedió a implementar el mantenimiento preventivo.

Cuando se lograron reconocer los principales problemas frecuentes en la secuencia de mantenimiento, se plantó a la gerencia de operaciones las mejoras logradas con el cumplimiento del plan de mantenimiento para mejorar de la disponibilidad de los mismos.

De la misma manera la gerencia logró comprometer a todo el personal del área para el beneficio asegurando los beneficios que obtendrán las organizaciones, del mismo modo el personal.

✓ Tabla 6. Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	ene-21				feb-21			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Capacitación al personal								
Mejora del plan de actividades del mantenimiento								
Estandarización del plan de actividades de mantenimiento								
Implementación de la hoja de inspecciones y actividades de limpieza								
Inspecciones del equipo								
Implementación de tecnología de diagnóstico								
Nuevo procedimiento de trabajo								
Controlar y supervisar								
Plan de mantenimiento								
Análisis económico y financiero								
Recolección de datos pos test								

Fuente: Elaboración propia

Implementación de la propuesta de mejora

Cuando se tiene identificado los problemas en el sector, se realizó una junta entre el supervisor y el personal de mantenimiento. El motivo explícito es que el personal comprenda que al implementar el mantenimiento preventivo se lograra las metas previstas considerando:

- El uso de las políticas y procedimientos de las reparaciones.
- Ejecutar el plan preventivo de mantenimiento a través de indicadores.
- Desarrollar las tareas en los tiempos definidos.
- Adecuado uso de las herramientas útiles y especiales.
- Cumplir con el plan de seguridad de las asignaciones diarias.

Capacitación de personal

Se coordinó con RRHH para la programación e inducción del recurso humano relacionado con el proceso de mantenimiento, en las ejecuciones de las herramientas actualizadas en generaciones tecnológicas, que son fundamentales para los objetivos y respecto a la mejora de la productividad estos, tengan laboren con eficiencia.

Con esto se brindó a los trabajadores mayor conocimiento en sus labores de mantenimiento, guiándolos en el uso de las nuevas tecnologías como base para desarrollar las tareas diarias dentro del sector, con lo cual obtendremos mejorar las

labores y evitar deficiencias operativas.



Figura 17. Capacitación de Mantenimiento

Fuente: SIMA

Mejora del plan de actividades de mantenimiento

Se realizó una plantilla donde se resalta las maquinas asociadas en la investigación, se colocó los elementos necesarios que se deben colocar en lugar del otro durante el periodo de horas de trabajo del equipo, el tiempo puede ser de manera semanal, mensual y/o anual que serán guías de referencia para realizar las labores de mantenimiento.

En la planificación se determina todas las de asignaciones de mantenimiento, que figura las validaciones, verificación, limpieza de cada uno de los componentes del equipo. Asimismo, se incluyó las secuencias y los tiempos en que se ejecuta el trabajo de mantenimiento.

- Tarea: Reflejar la actividad a realizar en el equipo.
- Frecuencia: Se refleja el tiempo en que se ejecutaran cada uno de los trabajos planteados.

Estandarización del plan de actividades de mantenimiento

Una vez implantado todas las tareas asociadas que se ejecutaran en el equipo en los periodos efectivos de trabajo, se realizó un plan de mantenimiento nuevo, se coordinó con el encargado del área quien va a explicar al personal los lineamientos que se ejecutaran en el sector de mantenimiento. Así se logró el adecuado funcionamiento de equipos de acuerdo con los parámetros establecidos, esto implica logró de los objetivos y metas del área.

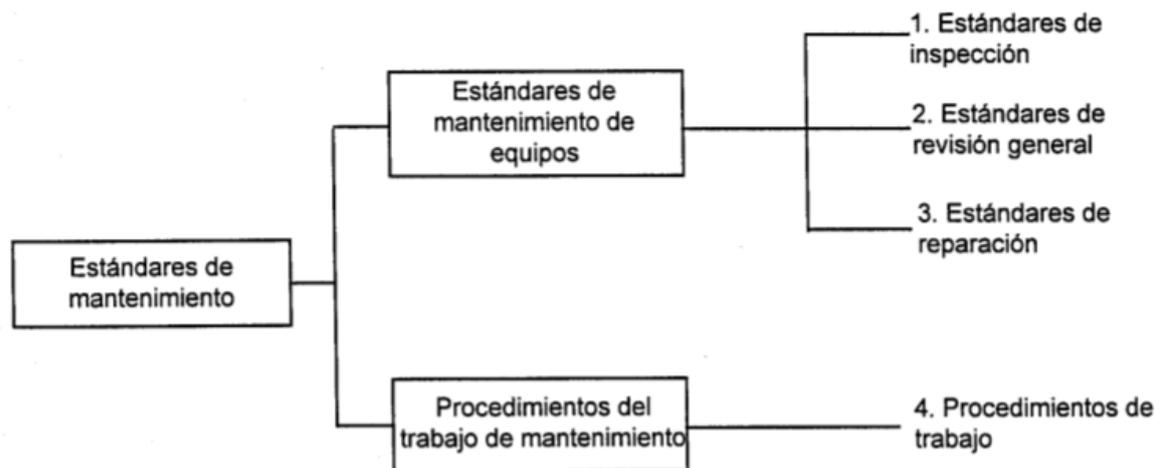


Figura 18 . Estándares del mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Según la figura se tiene que el estándar de inspección se da cuando se tiene definido la programación de estos y las acciones definidas, sobre revisión general se tiene programado las labores de mantenimiento, respecto a la reparación tiene que ver con la forma de realizar el mantenimiento y el procedimiento de trabajo implica la forma como se procede en cada actividad de mantenimiento que se realiza.

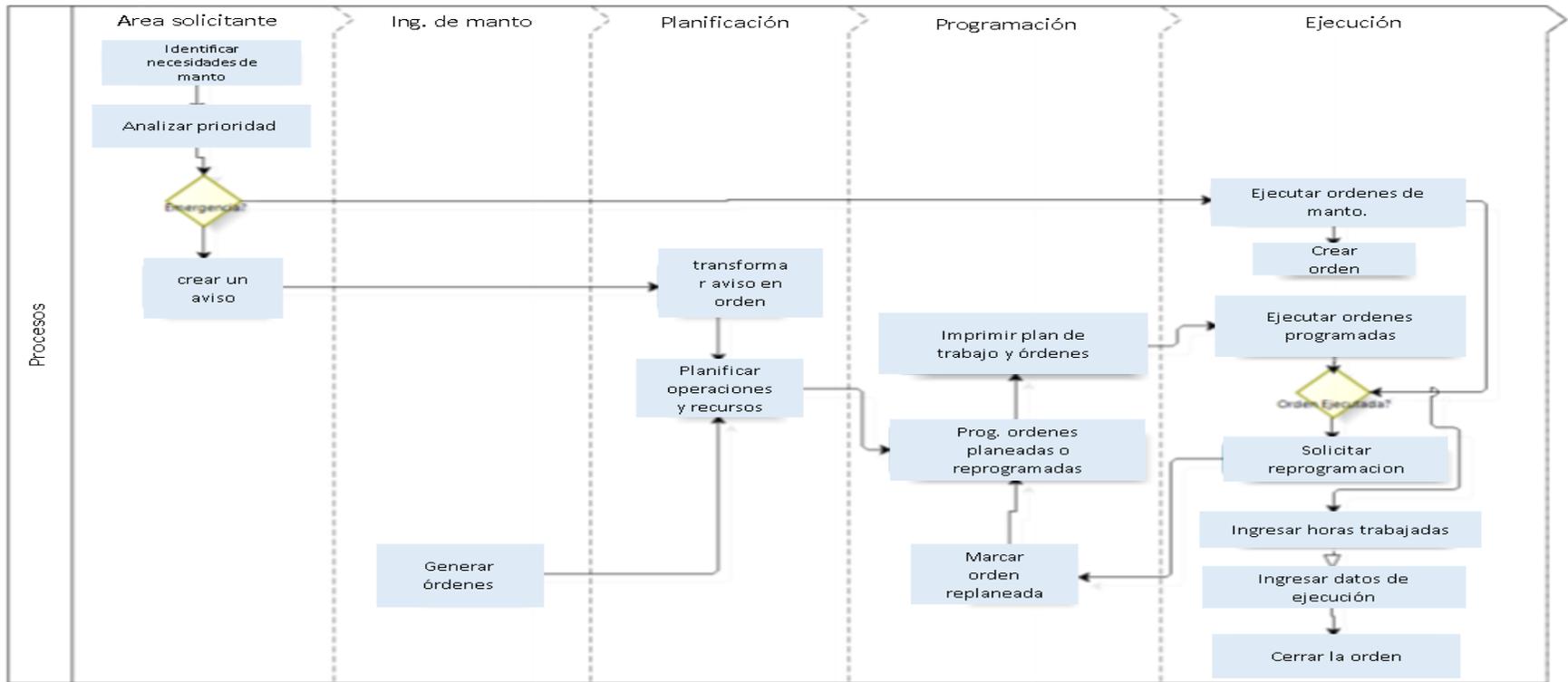


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de la orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figura el flujo desde el área solicitante, Ing. De mantenimiento, planificación, programación y ejecución.

Implementación de la hoja de inspecciones y actividades de limpieza.

En las tareas más relevantes del mantenimiento preventivo que se realizaron a diario se identificaron la limpieza y la de supervisión, con los cual se necesita tener el buen funcionamiento de cada uno de los equipos.

Figura 20. Formato de inspección y limpieza

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	FECHA:	
DOCUMENTO DE TRABAJO DE INSPECCIÓN O REVISIÓN	PÁGINA	
	REVISIÓN	
	CÓDIGO	
CÓDIGO MÁQUINA:	CÓDIGO COMPONENTE:	
DESCRIPCIÓN:		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN SUBCOMPONENTE	FALLO O ANOMALÍA
OBSERVACIÓN:		
SOLICITADO POR:	APROBADO POR:	

Fuente: Elaboración propia

Actividades de limpieza

En esta tarea buscó que el recurso humano de mantenimiento ejecute adecuadamente la limpieza de cada uno de los elementos que se puedan dañar y perjudicar al equipo, eludir un desgaste o daño de cada uno de las piezas del equipo, con lo cual se tomaría malas decisiones en el plan correctivo al momento de su ejecución, Se le recomendó al todo el personal humano sobre esta actividad que genera valor al buen funcionamiento.



Figura 21. Limpieza de máquina

Fuente: La empresa.

Tabla 7. DAP de limpieza

Actividad:	Limpieza o cambio de filtro	Actividad	Símbolo	Genera				
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Operación	○	12				
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Transporte	➔	1				
		Espera	◐	10				
		Inspección	◑	2				
		Almacenamiento	▽	1				
N°	Descripción	Simbología					Tiempo (s)	Observaciones
		○	➔	◐	◑	▽		
1	Detener el funcionamiento de la máquina	•					30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	•					10	
3	Bloquear el paso de aceite	•					10	
4	Trasladar herramientas		•				240	Emplear herramientas apropiadas
5	Purgar todas las líneas que conducen al filtro	•					900	
6	Desmontar el filtro	•					15	
7	Desmontar la tapa	•					20	
8	Limpieza del filtro con gasolina	•					1800	Intrducción completa
9	Demora en la conexión del soplete		•				600	
10	Limpiar con aire comprimido el filtro	•					90	
11	Montar la tapa		•				25	Emplear herramientas apropiadas
12	Montar el filtro	•					30	
13	Reponer el suministro de aceite	•					10	Utilizar aceite Movil Valvoline 1405
14	Inspección de posibles fugas		•				30	
15	Encender la máquina	•					10	Tomar medidas de seguridad
16	Inspeccionar el funcionamiento correcto		•				20	
17	Colocar herramientas en su lugar			•			240	
Tiempo Total:							4080	1h 8 min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que en la fase de limpieza se tiene 26 actividades que dan un total de 4080 segundos equivalentes a 68 minutos.

Inspección del equipo

La inspección es una tarea importante, la cual el encargado del mantenimiento efectuó, por lo que es un deber del Líder de mantenimiento manejar estratégicamente las tareas y realizar las inspecciones programadas. Es importante resaltar que el programa de mantenimiento preventivo debe de estar bien elaborado detectar situaciones que puedan originar fallas.

Se indicó al personal lograr un mejor diagnóstico del equipo, realizando una buena inspección en las actividades de las maquinas, con lo cual redujo las fallas que se pueden reflejar para su mejor reconocimiento se le entregó al personal encargado de mantenimiento la ficha de identificación en la cual se detalló el código asignado por la organización y datos de las maquinas.

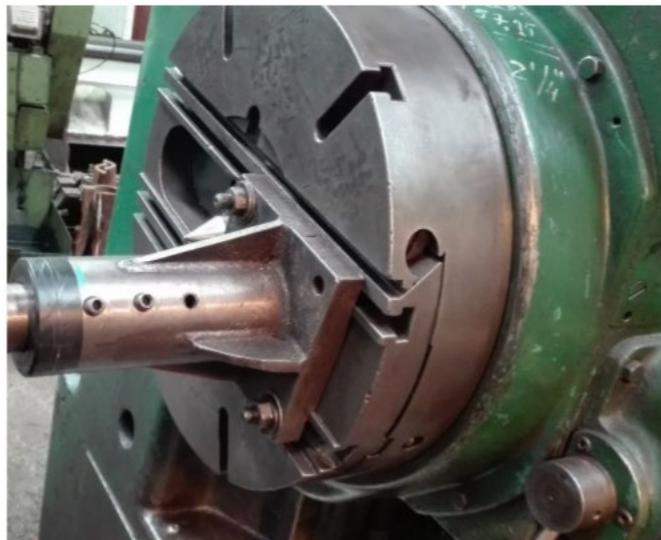


Figura 22. Inspección del equipo

Fuente: La empresa

Las validaciones y revisiones ejecutadas por el personal del área lo realizaron de forma diaria al momento de ingresar el equipo al sector de mantenimiento, la revisión se ejecutó a todos los tipos de sistemas que componen el equipo como: el sistema eléctrico, sistema del motor y observaciones generales, detallando los repuestos a cambiar y los faltantes. De esta forma se procedió a realizar el mantenimiento preventivo y se logró controlar posibles fallas una vez puesto en funcionamiento el equipo.

Tabla 8. DAP de revisión

Actividad:	Revisión o cambio de electroválvula	Actividad	Símbolo	Genera				
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Operación	○	12				
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Transporte	➔	1				
		Espera	◐	0				
		Inspección	◻	3				
		Almacenamiento	▽	1				
N°	Descripción	Simbología					Tiempo (s)	Observaciones
		○	➔	◐	◻	▽		
1	Detener el funcionamiento de la máquina	●					30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	●	➔				10	
3	Trasladar herramientas	●	➔	●			240	
4	Bloquear el paso de aceite	●	➔	●			90	
5	Acceder al panel oleohidráulica	●	➔	●			10	Tomar medidas de seguridad
6	Inspección visual de la válvula	●	➔	◻			600	
7	Desmontar electroválvula	●	➔	●			350	Emplear herramientas apropiadas
8	Desarmar electroválvula	●	➔	●			900	
9	Inspección visual de resorte, cellos y empaques	●	➔	◻			600	En caso de fallo de resorte, cambiar electroválvula
10	Engrasar electroválvula	●	➔	●			90	
11	Limpiar acoples	●	➔	●			300	
12	Armar la electroválvula	●	➔	●			600	Emplear herramientas apropiadas
13	Montar electroválvula	●	➔	●			350	
14	Cerrar panel oleohidráulica	●	➔	●			120	Tomar medidas de seguridad
15	Encender la máquina	●	➔	●			10	
16	Inspeccionar funcionamiento	●	➔	●			300	
17	Colocar herramientas en su lugar	●	➔	●			240	
Tiempo Total:							4840	1h 20 min

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que el proceso de revisión tiene un tiempo de duración de 4840 segundos que equivale a 80.66 minutos.

Implementación Tecnología de diagnóstico.

En esta etapa se requirió el pacto de la gerencia, tal que se complementó con uso con nueva tecnología, el objetivo de este proceso tal que se encuentre posibles fallas, de forma que se repare y se lleve a cabo en un corto tiempo, tratando de reducir que los equipos se detengan.

La tecnología de diagnóstico se consideró como algo vital, y se optimizó el tiempo que se detiene el equipo y se planifica las tareas de mantenimiento.

Nuevo procedimiento de trabajo

1. Selección y verificación de la orden de trabajo: El personal se encarga de seleccionar la OT del equipo y verifica los trabajos que se a realizaran.
2. Desplazamiento hacia el equipo.
3. Check list del equipo vs OT: Se Verifica los trabajos que se van a realizar y repuestos a necesitar en el equipo.
4. Desplazamiento hacia almacén de repuestos y herramientas.
5. Selección y verificación de las herramientas y repuestos: El personal de mantenimiento será quien seleccione y verifique el estado de las herramientas y repuestos que serán usados en el proceso de mantenimiento.
6. Traslado hacia zona de mantenimiento.
7. Bloqueo de corte corriente: Se procede a tomar medidas de seguridad bloqueando el paso de corriente de la batería al equipo.
8. Desmontaje de filtros y vaciado de aceite: Se procede a desmontar los filtros a cambiar, además de drenar el aceite del cárter de motor.
9. Limpieza y montaje de filtros: Se procederá limpiar la zona donde se instalarán los filtros nuevos, para luego realizar la instalación de los mismos.
10. Rellenado de aceite: Se procede al relleno del aceite, según lo que indica el manual.
11. Inspección y verificación de niveles del equipo: se comprueban los niveles de aceite y líquidos que conforman parte del equipo.
12. Desbloqueo del equipo: se procede a desbloquear la batería.
13. Encendido del equipo: una vez instalado todos los filtros se procederá a encender el equipo.
14. Verificación del funcionamiento del equipo: se procede a realizar la prueba de 5 minutos para verificar el funcionamiento del equipo
15. Apagado del equipo: se procede a apagar el equipo luego de verificar el funcionamiento correcto del equipo.

Controlar y Supervisar

El control y la supervisión de la ejecución del mantenimiento lo realizo el líder del

sector, los coordinadores que hicieron un adecuado cumplimiento de cada actividad que se indicó en el detalle de tareas anteriores para su correcta ejecución con lo que se espera la estabilidad de cada trabajo que se ejecute, consiguiendo que el colaborador ejecute un trabajo eficiente respetando el nuevo plan de mantenimiento con la finalidad de cumplir con el mantenimiento de forma eficiente.



Figura 23. Inspección y control de los equipos

Fuente: La empresa

Se controló un adecuado funcionamiento del equipo, el supervisor con el técnico delegado a ejecutar la labor del mantenimiento preventivo son los encargados de validar el equipo y garantizaron el buen proceso de mantenimiento.

Plan de mantenimiento

Al respecto es preciso se defina la rutina del mantenimiento considerando las labores que se realizan de manera frecuente. Al respecto se realizan los mantenimientos rutinarios que tienen como fin verificar la situación en las que se encuentran las diversas embarcaciones, las cuales por su dinámica de trabajo están constantemente operando en el mar y eso implica que las condiciones de las mismas deben estar en condiciones óptimas para evitar desperfectos durante su

recorrido programado. Para ello se realiza la descripción del trabajo según la parte que se está revisando, siendo necesario para este fin la ficha de trabajo respectiva.

Tabla 9. Mantenimiento rutinario mandrinadora bloques de cilindro

MANTENIMIENTO RUTINARIO						
MÁQUINA: MANDRINADORA BLOQUE DE CILINDRO			MARCA: BERCO		CRITICIDAD: 3C	
CODIGO: RH-LR-MCI-01			MODELO: AC 650			
No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS	RESPONSABLE	TIEMPO	FREC
1	BACANDA	Limpiar antes de iniciar operación	Trapo con gasoil	OPERADOR	5'	D
2	MESA DE TRABAJO	Limpiar antes de iniciar operación	Cepillo o brocha	OPERADOR	10'	D
3	COLUMNA CABEZAL	Limpiar las corinas antes de iniciar operación	Cepillo o brocha	OPERADOR	5'	D
4	MESA Y GUÍAS	Lubricar los puntos ubicados en la mesa	Grasera, lubricar con MOBIL VACTRA OIL No. 2	OPERADOR	5'	D
5	COLUMNA Y GUÍAS CABEZAL	Lubricar guías accionando la bomba, se recomienda accionar tres al día	Lubricar con MOBIL VACTRA OIL No.2	OPERADOR	2'	D

Fuente: Elaboración propia

El formato de información de mantenimiento rutinario del equipo mandrinadora horizontal se puede apreciar en la figura.

Se considera el mantenimiento programado el que se debe ejecutar a cada uno de los equipos; se describe las actividades, herramientas, responsables y frecuencia.

Análogamente para el mantenimiento programado se utiliza una ficha de trabajo detallando en la misma la parte correspondiente a revisar y la descripción del trabajo que se realiza considerando para este fin el responsable de cada labor

realizada.

Tabla 10. Mantenimiento programado mandrinadora horizontal

MANTENIMIENTO PROGRAMADO						
MÁQUINA: MANDRINADORA HORIZONTAL			MARCA: BERCO		CRITICIDAD: 3C	
CÓDIGO: RH-LR-MHO-01			MODELO: BC-4A			
No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS	RESPONSABLE	TIEMPO	FREC
1	MAQUINA EN GENERAL	Limpiar	Escobas, trapo de algodón, cepillos	OPERADOR	45'	W
2	PUESTO DE TRABAJO	Asear sitio de trabajo	Escobas, trapo de algodón	OPERADOR	20'	W
3	BOMBAS DE ACEITE	Limpiar y cambio de aceite	Paño de tela, Solvente, aceitera	OPERADOR	20'	S
4	BOMBAS DE ACEITE	Revisar funcionamiento	Accionar la bomba manualmente	OPERADOR	2'	S
5	SISTEMA DE POLEAS	Verificar desgaste	Observación	MÉCANICO	20'	S
6	CONEXIONES ELÉCTRICAS	Verificar estado de los cables	Multímetro, cintas aislante, pinzas, cautín	Eléctrico	30'	S

Fuente: Elaboración propia

Se considera la Información de mantenimiento programado que se debe ejecutar a cada uno de los equipos; se describe las actividades, herramientas, responsables y frecuencia.

Al respecto para realizar las labores del mantenimiento es preciso una orden de trabajo, en tal sentido se cuenta con un formato de mantenimiento para realizar las labores el cual se da uso en cada uno de las ordenes que se programen según lo planeado.

Tabla 11. Orden de trabajo del mantenimiento

ORDEN DE TRABAJO											
Nombre de la empresa:			Orden de trabajo:				Fecha:				
Tipo mantenimiento:		Solicitada por (jefe de turno):		Aprobada por (jefe de mantenimiento):			Turno:				
Código del equipo:		Especifique el trabajo por realizar					Equipo:				
Sección:											
Prioridades		Emergencia		Naturaleza de la inspección		Previsión					
		Urgente				Eléctrica		Inicio			
		Normal				Mecánica		Término			
		Permanente				Auxiliar					
Especificación del trabajo por realizar		Mano de obra				Materiales utilizados					
		Trabajo realizado por:		Tiempo	Salario	Costo	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	
										Unitarios	Totales
Costo de la mano de obra:					Costo de materiales:			Costo total:			
					Observaciones						
Jefe de mantenimiento					Jefe de turno						

Fuente: Elaboración propia

En la orden de trabajo se detalla las labores a realizar considerando la especificación de la labor, la mano de obra y los materiales utilizados. Luego se valoriza la labor que se realiza y finalmente el jefe de mantenimiento y el jefe de turno firman dicha ficha para dejar constancia de la labor realizada y se tenga el presupuesto respectivo.

Análisis económico financiero

Al referirme al análisis económico y financiero al evaluar la inversión en un periodo de 12 meses de financiamiento. En este caso se hizo el cálculo del VAN y TIR, para corroborar que la inversión fue beneficiosa para la empresa desde el punto de vista económico.

Tabla 12. Presupuesto de materiales

No	Materiales	Costo total (S/.)
1	Útiles de limpieza	500.00
2	Herramientas	300.00
3	Aditivos	400.00
4	Multímetro	200.00
5	Deterctor de voltaje	160.00
6	Silicón	100.00
TOTAL		1660.00

Fuente: Elaboración propia

Se consideran los costos de materiales para el mantenimiento preventivo, siendo los materiales necesarios para efectuar la labor de mantenimiento cuyo presupuesto total asciende a S/.1660.00

Tabla 13. Presupuesto de implementación

No	Materiales	Costo total (S/.)
1	Útiles de limpieza	500.00
2	Herramientas	300.00
3	Aditivos	400.00
4	Multímetro	200.00
5	Deterctor de voltaje	160.00
6	Silicón	100.00
TOTAL		1660.00
No	Bienes y servicios	Costo total (S/.)
1	Servicios de asesoría	1800.00
2	Equipo electrónico	1500.00
3	Auditoría	300.00
TOTAL		3600.00
No	Útiles de oficina	Costo total (S/.)
1	Papeles	800.00
2	Toner	900.00
3	Tintas	300.00
TOTAL		2000.00

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 18, se tiene que el presupuesto de implementación que corresponde materiales (repuestos), bienes y servicios como útiles de oficina, se considera en la tabla siguiente.

Tabla 14. Costo total de implementación

Inversiones tangibles	7260
Repuestos	1660
Bienes y servicios	3600
Útiles de oficina	2000
Inversiones intangibles	20996
Servicios de agua y desagüe	315
Servicio de suministros de energía	270
Asignaciones	3150
Otros gastos	15915
Imprevistos (5%)	1346
TOTALES NETO	28256

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se tiene un costo total de implementación de S/28,256.00

Tabla 15. Comparativo de costos operativos antes y después

COSTO DE OPERACIÓN pre	S/.
Costo de reparación	96450.00
Costo de adaptación	2400.00
Costo de mejora	1200.00
COSTO DE OPERACIÓN post	S/.
Costo de reparación	86400.00
Costo de adaptación	1800.00
Costo de mejora	1200.00

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla se tiene el costo comparativo de operación antes y después el cual se detalla con la finalidad de ubicar en el flujo de caja para el cálculo del VAN y TIR con lo que se analizará la viabilidad de la inversión.

Tabla 16. Flujo de caja

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12												
Cost de operación PRE		100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050	100050												
Costo de reparación		96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450	96450												
Costo de adaptación		2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400												
Costo de mejora		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200												
Cost de operación POST		89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400	89400												
Costo de reparación		86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400	86400												
Costo de adaptación		1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800												
Costo de mejora		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200												
Beneficio		10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650												
Inversiones tangibles	7260																								
Materiales y repuestos	1660																								
Bienes y servicios	3600																								
Utiles de oficina	2000																								
Inversiones intangibles	20996																								
Servicios de agua y desague	315																								
Sevicio de suministros de energía	270																								
Asignaciones	3150																								
Otros gastos	15915																								
Inprevistos (5%)	1346																								
TOTALES NETO	-28256													10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650	10650

Fuente: Elaboración propia

En la tabla, se tiene el flujo de caja durante un periodo de 12 meses

Tabla 17. VAN, TIR, costo beneficio

Cálculo del VAN	87,909.43
Costo de Oportunidad del capital (COK)	1.5%
Cálculo de la TIR	36.82%
Cálculo del ratio Beneficio / Costo	4.52

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se tiene los resultados del cálculo del VAN y el TIR, provenientes de la tabla 14 con ella se obtiene un VAN de S/. 87908.43 y un TIR de 36.82%, (es superior a la tasa esperada por la empresa que es de 12%), confirmando la viabilidad de la inversión en la empresa SIMA ya que es recuperable desde el tercer mes de aplicación. Respecto al costo beneficio de la tabla 15 resultó 4.52 mayor que 1, lo cual demuestra que se tiene beneficio económico que favorece a la empresa, gracias a la aplicación del mantenimiento preventivo.

Recolección de datos pos test

Variable independiente: Mantenimiento preventivo Pos test

Dimensión Inspección

Tabla 18. Pos test de la dimensión inspección

PERIODO	Inspección realizada	Inspección programada	Inspección %
Semana 1	27	30	90.00%
Semana 2	28	30	93.33%
Semana 3	26	30	86.67%
Semana 4	27	30	90.00%
Semana 5	28	30	93.33%
Semana 6	29	30	96.67%
Semana 7	26	30	86.67%
Semana 8	26	30	86.67%
Semana 9	25	30	83.33%
Semana 10	24	30	80.00%
Semana 11	27	30	90.00%
Semana 12	28	30	93.33%
Semana 13	29	30	96.67%
Semana 14	27	30	90.00%
Semana 15	26	30	86.67%
Semana 16	25	30	83.33%
Promedio			89.17%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el resultado del nivel de inspección, tal que según el indicador cumplimiento de inspección el promedio resultó un 89.17% el cual resulta un porcentaje significativo que permite mejorar el funcionamiento del equipo.

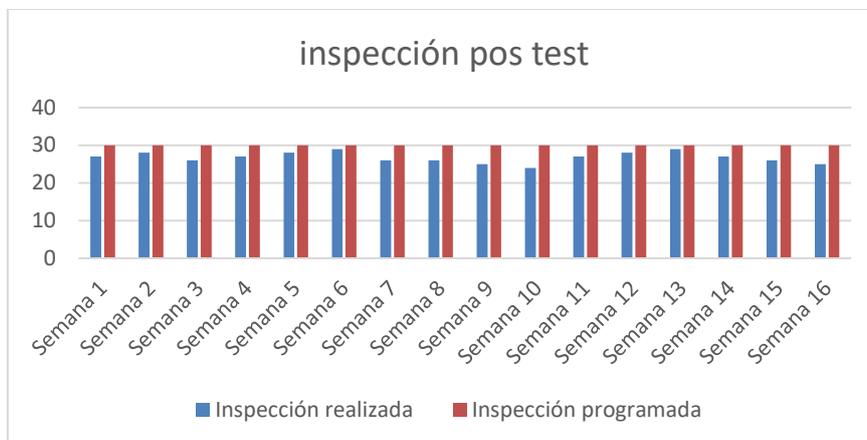


Figura 24. inspección pos test

Fuente: Elaboración propia

Según la figura se observó que luego del mantenimiento preventivo las inspecciones mejoraron en la labor de mantenimiento teniendo un mayor cumplimiento de los mantenimientos realizados

Dimensión. Plan de mantenimiento

Tabla 19. Pos test de la dimensión plan de mantenimiento

PERIODO	Mantenimiento ejecutado	Mantenimiento programado	% plan de mantenimiento
Semana 1	7	8	87.50%
Semana 2	8	8	100.00%
Semana 3	8	8	100.00%
Semana 4	7	8	87.50%
Semana 5	8	8	100.00%
Semana 6	8	8	100.00%
Semana 7	8	8	100.00%
Semana 8	7	8	87.50%
Semana 9	7	8	87.50%
Semana 10	7	8	87.50%
Semana 11	7	8	87.50%
Semana 12	7	8	87.50%
Semana 13	8	8	100.00%
Semana 14	8	8	100.00%
Semana 15	7	8	87.50%
Semana 16	7	8	87.50%
Promedio			92.97%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el resultado del plan de mantenimiento, tal que según el indicador cumplimiento del plan de mantenimiento el promedio resultó un 92.97% el cual resulta un porcentaje razonable que garantiza el buen funcionamiento de los equipos para cumplir las metas de servicios que se programan.

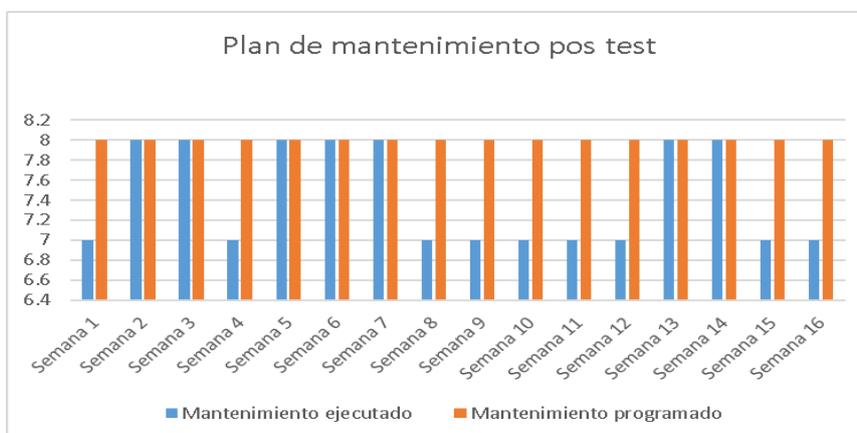


Figura 25. Plan de mantenimiento pos test

De la figura se observa que el mantenimiento ejecutado se cumplió con más rigor llegando en varias semanas a realizar las labores completamente.

Variable dependiente: Productividad

Tabla 20. Pos test de la productividad

SEMANAS	Eficiencia	Eficacia	% productividad
Semana 1	91.67%	92.86%	85.12%
Semana 2	89.58%	92.31%	82.69%
Semana 3	93.75%	93.75%	87.89%
Semana 4	91.67%	92.86%	85.12%
Semana 5	89.58%	93.33%	83.61%
Semana 6	85.42%	94.12%	80.39%
Semana 7	95.83%	100.00%	95.83%
Semana 8	91.67%	92.31%	84.62%
Semana 9	93.75%	87.50%	82.03%
Semana 10	89.58%	92.86%	83.18%
Semana 11	97.92%	100.00%	97.92%
Semana 12	93.75%	92.31%	86.54%
Semana 13	92.01%	100.00%	92.01%
Semana 14	92.04%	81.82%	75.31%
Semana 15	92.25%	93.75%	86.48%
Semana 16	92.12%	88.89%	81.89%
promedio			85.66%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la productividad tal que el promedio de productividad resultó 85.66%, con lo cual se observa que las condiciones de mantenimiento preventivo que se realiza, se comprueba que es adecuado y por tanto las labores que se realizan sin relevantes para lo que se requiere en la empresa, siendo importante los resultados del mantenimiento ya que se busca dar un buen servicio que asegure la operatividad de los equipos.

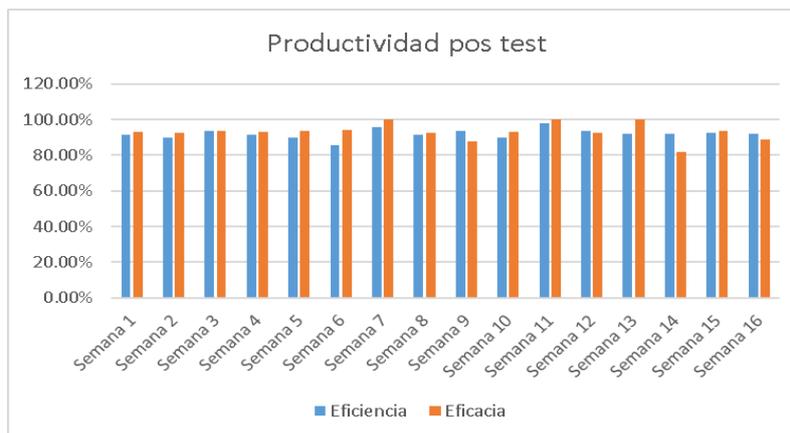


Figura 26. Productividad pos test

En la figura se tiene que la productividad después de la mejora tuvo una mejora significativa comprobando una mejora en las labores operativas.

Dimensión Eficiencia

Tabla 21. Pos test de la eficiencia

SEMANAS	Inspección realizada	Inspección programada	% eficiencia
Semana 1	44	48	91.67%
Semana 2	43	48	89.58%
Semana 3	45	48	93.75%
Semana 4	44	48	91.67%
Semana 5	43	48	89.58%
Semana 6	41	48	85.42%
Semana 7	46	48	95.83%
Semana 8	44	48	91.67%
Semana 9	45	48	93.75%
Semana 10	43	48	89.58%
Semana 11	47	48	97.92%
Semana 12	45	48	93.75%
Semana 13	46	48	92.01%
Semana 14	46	48	92.04%
Semana 15	45	48	92.25%
Semana 16	44	48	92.12%
promedio			92.04%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la dimensión eficiencia tal que el promedio de eficiencia resultó 92.04%, con lo cual se observa que el tiempo del operador resulta haber mejorado significativamente respecto al tiempo programado, ocasionado menos interrupciones en la labor que se realiza, esto debido a la disponibilidad oportuna de los materiales requeridos y también porque al momento de realizar la labor se tiene la disponibilidad inmediata para realizarla.

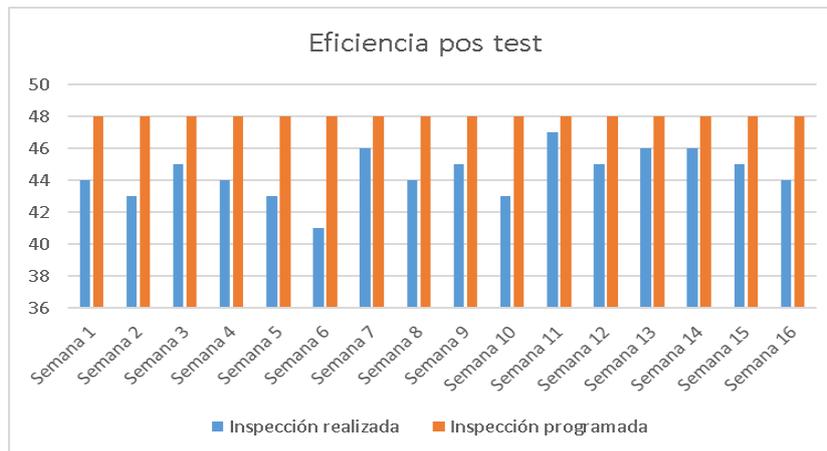


Figura 27. Eficiencia pos test

Se observa una mejora significativa en las inspecciones realizadas que favorece la operatividad de las unidades.

Dimensión Eficacia

Tabla 22. Pos test de la eficacia

SEMANAS	Mantenimiento ejecutado	Mantenimiento programado	% eficacia
Semana 1	13	14	92.86%
Semana 2	12	13	92.31%
Semana 3	15	16	93.75%
Semana 4	13	14	92.86%
Semana 5	14	15	93.33%
Semana 6	16	17	94.12%
Semana 7	14	14	100.00%
Semana 8	12	13	92.31%
Semana 9	14	16	87.50%
Semana 10	13	14	92.86%
Semana 11	13	13	100.00%
Semana 12	12	13	92.31%
Semana 13	12	12	100.00%
Semana 14	9	11	81.82%
Semana 15	15	16	93.75%
Semana 16	16	18	88.89%
promedio			93.04%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se tiene los resultados de la dimensión eficacia con lo cual se tiene que el promedio resultó 93.04% tal que se comprueba que los servicios programados se cumplen a cabalidad debido a que en el área la programación se cumple sin mucho contratiempo en el día de trabajo, según las actividades programadas.

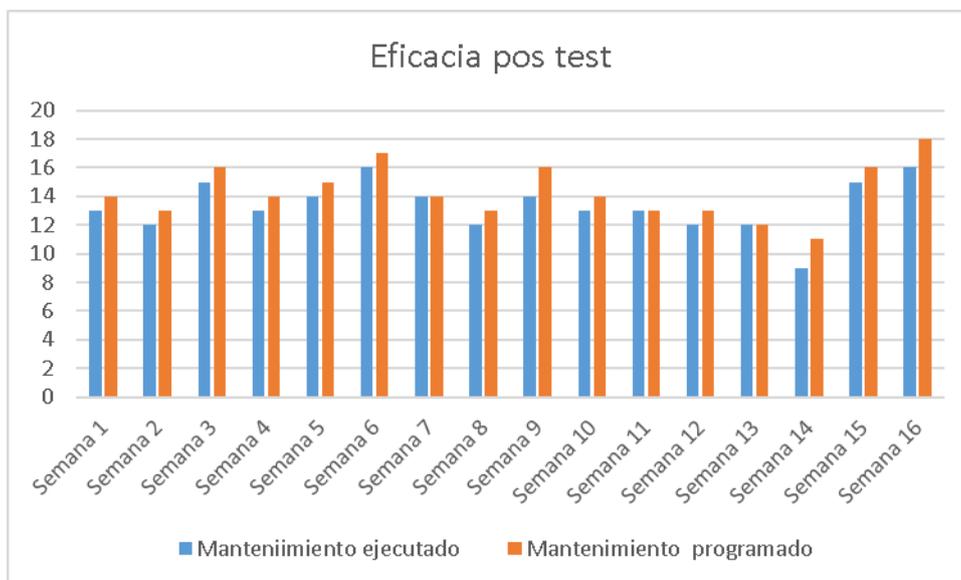


Figura 28. Eficacia pos test

En la figura se tiene que el mantenimiento ejecutado tuvo una mejora significativa por lo que se logra ser más eficaz en las labores de mantenimiento.

3.6 Métodos de análisis de datos

(Valderrama, 2015) afirmó que es preciso contar con programa estadístico al realizar el procesamiento (p. 230)

Estadística descriptiva: (Córdova, 2003), mencionó que lo conforman cuadros, tablas e imágenes tales que son diagnosticados” (p.1).

Haber realizado el tratamiento estadístico tuvo que ver con la obtención de la información clasificada. Se pudo obtener resultados descriptivos luego del procesamiento de datos, tales como las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

Estadística inferencial: Según (Hernández, y otros, 2014), se utilizó para medir las hipótesis y comparar parámetros. (p.299).

En el estudio se consideraron las pruebas de normalidad, prueba de hipótesis, las cuales dependiendo de la naturaleza de los datos procesados se aplicó el estadígrafo T-student para datos paramétricos o Wilcoxon para datos no paramétricos.

3.7. Aspectos éticos

Al respecto se respetó la autoría de todos los autores considerados en la investigación sean de fuentes libros, revistas, tesis, artículos entre otros. También la investigación se enmarcó dentro del modelo de la norma ISO 690 como se establecieron en la guía de productos observables de la UCV, tomando en cuenta el formato, tipo de letra interlineado, etc.

IV. RESULTADOS

Estadística descriptiva

En esta fase del procesamiento estadístico se evalúa el comportamiento de los datos de las dos variables.

Variable independiente: Mantenimiento preventivo

Dimensión 1: Inspección

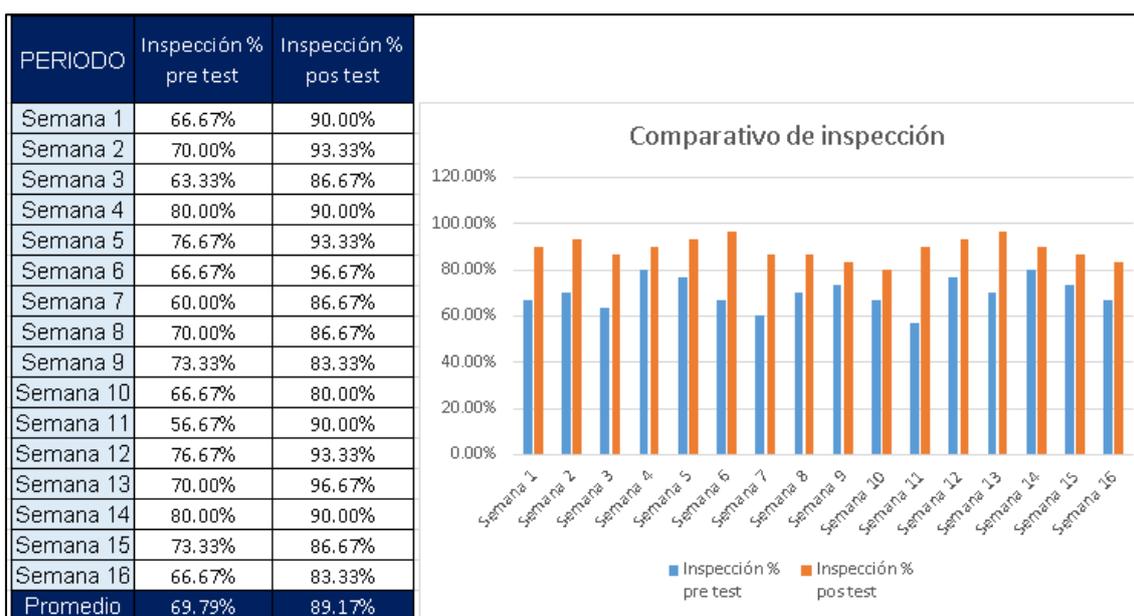


Figura 29. Comparativo de la dimensión inspección

Fuente: Elaboración propia

Según la figura en la dimensión inspección se observó que hubo una variación porcentual de 69.79% a 89.17% con lo que se observa la mejora y que los valores de la inspección en el diagrama de barras antes del mantenimiento preventivo tienen valores inferiores que los alcanzados después del mantenimiento preventivo, con lo que se comprueba que la labor de inspección tuvo una mejora significativa que favorece el buen funcionamiento de las máquinas. También precisar que a lo largo de las 16 semanas el aporte del personal fue valioso gracias a su mejor desempeño en las labores que se asignaron.

Dimensión 2: Plan de mantenimiento

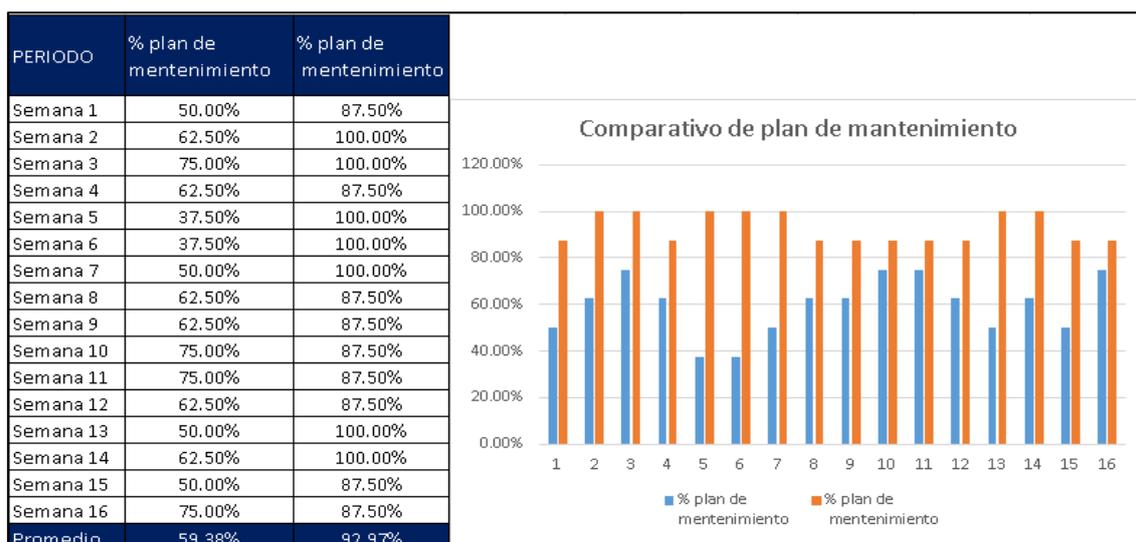


Figura 30. Comparativo de la dimensión plan de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Según la figura en la dimensión plan de mantenimiento se tiene que hubo una variación porcentual de 59.38% a 92.97% con lo que se observa la mejora y que los valores del plan de mantenimiento en el diagrama de barras antes del mantenimiento preventivo tienen valores inferiores que los logrados después del mantenimiento preventivo, comprobando que la labor de del plan de mantenimiento se realizó con mejor responsabilidad y cumplimiento de los cronogramas establecidos para evitar demoras y retrasos en los plazos establecidos durante la labor de mantenimiento.

Respecto a la variable dependiente en la estadística descriptiva se tiene:

Asimetría: Es el grado de asimetría de la distribución con respecto a la media. Si es positivo de este indicador significa que la distribución se encuentra sesgada hacia la izquierda (orientación positiva) y si es negativa el sesgo será a la derecha (orientación negativa).

Curtosis: Si es positiva es leptocurtica (puntiaguda), es decir hay mayor concentración de datos cercanos a la media. Si es negativa es platicurtica (aplanada), es decir hay menor números de datos concentrados respecto a la media

Varianza: Representa la variabilidad de datos respecto a la media

Desviación estándar: Representa la dispersión media de la variable respecto a la media

Mediana: Es el valor central de los datos ordenados

Media: Promedio de la medida

Variable dependiente: Productividad

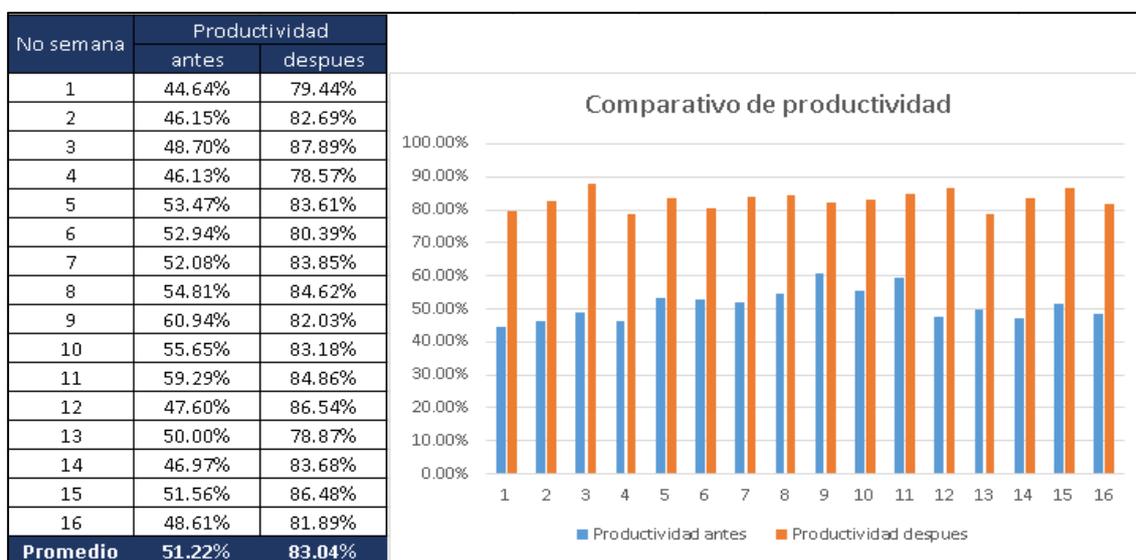


Figura 31. comparativo de la variable productividad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Tabla descriptiva de la productividad antes y después

			Estadístico
Productividad antes	Media		51,2213
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	48,6779
		Límite superior	53,7646
	Mediana		50,7800
	Varianza		22,781
	Desv. Desviación		4,77298
	Asimetría		,621
	Curtosis		-,341
Productividad después	Media		83,0775
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	81,5619
		Límite superior	84,5931
	Mediana		83,3950
	Varianza		8,090
	Desv. Desviación		2,84426
	Asimetría		,058
	Curtosis		-,449

Fuente: Elaboración propia (con SPSS v.25)

De la figura y tabla se tiene que la productividad antes del mantenimiento preventivo resultó 51.22% y luego del mantenimiento preventivo fue 83.04% tal que hay una variación porcentual favorable en la empresa Sima. Por otra parte, se observa que la varianza y desviación se redujeron después del mantenimiento preventivo con lo que se comprueba menos variabilidad de los datos. La asimetría también se redujo siendo ambas positivas, tal que los datos tienen valores inferiores que la media. Finalmente, la curtosis en ambos casos es negativa al que hay una menor concentración de datos alrededor de la media siendo platicúrtica.

Dimensión 1: Eficiencia

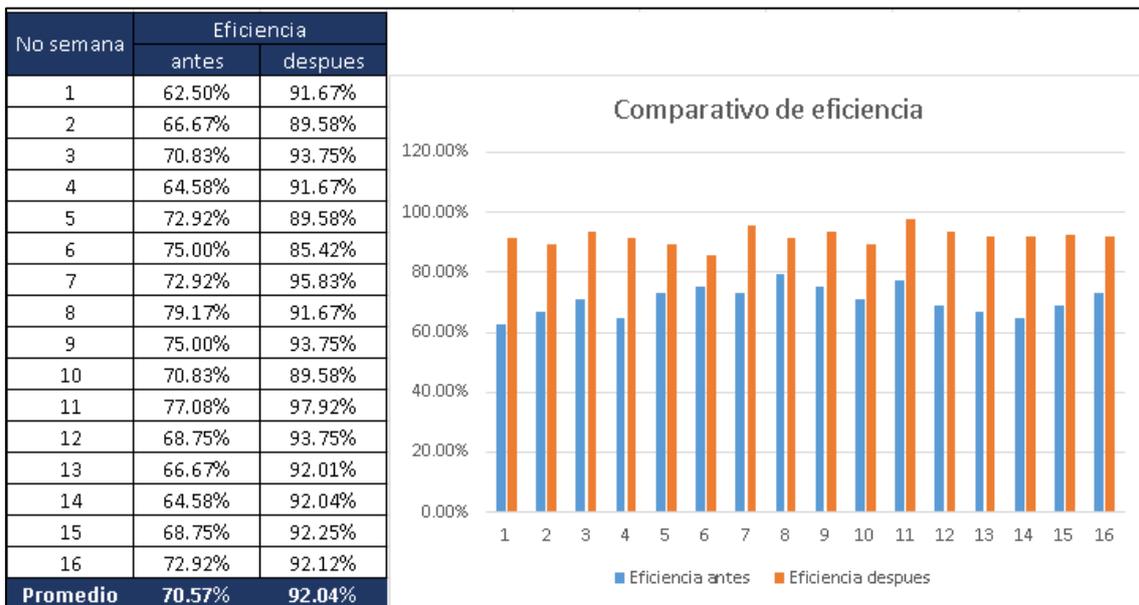


Figura 32. comparativo de la dimensión eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la eficiencia se tiene que antes del mantenimiento preventivo fue 70.57% y después fue 92.04% comprobando una mejora porcentual en el periodo de estudio. Además se observa en el diagrama de barras que los datos de la eficiencia después durante las 16 semanas fueron superiores que los datos de la eficiencia antes del mantenimiento preventivo.

Tabla 24. Descriptivo de la dimensión eficiencia

			Estadístico
Eficiencia antes	Media		70,5731
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,0131
		Límite superior	73,1332
	Mediana		70,8300
	Varianza		23,081
	Desv. Desviación		4,80432
	Asimetría		,024
	Curtosis		-,823
Eficiencia después	Media		92,0369
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	90,5288
		Límite superior	93,5450
	Mediana		92,0250
	Varianza		8,010
	Desv. Desviación		2,83022
	Asimetría		-,205
	Curtosis		1,660

Fuente: Elaboración propia (con SPSS v.25)

En la tabla es evidente que la media aumento después del mantenimiento preventivo tal que se observa que la varianza y desviación se redujeron después del mantenimiento preventivo con lo que se comprueba menos variabilidad de los datos. La asimetría en cambio antes fue positiva siendo los valores más separados de la media a la derecha y después negativa siendo los valores más separados de la media a la izquierda. Finalmente, la curtosis antes es negativa al que hay una menor concentración de datos alrededor de la media siendo platicúrtica y después es positiva es decir es leptocúrtica cumpliéndose mayor concentración de datos alrededor de la media.

Dimensión 2: Eficacia

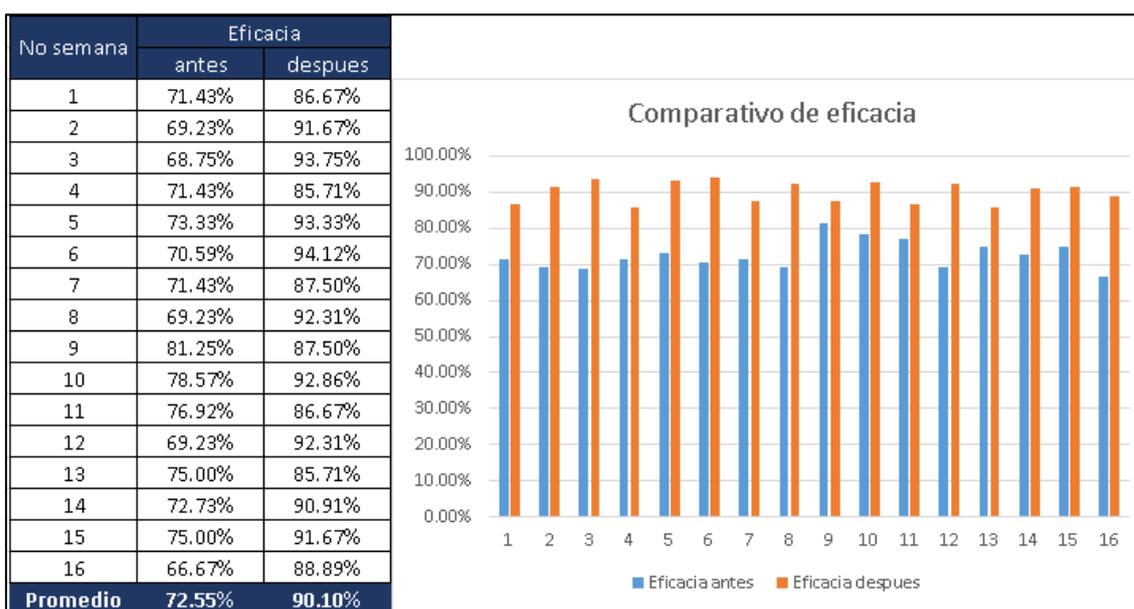


Figura 33. comparativo de la dimensión eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Descriptivo de la dimensión eficacia

			Estadístico
Eficacia antes	Media		72,5494
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,4476
		Límite superior	74,6511
	Mediana		71,4300
	Varianza		15,557
	Desv. Desviación		3,94427
	Asimetría		,758
	Curtosis		,107
Eficacia después	Media		90,1419
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	88,4827
		Límite superior	91,8011
	Mediana		91,2900
	Varianza		9,695
	Desv. Desviación		3,11374
	Asimetría		-,186
	Curtosis		-1,624

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la eficacia en la figura se tiene que antes del mantenimiento preventivo fue 72.55% y después fue 90.104% comprobando una mejora porcentual de la eficacia el periodo de estudio. Así mismo se observa en el diagrama de barras que los datos de la eficacia después durante las 16 semanas fueron superiores que los datos de la eficacia antes del mantenimiento preventivo. En la tabla es evidente que la media aumento después del mantenimiento preventivo tal que se observa que la varianza y desviación se redujeron después del mantenimiento preventivo con lo que se comprueba menos variabilidad de los datos. La asimetría en cambio antes fue positiva siendo los valores más separados de la media a la derecha y después negativa siendo los valores más separados de la media a la izquierda. Finalmente, la curtosis antes es positiva es decir es leptocúrtica cumpliéndose mayor concentración de datos alrededor de la media. Luego la curtosis después fue negativa tal que hay una menor concentración de datos alrededor de la media siendo platicúrtica y después

Estadística inferencial

Variable: productividad

Prueba de normalidad

Se hace uso de esta prueba con fines de identificar si los datos son paramétricos o no paramétricos, según el siguiente criterio:

Sig. > 0.05 los datos tienen comportamiento normal

Sig.< 0.05 los datos no tienen comportamiento normal

Tabla 26. Prueba de normalidad de la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,948	16	,466
Productividad después	,970	16	,842

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Interpretación: De acuerdo a lo obtenido en la tabla el valor de Sig. antes y después es mayor a 0.05, en tal sentido los datos provienen de una distribución normal, tal que para la prueba de hipótesis los datos son paramétricos.

Se hace uso de T-student para la prueba de hipótesis:

Ho: La implementación de mantenimiento preventivo no incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima Callao, 2020.

Hi: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima Callao, 2020.

Al respecto de decidir la valoración de una de las hipótesis se toma en cuenta el siguiente criterio:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 27. Estadísticas de muestras emparejadas de productividad

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad después	83,0775	16	2,84426	,71107
	Productividad antes	51,2213	16	4,77298	1,19324

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Se observa en la tabla que la media de la productividad antes es menor que la media de la productividad después al que se cumple una variación favorable que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 28. Prueba T-student de productividad

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad después - Productividad antes	31,85625	5,09545	1,27386	29,14107	34,57143	25,008	15	,000

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

En la tabla se tiene que la diferencia de medias de la productividad es 31.85% con la cual se calcula el incremento logrado en el periodo de estudio que es el cociente entre la diferencia de medias y el valor inicial de la media de productividad el cual expresado en porcentaje resultó 61.78%. Por otra parte, siendo el valor de Sig. menor que 0.05 se acepta la hipótesis planteado por el investigador (Hi), tal que: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Dimensión 1: Eficiencia

Prueba de normalidad

Se hace uso del siguiente criterio para decidir resultado:

Sig. > 0.05 los datos tienen comportamiento normal

Sig.< 0.05 los datos no tienen comportamiento normal

Tabla 29. Prueba de normalidad de la dimensión eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	,973	16	,885
Eficiencia después	,939	16	,339

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Interpretación: Según lo obtenido en la tabla el valor de Sig. antes y después es mayor a 0.05, en tal sentido los datos provienen de una distribución normal, tal que para la prueba de hipótesis los datos son paramétricos.

Se hace uso de T-student para la prueba de hipótesis:

Ho: La implementación de mantenimiento preventivo no incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Hi: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Al respecto de decidir la valoración de una de las hipótesis se toma en cuenta el siguiente criterio:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 30. Estadísticas de muestras emparejadas de eficiencia

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia después	92,0369	16	2,83022	,70755
	Eficiencia antes	70,5731	16	4,80432	1,20108

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Se observa en la tabla que la media de la eficiencia antes es menor que la media de la eficiencia después al que se cumple una variación favorable que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 31. Prueba T-student de la dimensión eficiencia

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pa r 1 a después - Eficiencia antes	21,46375	5,23201	1,30800	18,67581	24,25169	16,410	15	,000

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

En la tabla se dedujo la diferencia de medias de la eficiencia siendo 21.46% con la cual se calcula el incremento logrado en el periodo de estudio que es el cociente entre la diferencia de medias y el valor inicial de la media de eficiencia el cual expresado en porcentaje resultó 30.43%. Por otra parte, siendo el valor de Sig. menor que 0.05 se acepta la hipótesis planteada por el investigador (Hi), tal que: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Dimensión 2: Eficacia

Prueba de normalidad

Se hace uso del siguiente criterio para decidir resultado:

Sig. > 0.05 los datos tienen comportamiento normal

Sig.< 0.05 los datos no tienen comportamiento normal

Tabla 32. Prueba de normalidad de la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	,945	16	,411
Eficacia después	,897	16	,071

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Interpretación: Según lo obtenido en la tabla el valor de Sig. antes y después es mayor a 0.05, por lo que los dados provienen de una distribución normal, tal que para la prueba de hipótesis los datos son paramétricos.

Se hace uso de T-student para la prueba de hipótesis:

Ho: La implementación de mantenimiento preventivo no incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Hi: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Al respecto de decidir la valoración de una de las hipótesis se toma en cuenta el siguiente criterio:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 33. Estadísticas de muestras emparejadas de eficiencia

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia después	90,1419	16	3,11374	,77843
	Eficacia antes	72,5494	16	3,94427	,98607

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

Se observa en la tabla que la media de la productividad antes es menor que la media de la productividad después al que se cumple una variación favorable que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 34. Prueba T-student de la dimensión eficacia

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia después - Eficacia antes	17,59250	5,65809	1,41452	14,57751	20,60749	12,437	15	,000

Fuente: *Elaboración Propia. (con SPSS v.25)*

En la tabla se dedujo la diferencia de medias de la eficacia siendo 17.59% con la cual se calcula el incremento logrado en el periodo de estudio que es el cociente entre la diferencia de medias y el valor inicial de la media de eficacia el cual expresado en porcentaje resultó 24.24%. Por otra parte, siendo el valor de Sig. menor que 0.05 se acepta la hipótesis planteada por el investigador (H_i), tal que: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.

V. DISCUSIÓN

Mediante el presente se muestra el detalle de los logros alcanzados en la presente investigación y se compara los logros con estudios diversos que también en su momento fueron determinantes mejorando los mantenimientos preventivos en las empresas evaluadas y que direccionan mejor la labor en las empresas ya que la prevención hace posible mejor rendimiento operativo en la empresa y se evitan constantes mantenimientos correctivos que al evaluar su impacto generan pérdidas a la empresa. De ahí la relevancia de la empresa cuyo buen direccionamiento se respalda con los aportes teóricos que fueron la base para la identificación de las dimensiones e indicadores que permiten mejor labor en la empresa. Al respecto tenemos:

Primero: En relación a la hipótesis general se tiene que al momento de aplicar la prueba de hipótesis resultó que el valor de significancia: $p=0.000$ tal que comparando resulta $0,000 < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación tal que se deduce que la implementación de mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima Callao, 2020, llegando a incrementarse la productividad en 62.18% lo que fue relevante para el mantenimiento realizado en la empresa. De igual modo es comparado la investigación realizada por Carhuas (2018) en su investigación que realizó propuso como objetivo determinar la aplicación de mantenimiento preventivo que mejora la productividad en el área de mantenimiento, de la Empresa L.L. Jiménez S.A.C. Al final su logro en su investigación resultó mejorando la productividad en un 27%, lo que corrobora una mejora significativa. Al respecto ambos estudios lograron demostrar la mejora en la empresa contribuyendo decisivamente en la mejora de las labores que realizan, siendo vital su aporte, pues hace posible que a nivel de la empresa se tenga resultados valorativos que hace posible las mejoras que son trascendentes cuyo impacto favorable se da para beneficio económico de la empresa, ya que se evita gastos en exceso en la labor de mantenimiento, por las fallas recurrentes

Segundo: En relación a la hipótesis específica 1 se tiene que al momento de aplicar la prueba de hipótesis resultó que el nivel significancia: $p=0.000$ tal que al comparar se tiene que $0,000 < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador tal que se deduce que la implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima Callao,2020, llegando a incrementarse la eficiencia en 30.41% lo que fue relevante para las labores realizadas en la empresa. De igual modo es comparado la investigación realizada por el investigador Humancaja (2018) tal que en su estudio planteó como objetivo determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad. En este caso los resultados de la aplicación del mantenimiento preventivo determinaron que se mejoró significativamente teniendo como incremento en 61.44%. En tal sentido se comprueba que ambos estudios contribuyeron a la mejora en las labores tal que se hace en este caso un mejor uso de los recursos disponibles y de esta manera se evita gastos excesivos para ejecutar las labores del mantenimiento y se tenga al mismo tiempo un uso racional, considerando que las acciones operativas deben ser coherentes con las necesidades de la empresa y también generando beneficios operativos a la empresa.

Tercero: En relación a la hipótesis específica 2 se tiene que al momento de aplicar la prueba de hipótesis resultó que el nivel significancia: $p=0.000$ tal que al comparar se tiene que $0,000 < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador tal que se deduce que la implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020, llegando a incrementarse la eficacia en 27.02% lo que fue relevante para las labores realizadas en la empresa. De igual modo es comparado la investigación realizada por el investigador Vásquez (2016) tal que en su estudio realizado puso énfasis en la disponibilidad para las labores operativas que se realizan teniendo

previsto aumentar la disponibilidad de las máquinas de alta tara a nivel de la entidad pública en estudio, en tal sentido su objetivo se estableció con fines de un mejor mantenimiento a nivel de las labores que se realiza. En tal sentido dado un estudio aplicado se comprobó que se aumentó la disponibilidad de las máquinas a un 40% y como tal su operatividad, a través de un plan de mantenimiento y programación de labores, puesto que con una buena evaluación se evitarán anomalías en el funcionamiento tal que su eficacia fue relevante en la empresa. En tal sentido se corrobora la mejora en ambos estudios ya que se logró alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

VI. CONCLUSIONES

Al término de la investigación se tiene las siguientes conclusiones:

Primero: Se concluye, luego de la implementación del mantenimiento preventivo se tiene como evidencia que hay un incremento en la productividad en 62.18%, teniendo inicialmente 51.22% cuyo porcentaje es bajo y después de aplicar el mantenimiento resultó 83.07%, y el analizar inferencial mente se obtuvo una significancia que fue 0,000 resultando menor que 0,05, tal que se acepta que el mantenimiento preventivo tiene un efecto relevante en la productividad de las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA.

Segundo: Se concluye, luego de la implementación del mantenimiento preventivo., se tiene la evidencia de que la eficiencia se incrementó en 30.41%, sabiendo que antes de implementar el mantenimiento preventivo la eficiencia fue de 70,57%, siendo un porcentaje por debajo de lo permitido en la empresa y luego de la implementación del mantenimiento preventivo resultó 90.03% y también la significancia resultó 0,000 resultando menor que 0,05, por lo que se aceptó la hipótesis planteada tal que: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Tercero: Se concluye, luego de la implementación del mantenimiento preventivo., se tiene la evidencia de que la eficacia se incrementó en 27.02%, sabiendo que antes de implementar el mantenimiento preventivo la eficiencia fue de 72.54%, siendo un porcentaje por debajo de lo permitido en la empresa y luego de la implementación del mantenimiento preventivo resultó 90.14% y también la significancia resultó 0,000 resultando menor que 0,05, por lo que se aceptó la hipótesis planteada tal que: La implementación de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa Sima Callao,2020.

VII. RECOMENDACIONES

Finalmente, como parte complementaria de la investigación se recomienda:

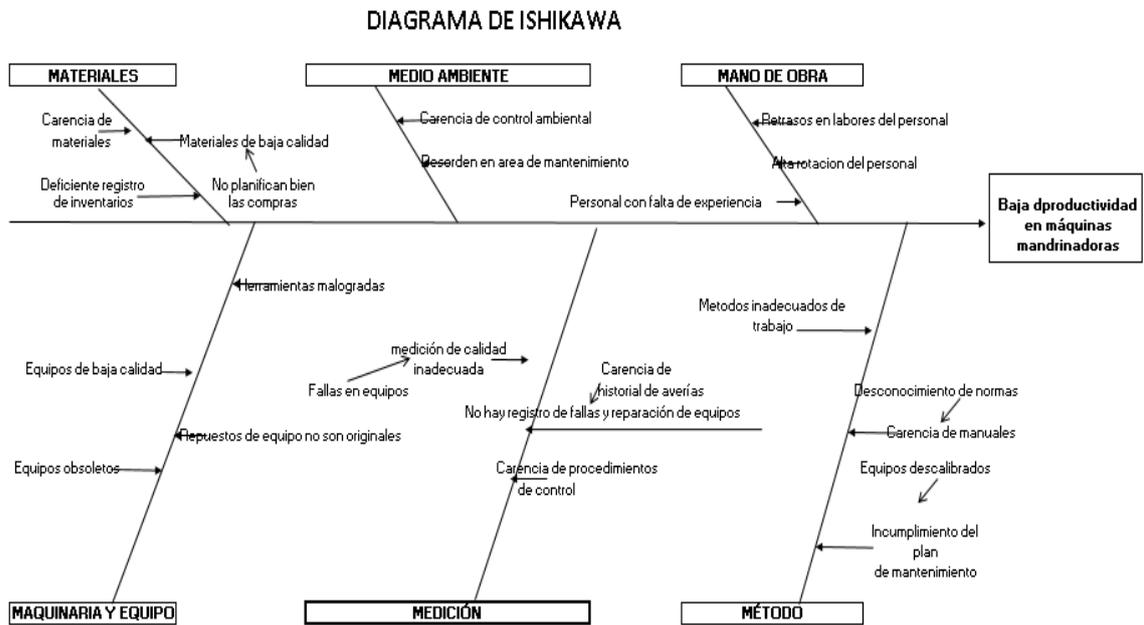
Primero: Se recomienda para mayor incremento de la productividad se implemente un sistema de mantenimiento por computadora mediante un ERP, esto traería mejoras con información actualizada, permitiendo que se maximice los recursos, reduciendo el tiempo en los mantenimientos. Se requiere para ellos programas de perfeccionamiento según se requiera en el mantenimiento para un adecuado servicio.

Segundo: Respecto a la eficiencia en el mantenimiento se recomienda a través de un plan de mejoramiento los responsables del área reciban las instrucciones debidas para que cumplan mejor el servicio y tengan capacidad de tomar decisiones oportunas frente a situaciones que se presenten que requiere se decida inmediatamente

Tercero: Finalmente en relación a la eficacia es necesario contar con herramientas de gestión y tecnología que ayuden a identificar fallas para que los atrasos generados no sean causales de sobrecostos innecesarios. En tal sentido es preciso mejorar los procesos y aplicar la mejora continua.

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de Ishikawa



Anexo 2: Matriz de correlación

6M	Problemas	Causas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	Puntaje
Materiales	P1	Carencia de materiales	x	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4
	P2	Deficiente registro de inventarios	0	x	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
	P3	Materiales de baja calidad	1	1	x	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	8
Medio ambiente	P4	Carencia de control ambiental	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	P5	Desorden en área de mantenimiento	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mano de obra	P6	Retrasos en labor del personal	1	0	0	0	1	x	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
	P7	Alta rotación de personal	0	0	0	0	0	1	x	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3
	P8	Personal con falta de experiencia	0	0	0	0	1	0	0	x	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4
Maquinaria y equipo	P9	Equipos de baja calidad	0	0	1	0	0	0	1	0	x	0	1	0	0	1	0	0	1	0	5
	P10	Herramientas malogradas	1	1	0	1	0	0	0	1	0	x	0	1	0	1	0	1	0	1	7
	P11	Repuestos de equipo no son originales	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	x	0	1	0	1	0	1	1	6
	P12	Equipos obsoletos	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	x	0	0	1	0	1	0	4
Medición	P13	Carencia de procedimientos de control	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	x	1	0	1	0	1	8
	P14	No hay registro de fallas y reparación de equipos	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	x	1	0	1	1	10
	P15	Medición de calidad inadecuada	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	x	1	0	1	9
Método	P16	Métodos inadecuados de trabajo	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	x	1	0	8
	P17	Carencia de manuales	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	x	1	9
	P18	Incumplimiento del plan de mantenimiento	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	x	12
																					106

En la matriz se asigna puntos: (0), si no hay relación y (1): si hay relación. El puntaje obtenido se tomó en cuenta para la construcción de la tabla de Pareto, ya que los que tienen mayor puntuación presentan mayor vínculo con el estudio del mantenimiento.

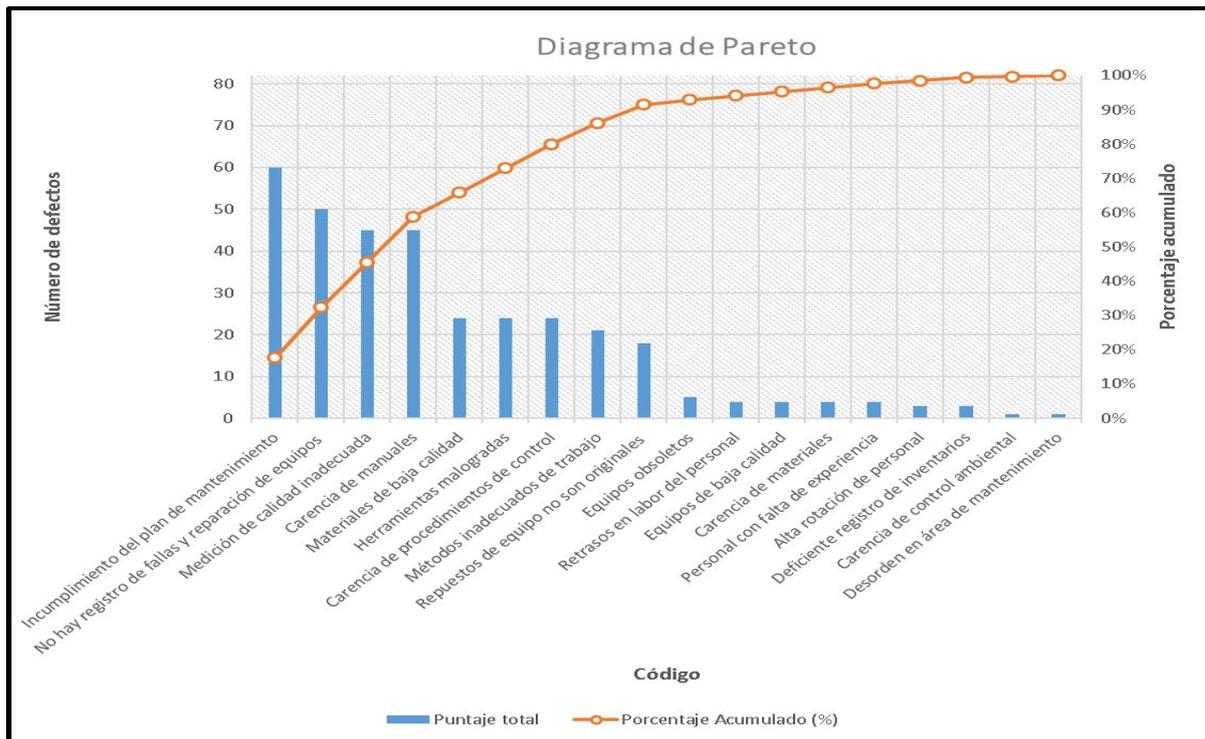
Anexo 3: Tabla de puntaje y porcentaje

Causas	Puntaje total	Porcentaje (%)	Frecuencia acumulada	Porcentaje Acumulado (%)
Incumplimiento del plan de mantenimiento	60	18%	60	18%
No hay registro de fallas y reparación de equipos	50	15%	110	32%
Medición de calidad inadecuada	45	13%	155	46%
Carencia de manuales	45	13%	200	59%
Materiales de baja calidad	24	7%	224	66%
Herramientas malogradas	24	7%	248	73%
Carencia de procedimientos de control	24	7%	272	80%
Métodos inadecuados de trabajo	21	6%	293	86%
Repuestos de equipo no son originales	18	5%	311	91%
Equipos obsoletos	5	1%	316	93%
Retrasos en labor del personal	4	1%	320	94%
Equipos de baja calidad	4	1%	324	95%
Carencia de materiales	4	1%	328	96%
Personal con falta de experiencia	4	1%	332	98%
Alta rotación de personal	3	1%	335	99%
Deficiente registro de inventarios	3	1%	338	99%
Carencia de control ambiental	1	0%	339	100%
Desorden en área de mantenimiento	1	0%	340	100%
Total	340	100%		

5	alta
3	media
1	baja

Interpretación: se puede observar que los resultados de la matriz de Vester (puntaje de correlación) son multiplicadas por las frecuencias con la ponderación asignada, asignando la siguiente puntuación: frecuencia baja=1, frecuencia media =3 y frecuencia alta =5. Se observa que las 7 primeras causas tienen mayor puntaje. Estos datos a continuación se procesarán en la tabla de tabulación de datos para obtener posteriormente el diagrama de Pareto.

Anexo 4: Diagrama de Pareto



De un total de 18 problemas que repercuten en la baja disponibilidad de equipos médicos, mediante el diagrama de Pareto se identificó las causas principales de la baja disponibilidad de equipos; las causas vitales las que representan el 80% bajo la curva de la gráfica de Pareto.

Anexo 5: Tabla de estratificación

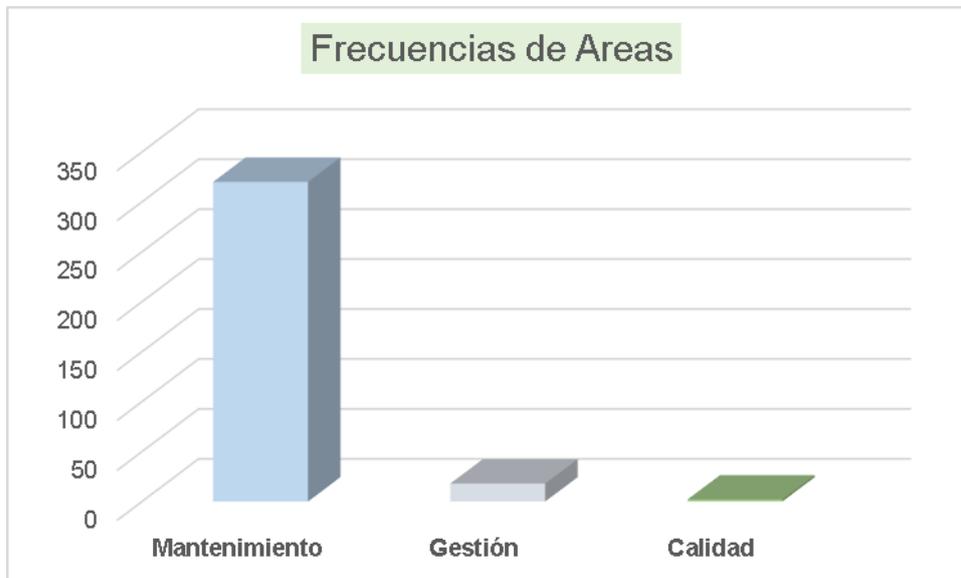
No	Causas que provocan la baja productividad	Frecuencia	Area
1	Incumplimiento del plan de mantenimiento	60	Mantenimiento
2	No hay registro de fallas y reparación de equipos	50	
3	Medición de calidad inadecuada	45	
4	Carencia de manuales	45	
5	Materiales de baja calidad	24	
6	Carencia de procedimientos de control	24	
7	Métodos inadecuados de trabajo	24	
8	Herramientas malogradas	21	
9	Repuestos de equipo no son originales	18	
10	Equipos de baja calidad	5	
11	Carencia de materiales	4	
12	Retrasos en labor del personal	4	Gestión
13	Personal con falta de experiencia	4	
14	Equipos obsoletos	4	
15	Deficiente registro de inventarios	3	
16	Alta rotación de personal	3	
17	Carencia de control ambiental	1	Calidad
18	Desorden en área de mantenimiento	1	

Resumen:

Mantenimiento	Gestión	Calidad
320	18	2

Se hizo la estratificación de las causas por áreas y se ubicó 11 causas en el área de mantenimiento con 320 puntos, seguido del área de gestión con 5 causas con 18 puntos y por último el área de calidad con 2 causas 2 puntos.

Anexo 6: Grafico de estratificación



Se pasó estratificar los problemas agrupándolas por área y de esa manera decidir la opción más adecuada que se determinó como el mayor puntaje, por tanto se decide que el mantenimiento tiene mayor puntaje en la figura por lo que se tiene que tomar acciones respecto a dicha área.

Anexo 7: Matriz de alternativas de solución

ALTERNATIVA	CRITERIOS				Total
	Solución al problema presente	Costos de aplicación	Facilidad para la aplicación	Tiempo de aplicación	
Mantenimiento preventivo	5	3	3	3	14
Gestión de procesos	3	3	3	1	10
Gestión de la calidad	3	3	1	1	8
malo (1), bueno(3), muy bueno(5)					
Se definieron los criterios con la gerencia y trabajadores del área					

En la tabla, se observa las principales alternativas de solución, asociadas a las áreas definidas en la tabla de estratificación,

Anexo 8: Matriz de priorización

	CONSOLIDAD DE PROBLEMAS POR AREA	MATERIALES	MEDIO AMBIENTE	MANO DE OBRA	MAQUINARIA Y EQUIPO	MEDICIÓN	MÉTODO	NIVEL DE CRITICIDAD	%	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
GESTIÓN	1		1	1		1		22%	BAJO	4	3	12	3		
PROCESOS	1	1			1	1		22%	BAJO	4	4	16	4		
MANTENIMIENTO		1	1	2	1	1		33%	MEDIO	6	5	30	1	Mantenimiento preventivo	
CALIDAD	1		1	1	1			22%	BAJO	4	4	16	2		

Según los resultados obtenidos se tiene que el mantenimiento preventivo es el más relevante en la problemática que se tiene respecto a la productividad de máquinas mandrinadoras.

Anexo 9: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera la implementación de Mantenimiento preventivo incrementará la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?	Determinar como la implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao, 2020.	La implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la productividad en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020
Específicos		
¿De qué manera la implementación de Mantenimiento preventivo incrementará la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?	Determinar como la implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020	La implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020
¿De qué manera la implementación de Mantenimiento preventivo incrementará la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020?	Determinar como la implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.	La implementación de Mantenimiento preventivo incrementa la eficacia en las máquinas mandrinadoras en la empresa SIMA Callao,2020.

Anexo 10: Matriz de operacionalización

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala
Mantenimiento preventivo	Inspección	Cumplimiento de inspección	$CI = \frac{IR}{IP}$ <p>IR: Inspección realizada IP: Inspección programada CI: Cumplimiento de inspección</p>	Razón
	Plan de mantenimiento	Cumplimiento de plan de mantenimiento	$CMP = \frac{ME}{MP}$ <p>ME: Mantenimiento ejecutado MP: Mantenimiento programado CPM: Cumplimiento del plan de mantenimiento</p>	Razón

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala
Productividad	Eficiencia	Índice de eficiencia	$Eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ Operador}{Tiempo\ Programado}$	Razón
	Eficacia	Índice de eficacia	$Eficacia = \frac{Servicios\ Realizado}{Servicios\ programados}$	Razón

Anexo 11: Validaciones de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo							
Dimensión 1: Inspección CI: Cumplimiento de inspección $CI = \frac{IR}{IP}$	X		X		X		
Dimensión 2: Plan de mantenimiento CMP: Cumplimiento de plan de mantenimiento $CMP = \frac{ME}{MP}$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia Indicador: Índice de Eficiencia $Eficiencia = \frac{\text{Tiempo de Operador}}{\text{Tiempo Programado}}$	x		X		X		
Dimensión 2: Eficacia Indicador: Índice de Eficacia $Eficacia = \frac{\text{Servicios Realizado}}{\text{Servicios programados}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg José La Rosa Zeña Ramos
Especialidad del validador: Ingeniero industrial

DNI: 17533125
25 de octubre del 2020



Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo							
Dimensión Inspección CI: Cumplimiento de inspección $CI = \frac{IR}{IP}$	x		x		x		
Dimensión 2: Plan de mantenimiento CMP: Cumplimiento de plan de mantenimiento $CMP = \frac{ME}{MP}$	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
Dimensión 1: Eficiencia Indicador: Índice de Eficiencia $Eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ Operador}{Tiempo\ Programado}$	x		x		x		
Dimensión 2: Eficacia Indicador: Índice de Eficacia $Eficacia = \frac{Servicios\ Realizado}{Servicios\ programados}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg Lino Rodríguez Alegre

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo

DNI: 06535058

25 de octubre del 2020



Firma del Experto Informante



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Preventivo Dimensión 1: Inspección CI: Cumplimiento de inspección $CI = \frac{IR}{IP}$	x		x		x		
Dimensión 2: Plan de mantenimiento CMP: Cumplimiento de plan de mantenimiento $CMP = \frac{ME}{MP}$	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD Dimensión 1: Eficiencia Indicador: Índice de Eficiencia $Indice\ de\ eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ Operador}{Tiempo\ Programado}$	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 2: Eficacia Indicador: Índice de Eficacia $Indice\ de\ Eficacia = \frac{Servicios\ Realizados}{Servicios\ programados}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ **SI HAY** _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg Rosario del Pilar López Padilla

DNI: 08163545

DNI: 08163545

Especialidad del validador: Ingeniero Alimentario/Maestro Administración

19 de octubre del 2020


 ING. ROSARIO LÓPEZ PADILLA
 Firma del Experto Informante

Anexo 13. Información de la empresa

Situación actual

Información de la empresa

Servicios industriales de la Mariana S.A. con RUC: 20100003351 ubicado en Av. Contralmirante Mora Nro. 1102 Base Naval – Callao. La empresa está dedicada al mantenimiento, modernización y construcción de unidades de la Marina de Guerra del Perú, y ejecuta proyectos relacionados con las Industria Naval y metal mecánica para el sector estatal y privado, nacional y extranjero, dentro de los más exigentes estándares de calidad de manera sostenible, con el fin de contribuir a la defensa y al desarrollo del País.

Portafolio de productos

Las principales líneas de servicio son:

Construcción Naval

Reparación Naval

Metalmecánica

Armas y electrónica

Servicios Varios

Misión

Los servicios industriales de la Marina S.A, principal astillero del Perú, efectuar el mantenimiento, modernización y construcción de las unidades de la Marina de Guerra del Perú, y ejecuta proyectos relacionados con la Industria Naval y metalmecánica para el sector estatal y privado, nacional y extranjero, dentro de los más exigentes estándares de calidad de manera sostenible, con el fin de construir la defensa y al desarrollo del País.

Visión

Ser conocido como el mejor astillero en el pacífico sur oriental, orgullo de la industria naval peruana.

Valores

- **Compromiso:** Somos una empresa comprometida con nuestros objetivos y el desarrollo de los colaboradores, actuando de manera responsable en el cumplimiento de nuestros compromisos.
- **Excelencia al servicio:** Trabajamos para lograr la eficiencia en nuestros procesos creando mayor y así satisfacer a nuestros clientes mediante el servicio brindado con el enfoque de mejora continua.
- **Integración:** Buscamos la unión y fomentamos el trabajo en equipo con el objetivo de cumplir las metas de la organización.
- **Integridad:** Actuamos de manera consecuente, basados en principios éticos de rectitud y honradez. Asimismo, respetamos la diversidad de opiniones y creencia
- **Orgullo:** Trabajamos constantemente para ser el principal astillero del Perú y celebramos nuestros logros como empresa, reconocimiento el mérito en base al aporte de cada uno de nuestros colaboradores.

Principio

Eficiencia: Actuamos con eficiencia y vocación de servicio al cliente, generando valor para nuestra empresa, los ciudadanos y el país. Encaminamos todas nuestras acciones al logro de nuestros objetivos, optimizando el uso de recursos.

Transparencia: Somos honestos y transmitimos a la sociedad información de la gestión de forma veraz y oportuna.

Competitividad: Capacidad de generar ventajas competitivas que permiten ocupar y sostener una posición destacada respecto a los competidores.

Responsabilidad: Ser consciente sobre las consecuencias de los actos que hacemos o dejamos de hacer.

Objetivos

1. Alcanzar un eficiente desempeño de indicadores financieros que permitan un crecimiento sostenible y rentable.
2. Satisfacer los requerimientos de la Marina de Guerra del Perú y de los clientes estables y privados.
3. Mejorar y modernizar la infraestructura maquinarias y equipos con la finalidad de asegurar el aislamiento
4. Contar con una organización moderna y flexible que permita incrementar la eficiencia y eficacia de los procesos de gestión.
5. Fortalecer el talento humano con integridad y competitividad acorde a las exigencias de la Industria Naval y metalmecánica.



Figura 34. Organigrama de la empresa

Mapa de procesos

Representa, los procesos de una organización en forma interrelacionada mostrando la interrelación entre todos los procesos que realiza una organización. Los procesos tienen como propósito ofrecer al cliente o usuario un servicio que cubra sus necesidades y satisfaga sus expectativas.

Procesos claves: son aquellos directamente vinculados a los bienes producidos o a los servicios que se prestan y, en consecuencia, orientados al cliente/usuario.

Procesos estratégicos: son establecidos por la alta dirección para definir cómo opera el negocio y cómo se crea valor. Son el soporte de la toma de decisiones relacionadas con la planificación, las estrategias y las mejoras en la organización.

Procesos de apoyo o soporte: sirven de soporte a los procesos claves y a los procesos estratégicos.

Máquina mandrinadora

Es una máquina herramienta que se utiliza para el mecanizado de agujeros de piezas cúbicas que deben tener una tolerancia muy estrecha y una calidad de mecanizado buena. Este tipo de máquinas está compuesto por una bancada donde hay una mesa giratoria para fijar las piezas que se van a mecanizar, y una columna vertical por la que se desplaza el cabezal motorizado que hace girar al husillo portaherramientas donde se sujetan las barras de mandrinar

Se tiene la máquina mandrinadora como se muestra en la figura



Figura 35. máquina mandrinadora

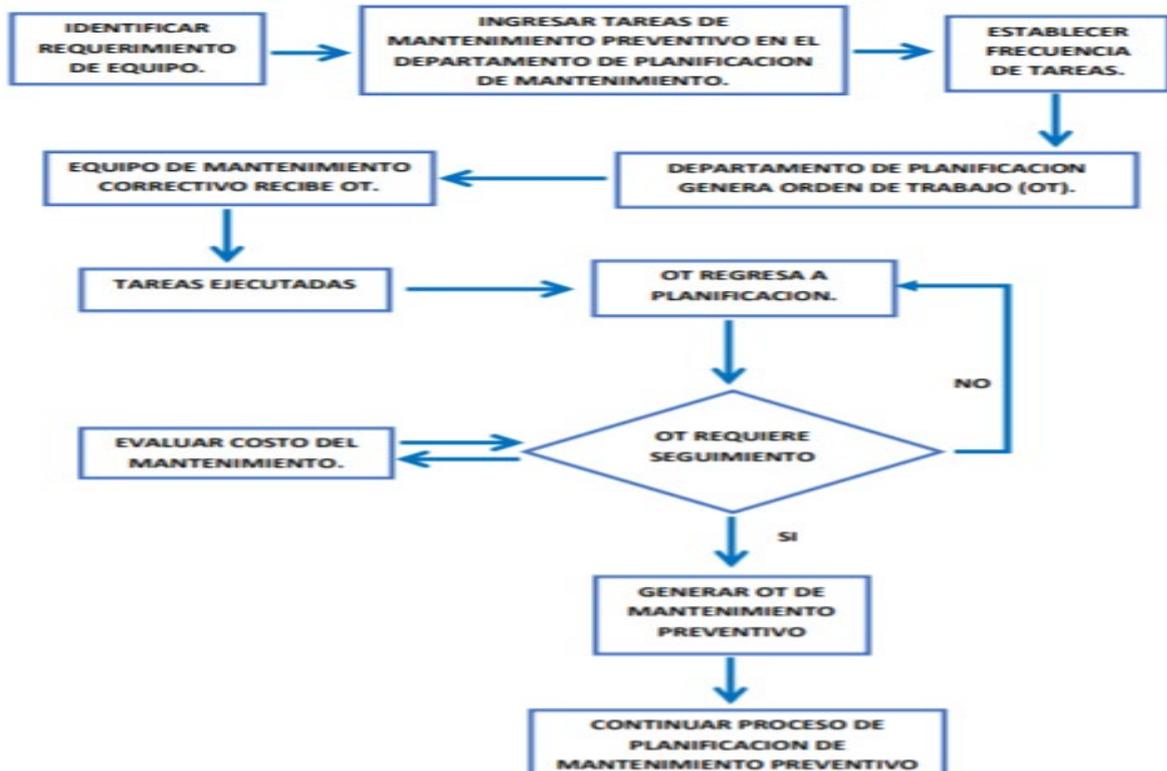
Características de la máquina:

- Dimensiones de la mesa: 1.250 mm. x 1250 mm.
- Desplazamiento Eje X: 1.600 mm.
- Desplazamiento Eje Y: 1.120 mm.
- Desplazamiento Eje Z: 1.250 mm.
- Desplazamiento Eje W: 900 mm.
- Carga máxima sobre la mesa: 3.000 kg.

Se tiene a continuación los datos de la máquina mandrinadora

EQUIPO: MANDRILADORA HORIZONTAL		MODELO: H 100 A		SERIE:	
FABRICANTE: TOS		AÑO DE FABRICACION:			
PESO TOTAL : 14000 Kg		DIMENSIONES		X(largo): 6003mm Y(ancho) 3500mm Z(alto):1860mm	
TRABAJO					
CRÍTICO	si	TURNO	si	INTERMITENTE	si
AÑO PUESTO EN SERVICIO:				PESO PIEZA: 3000 kg	
SISTEMAS					
ELÉCTRICO	si	VOLTAJE [V]	220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz] 60
TABLERO ELECTRICO		PESO: Kg	X(largo): 800 mm	Y(ancho): 500 mm	Z(alto): mm
HIDRAULICO	si	TIPO	Bomba de émbolo para sistema de lubricación.		
REFRIGERACION	si	TIPO	Enfriamiento por líquido refrigerante de la herramienta de trabajo.		
LUBRICACION	si	TIPO	Por bomba . Por salpicado. Manual		
CABEZAL DE HUSILLO					
Ø DEL HUSILLO DE TRABAJO	100 mm		DESPLAZAMIENTO DEL HUSILLO	900 mm	
CONO DEL HUSILLO CSN 22 0431 HUECO	50		Ø DEL PLATO DE SUJECION	500 mm	
ALTURA DEL EJE DEL HUSILLO A LA MESA	mín 0 mm		Ø MAX DE TORNEADO CON COLIZA	900 mm	
	máx 1120mm				
MESA					
DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL MÁX	1320 mm		PESO MÁX DE LA PIZA DE TRABAJO	3000 kg	
DESPLAZAMIENTO LONGITUDINAL MAX	2500 mm		ALTURA DE LA MESA A LAS GUÍAS	400 mm	
AREA UTIL DE LA MESA	1250x1250 mm				
REVOLUCIONES					
		No. DE VELOCIDADES		GAMA DE REVOLUCIONES	
HUSILLO			23	7.1-1120 rpm	
PLATO DE SUJECION			16	7.1-224 rpm	
AVANCES					
		No. DE VELOCIDADES		GAMA DE AVANCES	
AVANCES A TALADRAR			32	0.02-12 rpm	
AVANCES A FRESAR			18	18-900 mm/min	
AVANCES DEL PLATO DE SUJECION			32	0.02-12 rpm	
AVANCE RAPIDO DEL HUSILLO, CABEZAL DEL HUSILLO, LA MESA Y EL CARRO PORTA HTA.				2800 mm/min	

Flujo de mantenimiento preventivo



Personal para labores de mantenimiento

PERSONAL	FUNCIONES	CÓDIGO DE GRUPO
Técnicos mecánicos	Encargado del mantenimiento, operación, desmontaje de máquinas y trabajos de soldadura	MEC
Técnicos eléctricos	Se encargan del mantenimiento de motores eléctricos, dispositivos, conexiones e instalaciones eléctricas.	ELECT
Personal para lubricación	Se encargan de las rutas de lubricación y engrase.	LUBR
Ayudantes	Encargados de la limpieza y otras labores	AYUD

Propuesta de mejora

El identificar el problema partió como el uso de las herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa. En este se distribuyó las distintas causas identificadas y que estaban generando la exposición de los colaboradores a altos niveles de riesgos laborales (figura 1). Con la matriz de correlación (tabla 1), utilizando una escala puntual de 0 a 5; permitió identificar las causas más relacionadas respecto a la problemática de riesgos laborales. El diagrama de Pareto (ley 80 – 20) (figa 2), posibilitó el identificar la agrupación de las causas principales asociadas al problema identificado. Con la matriz de estratificación de causas (tabla 3, figura 3),

Presupuesto

El siguiente es una estimado inicial del presupuesto; por cierto, este se ajustará cuando sean dimensionadas en detalle los diferentes requerimientos

Tabla 35. Resumen de costos tangibles e intangibles

Costos tangibles e intangibles	
Costos tangibles	S/7,380.00
Costos intangibles	S/590.00
Costos totales	S/ 7,970.00

Fuente: Elaboración Propia

Programación de actividades

Se toma en cuenta 8 meses de estudio, siendo 4 meses para la elaboración del proyecto y 4 meses para el desarrollo del proyecto. Se toma en cuenta también la implementación

Cronograma de actividad

Actividad	Pre test - 2020				Impementacion 2021			pos test 2021		
	setiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
Recolección de datos	✓	✓	✓	✓						
Implementación					✓	✓				
Recolección de datos							✓	✓	✓	✓