



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Chavez Cevallos, Antony Carlos (orcid.org/0000-0002-1252-5096)

Cordova Peralta, Maria Elena (orcid.org/0000-0003-3870-4612)

ASESOR:

Dr. Espejo Peña, Dennis Alberto (orcid.org/0000-0002-0545-5018)

Mg. Malpartida Gutierrez, Jorge Nelson (orcid.org/0000-0001-6846-0837)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi madre, Reynelda y Silvia por el gran amor y devoción que tienes a tus hijos, por el apoyo incondicional que siempre me has brindado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos y aunque la distancia nos separe siempre tengo presente tus enseñanzas

“ Tukuy sunquywan waylluyki ”

Agradecimiento

A Dios, por sus bendiciones y las fuerzas para seguir adelante, a mi Madre Reynelda y Silvia por sus consejos que me guía por el camino correcto, a mi familia por la paciencia y comprensión durante el tiempo invertido en mi carrera Profesional y a los docentes de la universidad Cesar Vallejo de la escuela de Ing. Industrial por sus conocimientos transmitidos para poder culminar con éxito mi carrera de Ing. Industrial.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	12
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumento de recolección.....	18
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos éticos.....	20
VI. RESULTADOS.....	64
V. DISCUSIÓN.....	78
VI. CONCLUSIONES.....	82
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS.....	84
ANEXO.....	90

Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Efectividad global (OEE) – Índices %</i>	10
Tabla 2.	<i>Matriz de operacionalización de las variables</i>	15
Tabla 3.	<i>Técnicas e instrumento de recolección</i>	18
Tabla 4.	<i>Presupuesto monetario</i>	21
Tabla 5.	<i>Presupuesto no monetario</i>	21
Tabla 6.	<i>Financiamiento</i>	21
Tabla 7.	<i>Cronograma de ejecución</i>	22
Tabla 8.	<i>Registro de fallas de equipos (Periodo: Setiembre 2021 / SM-A)</i>	30
Tabla 9.	<i>Resumen de promedio global de OEE (Pre-test - Setiembre)</i>	34
Tabla 10.	<i>Estratificación de las causas y alternativa de solución</i>	35
Tabla 11.	<i>Inventario de equipos en sala de maquinas</i>	41
Tabla 12.	<i>Programa de actividades de mantenimiento preventivo</i>	46
Tabla 13.	<i>Cronograma de ejecución de mantenimiento preventivo</i>	48
Tabla 14.	<i>Programa de capacitación en gestión de mantenimiento</i>	49
Tabla 15.	<i>Resumen de promedio global de OEE (Post-test - Octubre)</i>	54
Tabla 16.	<i>Comparación de índices EQ-01 Pre-test y Post-test</i>	55
Tabla 17.	<i>Comparación de índices EQ-02 Pre-test y Post-test</i>	56
Tabla 18.	<i>Comparación de índices EQ-03 Pre-test y Post-test</i>	57
Tabla 19.	<i>Presupuesto de implementación</i>	59
Tabla 20.	<i>Ahorro mensual (Pre-test y Post-test)</i>	60
Tabla 21.	<i>Costo de reparación de equipos (Periodo: Setiembre 2021 / SM-A)</i>	61
Tabla 22.	<i>Costo de reparación de equipos (Periodo: Octubre 2021 / SM-A)</i>	62
Tabla 23.	<i>Ingresos y egresos en 12 meses</i>	63

Tabla 24.	<i>Cálculo de VAN, TIR y Costo Beneficio</i>	63
Tabla 25.	<i>Análisis descriptivo del índice de disponibilidad</i>	64
Tabla 26.	<i>Análisis descriptivo del índice de calidad</i>	65
Tabla 27.	<i>Análisis descriptivo del índice de efectividad</i>	67
Tabla 28.	<i>Análisis descriptivo del índice de eficiencia global</i>	68
Tabla 29.	<i>Regla de decisión – Prueba de normalidad para muestras</i>	69
Tabla 30.	<i>Prueba de normalidad de eficiencia</i>	70
Tabla 31.	<i>Prueba de rangos de eficiencia global</i>	71
Tabla 32.	<i>Estadístico de prueba de Wilcoxon para eficiencia global (OEE)</i>	71
Tabla 33.	<i>Prueba de normalidad de disponibilidad</i>	72
Tabla 34.	<i>Prueba de rangos de disponibilidad</i>	73
Tabla 35.	<i>Estadístico de prueba de Wilcoxon para disponibilidad</i>	73
Tabla 36.	<i>Prueba de normalidad de calidad</i>	74
Tabla 37.	<i>Prueba de rangos de calidad</i>	75
Tabla 38.	<i>Estadístico de prueba de Wilcoxon para calidad</i>	75
Tabla 39.	<i>Prueba de normalidad de efectividad</i>	76
Tabla 40.	<i>Prueba de rangos de efectividad</i>	77
Tabla 41.	<i>Estadístico de prueba de Wilcoxon para efectividad</i>	77

Índice de figuras

<i>Figura 1. Variables que intervienen en el cálculo de la OEE.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Relación de disponibilidad y confiabilidad para industrias.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Esquema de experimento y variable.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4. Registro fotográfico de empresa y servicios en campo.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Clientes de grupo inmobiliario.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6. Organigrama de empresa.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Sistema de bombeo (1A).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Electrobombas.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9. Rodamientos mecánicos con eje de rotor (Desgaste).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10. Tablero variador de velocidad y red hidráulica.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11. Diagrama de flujo de proceso.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12. OEE – Electrobomba EQ-01 (Pre-test - Setiembre).....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13. OEE – Electrobomba EQ-02 (Pre-test - Setiembre).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. OEE – Electrobomba EQ-03 (Pre-test - Setiembre).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15. Gráfico de eficiencia global por equipo (Pre-test).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16. Estratificación porcentual de causas.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 17. Estratificación de soluciones (%).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 18. Rotulado y registro de equipo.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 19. Ficha técnica de inventario de equipo.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 20. Informe técnico para revisión y diagnóstico de equipo.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 21. Diagrama de eventualidad de falla.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 22. Diagrama de asistencia técnica.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 23. OEE – Electrobomba EQ-01 (Post-test - Octubre).....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 24. OEE – Electrobomba EQ-02 (Post-test - Octubre).....</i>	<i>52</i>

<i>Figura 25. Electrobomba EQ-03 (Post-test - Octubre)</i>	53
<i>Figura 26. Gráfico de eficiencia global por equipo (Post-test)</i>	55
<i>Figura 27. Eficiencia Global Pre-test y Post-test -EQ-01</i>	56
<i>Figura 28. Eficiencia Global Pre-test y Post-test - EQ-02</i>	57
<i>Figura 29. Eficiencia Global Pre-test y Post-test - EQ - 03</i>	58
<i>Figura 30. Histograma de índice de disponibilidad (Pre y Post-test)</i>	64
<i>Figura 31. Histograma de índice de calidad (Pre y Post-test)</i>	66
<i>Figura 32. Histograma de índice de efectividad (Pre y Post-test)</i>	67
<i>Figura 33. Histograma de índice de OEE (Pre y Post-test)</i>	68

Resumen

La presente investigación titulada "Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021" fue planteada con el objetivo principal de determinar cómo la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021. Por lo que se considera un enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental, carácter descriptivo y aplicada. La investigación cuenta con una población de estudio de data cuantificable sobre los problemas con mayor incidencia que originan la disminución de la eficiencia global en las electrobombas multietapas verticales del sistema estacionario de bombeo de agua, conformado por datos de estudio durante 60 días ,siendo 30 días para el pre-test y 30 días para el post-test utilizando la técnica de observación, análisis documentario y formato de evaluación de rendimiento e informes técnicos de la sala de máquinas 1A. La aplicación de gestión de mantenimiento preventivo logró el incremento de la eficiencia global (OEE) de las electrobombas de 53,12% a 76,02%. Por consiguiente, el índice de disponibilidad incrementó de 53.49% a 75,88%, la efectividad incrementó de 59,96% a un 75,88% y la calidad tuvo un incremento del 53,12% al 76.16%.

Palabra clave: Gestión de mantenimiento, Eficiencia global del equipo, Servicios industriales, Disponibilidad, Sistema de bombeo.

Abstract

The present investigation entitled "Application of preventive maintenance management to improve the overall efficiency of the equipment in the company HPGS SAC - 2021" was raised with the main objective of determining how the application of preventive maintenance management improves the overall efficiency (OEE) of the equipment in the company HPGS SAC - 2021. Therefore, it is considered a quantitative approach with a quasi-experimental design and a descriptive and applied nature. The research has a study population of quantifiable data on the problems with greater intensity that cause the decrease in global efficiency in the vertical multistage electric pumps of the stationary water pumping system, made up of study data for 60 days, being 30 days for the pre-test and 30 days for the post-test using the observation technique, documentary analysis and performance evaluation format and technical reports from machine room 1A. The preventive maintenance management application achieved an increase in the overall efficiency (OEE) of the electric pumps from 53.12% to 76.02%. Consequently, the availability index increased from 53.49% to 75.88%, effectiveness increased from 59.96% to 75.88%, and quality increased from 53.12% to 76.16%.

Keywords: Maintenance management, Overall equipment efficiency. Industrial services. Availability, pumping system

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones empresariales en desarrollo tienen como principales desafíos optimizar de manera persistente la efectividad, calidad y productividad de los recursos que a su vez demandan una adecuada gestión si ambicionan mantenerse firmemente posicionados en un mercado globalizado, exigente, versátil y diferenciado. Por ello, el crecimiento de métodos más especializados en conjunto con los avances tecnológicos nos permite orientar nuestras operaciones no solo a cumplir con los objetivos operativos y satisfacer las necesidades del mercado sino estructurar de forma integral y sistémica el desempeño de nuestra organización hacia los principales desafíos antes mencionados y a su vez superar los obstáculos inherentes de la aplicación de una mejora continua.

Por tanto, la comisión económica para América latino y el caribe (CEPAL) manifiesta en su informe anual (Diciembre -2020) sobre el Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe 2020 establece que gran parte de latino América sufrió una tasa de variación con respecto debido a la desaceleración de la demanda y choque negativo de la oferta en diferentes a la adquisición de servicios industriales (Mantenimiento), sin embargo se proyecta un 3.7% del sector y de igual manera se desarrolló positivamente el PBI y . Por ello, surge la necesidad de buscar nuevas metodología gestión y tecnologías que permitan sobrellevar la crisis sanitaria.

En el Perú, INEI (Instituto nacional de estadística e informática) registro un considerable aumento del 98.84% en los sectores de manufactura no primaria – sectores industriales (Abr-2021) (Anexo 01) debido al dinamismo del sector y reanudación de proyectos y obras paralizados por pandemia. Permitiendo recuperar la rentabilidad de un sector duramente golpeado. Por esta razón, acrecentó la necesidad de maximizar el rendimiento de los equipos y servicios perfeccionando la capacidad de calcular y gestionar una mejora.

La empresa HP General Services S, A,C, ubicada en el distrito de San Martin de Porres, provincia de lima, fue creada en 2018 y dedicada a la prestación de servicios de mantenimiento industrial de sistemas de bombeo de agua potable, contra incendios (SCI), saneamiento y sistemas de riego (Agricultura) y tienen como visión

ser la empresa líder en soluciones corporativas de manera eficiente y responsable. Esta presenta una disminución en la eficiencia de los equipos en sala de máquinas.

Esta problemática se presenta en un sector operativo muy sensible y de alta criticidad, al no contar con técnicos calificados y una estrategia de mantenimiento preventivo que permita asegurar la disponibilidad y rendimiento de las máquinas y disminuir el riesgo de deterioro apresurado de los mismos, el cual es un factor decisivo que genera consecuencias negativas en la competitividad de la organización como, altos costo de reparación, encarecimiento de reparaciones ,múltiples fallas en un mismo equipo y reducción de la vida útil.

Según VIVEROS (2013) manifiesta que la gestión de mantenimiento abarca todas las actividades orientadas a establecer objetivos y acciones primordiales para el mantenimiento, tácticas y responsabilidades facilitando la organización, coordinación y control de operaciones de mantenimiento y canalizándolas siempre hacia una mejora continua en conjunto con las prioridades económicas más relevantes de la empresa.

Según TSAROUHAS (2019) la eficiencia global (OEE-Overall Equipment Effectiveness) es idóneo para cuantificar el desempeño de un equipo y localizar oportunidades de mejorar utilizando la integración de tres componentes esenciales como disponibilidad, efectividad y calidad y evaluar mediante una valoración numérica el desempeño de un sistema con respecto su capacidad proyectada en un periodo operativo.

SUÁREZ-BARRAZA (2019) manifiesta que el diagrama de Ishikawa es una herramienta de calidad que nos permite identificar una variabilidad de características, clasificar y mostrar como efecto o causas fundamentales de un problema determinado o representativo de la calidad de forma gráfica en relación a los factores que intervienen en el resultado y tienen un efecto o circunstancia específica. El detectar un problema o no concordancia en alguna etapa de proceso es esencial detallar de forma minuciosa las posibles causas que originan la inestabilidad.

En la Anexo 05 presenta el diagrama de Ishikawa donde se puede visualizar el problema principal y las potenciales causas de la ineficiente gestión de mantenimiento en sala de máquinas de la empresa HP General Services S.A.C, subdivididas en seis

niveles agrupadas por materia prima, método, medio ambiente, medición, mano de obra y máquina.

En la Anexo 03, se puede evidenciar que la principal causa de ineficiencia de gestión de mantenimiento en los equipos de sala de máquinas recae en la insuficiencia de conocimientos de equipo y estrategia de mantenimiento (12%) para ello organizamos las causas secuencialmente según su relevancia y frecuencia de ocurrencia, la tabla se desarrolló con una estimación numérica para ser transformado en valores porcentuales para interpretarlos en el diagrama de distribución ABC o 80-20.

Después que ha quedado establecido y delimitar la problemática más representativa, se generó el posterior cuestionamiento (Anexo 2): ¿Cómo la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021 ?. Y como problema específico describiremos las dimensiones y sus características: ¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021?, ¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021? y ¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021 ?.

De igual manera, como planteamos el problema es importante realizar la justificación de nuestra investigación para establecer quienes se beneficiarán y cuáles son los beneficios que se originan del estudio. **La justificación económica** propone minimizar los costos operativos de conservación de los activos ocasionado por las paradas no planificadas o forzadas o sobrecostos de repuestos teniendo un impacto económico considerable ya que aumentando la eficiencia global (OEE) se evitará el lucro cesante y aumentará el ingreso para la empresa. **Justificación social** la empresa como organismos sociales genera empleos y subempleos y una correcta aplicación y ejecución de labores de un mantenimiento mejora la calidad de los servicios ofrecidos a diversas empresas permitiéndonos mejorar la productividad y por ende la rentabilidad.

Esto nos permite mejorar las condiciones de trabajo de nuestros colaboradores y a las familias que dependen de ellos que conforman el núcleo social. De igual manera, es primordial velar por la integridad física y mental de nuestro personal a cargo como empresa previniendo responsablemente y protegiéndolo ante accidentes laborales propio del riesgo de sus actividades. **Justificación teórica:** Según Valderrama (2007, p.123-124) “La justificación teórica de una investigación se realiza cuando el estudio genera un cuestionamiento fundamentado y discusión academia, cuando es necesario enfrentar una teoría o confrontar resultados de un conocimiento existente”. El estudio ambiciona incorporar la gestión de mantenimiento de los equipos para incrementar los índices de disponibilidad, efectividad y calidad de los mismos. De igual manera, desarrollar capacidades en los colaboradores técnicos involucrados directamente en las operaciones con la aplicación de la estrategia de mantenimiento y conforme a ello verificar los resultados obtenidos como consecuencia de la metodología.

En relación a las justificaciones descritas, se formuló el siguiente objetivo general: Determinar cómo aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021. Y como objetivos específicos : Determinar cómo aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021 , Determinar cómo aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021 y por ultimo determinar cómo aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Finalmente se propuso como hipótesis general del estudio: La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021. Y como hipótesis específica : La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021 , La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021 y la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES NACIONALES

Tantalean Núñez Segundo (2021), en su tesis “Gestión TPM en los equipos Rodillos de Molienda de Alta Presión para incrementar OEE en Sociedad Minera Cerro Verde, Arequipa - 2021” tiene como objetivo establecer como la aplicación del mantenimiento productivo total aumenta la eficiencia global (OEE) de los equipos de rodillo de molienda de alta presión (HPGR). Por consiguiente, se llevó a cabo un estudio con enfoque cuantitativo, longitudinal y preexperimental orientado a la evaluación de datos constituido por treinta mediciones diarias de dos grupos conformada cada una por cuatro maquinas HPGR en un periodo de 8 semanas (Etapa pre-test : 30 días y etapa post-test :30 días) para la realización de la aplicación, se accederá a una población que estará integrado por datos cuantitativos que fue seleccionados por el área de monitoreo y planificación de mantenimiento de la Sociedad Minera Cerro Verde. La recolección de datos fue mediante el formato de diagnóstico, historial de esquema de mantenimiento, restricción y estimación aproximada de producción con los cuales se abastecieron de información al instrumento de recaudación de datos. Los resultados obtenidos demostraron que las dimensiones de la gestión de TPM mejoran la OEE de las maquinas HPGR en la Minera Cerro Verde logrando un incremento del 75.87% al 84.70% del OEE. La media de disponibilidad de las maquinas inicialmente era de 67.97% y la media después de la aplicación fue de 80% obteniendo un incremento del 12.03%. La media del rendimiento al principio del estudio fue de 83.83% y los valores después de 90.87% generando un incremento del 7.04% y el costo-beneficio con respecto a estrategia de mantenimiento genera un beneficio económico (Ahorro) de diez veces la inversión de la implementación en la empresa.

Romero Santa Cruz, Willam (2020) en su tesis “Propuesta de TPM para mejorar OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A.” tiene como objetivo establecer la relación entre TPM y OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A. En tal sentido, se elaboró una investigación aplicada, tipo no experimental, longitudinal con un enfoque cuantitativo basado en el análisis de datos conformado por mediciones semanales de cuatro máquinas tapadoras Mondini durante tres meses (45 días para el pre y 45 días para el post)) para la proyección y realización de la propuesta. El área de mantenimiento brido la

información de los registros de historial de fallas, tiempo de fallas imprevistas y ocurrencias del equipo en la producción del año 2019 de la empresa Agroindustrial Virú S.A. para contribuir al instrumento de recolección de datos y alcanzar el índice de disponibilidad, rendimiento y calidad. La estimación que se plantean de acuerdo con la implementación del TPM es modificar los bajos índices históricos del 2019 con respecto a la disponibilidad (94.49% al 97.99%), rendimiento (99.67% al 99.86%) y calidad (67% al 86.67%) y eficiencia global (66% al 85%) y obtener como resultado en el 2020 un incremento en la OEE del 19% y logrando una disminución en la tarifa de mantenimiento equivalentes a \$ 771,473.60 por cada activo físico (Tapadora).

Inga Gomez, Anthony(2019) en su tesis “Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la efectividad global de equipos en la empresa Industrias Vival E.I.R.L. Villa El Salvador, 2019” tiene como objetivo evaluar la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la efectividad global de equipos en la empresa Industrias Vival E.I.R.L. Villa el Salvador 2019. En ese sentido, se estableció una investigación es cuasiexperimental de tipo descriptivo, aplicativo, cuantitativo y longitudinal. Se evaluaron los datos de una población integrada por seis máquinas de tejido punto perteneciente al área de tejido circular de la empresa Industrias Vival E.I.R.L durante un periodo de dos meses (Etapa pre-test : 30 días y etapa post-test : 30 días). La técnica de investigación utilizada fue observación y análisis documental y observación no participativa. Los resultados posteriores a la implementación del mantenimiento preventivo el índice de OEE se incrementó del 79% al 85 %. De igual manera, las dimensiones incrementaron su valor porcentual: Disponibilidad (89% a 93%), efectividad (91% a 93%) y calidad (96% a 98%) demostrando que la estrategia de mantenimiento contribuye de forma positiva a la eficiencia de los equipos.

Falcon Sobrado, Juan Carlos (2018) en su tesis “Implementación de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia global de equipos de cámaras de bombeo de una mina, Pasco” tiene como objetivo establecer como la implantación de estrategia de conservación preventivo ampliar el índice OEE en activos de la cámara de bombeo de un yacimiento. Por ello, la investigación es preexperimental, cuantitativa y longitudinal. La población está conformada por el histórico de interrupción técnica del equipo por mantenimiento con una frecuencia de medición diaria durante doce meses (06 meses para el pre y 06 meses para el post). La técnica

de investigación utilizada fue el análisis inferencial y documentario de los registros e historial de fallas. Los resultados obtenidos fueron la intensificación del índice OEE(Eficiencia Global) de la cámara de bombas en 7%, disponibilidad (87% a 90%) se incrementó en 3%, rendimiento (64% a 78%) mejoro en un 14% y la calidad de producción es considerada en 100% ya que se estima que todo el fluido impulsado hacia la parte más alta no requiere monitoreo de calidad.

David Gabriel Maguiña Ramírez (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016” tiene como objetivo principal determinar cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria-Huachipa 2016 Por ello, la investigación es cuasiexperimental, explicativa, cuantitativa, correlacional y aplicada. La población de estudio está conformada los registros de producción durante un periodo de 24 semanas para el pretest y 24 para el post-test. La técnica utilizada fue observación sin intervención. Los resultados obtenidos en la línea de producción de panetones fueron una eficiencia global de 69,48% a 91,18%, disponibilidad de 88,67% a 97,22%, rendimiento de 88,67% a 97,22% y calidad de 87,35% a 96,96%.

ANTECEDENTES INTERNACIONAL

Asdrúbal (2015) en su tesis “Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento” tiene como objetivo determinar mejoras en la gestión de mantenimiento que orienten a la optimización de la efectividad global de los equipos (OEE), maximizando la confiabilidad del proceso productivo de la unidad II de la empresa Negroven, S.A. En tal sentido, la investigación tiene un diseño deductivo, descriptiva, explicativa y longitudinal. La técnica utilizada fue de observación, revisión histórica de equipo y análisis documentario. La población está conformada por veinte y uno equipos generadores de negro de humo con mediciones diario durante un periodo de doce (12) meses (06 meses para el pre y 06 meses para el post). Los resultados obtenidos fue un incremento de la eficiencia global considerando un incremento del 66.67% al 74.84% con respecto rendimiento de reactor II que presentaba una criticidad del 42%. Sin embargo, luego de la implementación de sistema de mantenimiento y monitoreo de la variabilidad de los

KPS el área cuando con personal responsable a sus actividades y planes de monitoreo y seguimiento del funcionamiento del mismo.

Abel David (2015) en su tesis “Diseño de Investigación de Reducción de tiempos muertos aplicando TPM como Herramienta de Ingeniería para Incrementar la Productividad de una Planta de Prefabricados de concreto” tiene como objetivo determinar los tiempos improductivos a través de la aplicación de TPM como herramienta de ingeniería. La investigación tiene un diseño descriptivo correlacional con enfoque mixto (Cualitativo y cuantitativo). La población está conformada por los operarios del área de técnica y como muestra dos operarios aleatorios (No probabilístico). La técnica utilizada será el análisis documentario, encuesta (Interacción) y fichaje. Los resultados manifiestan una capacitación continua del personal operativo a cargo de la maquinaria contribuiría al aumento considerable del rendimiento de los mismo y de mantener la implementación de estas metodologías mejoraría el rendimiento de los equipos en un 75% con respecto a las mediciones de periodos anterior.

Pandey (2019) en la implementación la eficacia general del equipo (OEE) mediante las técnicas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) un caso de estudio experimental de enfoque cuantitativo, descriptiva, explicativa y longitudinal. Detalla que, la implementación del TPM nos permite minimizar las averías y fallas que contribuyen a la pérdida de velocidad del equipo, así como la demora en el arranque inicial hasta generar un estable funcionamiento operativo por ello es importante la aplicación de la metodología con la finalidad de identificar y tomar medidas correctivas de los factores que generan fallas y tiempos improductivos (Inactividad) permitiendo incrementar el Availability rate = 76.14 % (September) y Availability rate = 77.05 % (October) y Quality rate : 95.98% (September) y Quality rate : 98% (October) y una eficiencia global (OEE) en un 16.51%.

Teorías relacionadas: Gestión de mantenimiento

El autor Marrero-Hernández et al (2019, p.150) manifiesta que, la gestión de mantenimiento tiene como enfoque principal evaluar la carga frente a la capacidad de requerimientos primordiales para la realización de operaciones y procedimientos de las actividades productivas.

La estrategia de mantenimiento empleada para nuestra investigación es el mantenimiento preventivo. Según Fuentefria et al (2018,140), el mantenimiento preventivo comprende una agrupación de acción en intervalos de tiempo establecidos y programados con la finalidad de aminorar el riesgo de falla y consisten en la inspeccionar los equipos periódicamente, así como la limpieza, lubricación, alineamiento y verificación.

Las dimensiones de nuestra variable se enfocan primordialmente a la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los activos físicos ya que son indicadores que nos ofrecen valiosa información con respecto a su funcionamiento en el tiempo operativo Según Griseyda et al (2016,p.13), la disponibilidad de un activo físico es el valor numérico asignado a la relación entre el tiempo de funcionamiento y periodo total de duración requerida o deseada expresado de forma porcentual. Esta variable está directamente relación con el mantenimiento preventivo y nos brinda información valiosa en un análisis situacional de un equipo. Y según Hung (2009, p.15), la confiabilidad se conceptualiza como el aseguramiento de la continuidad y correcto desempeño de sus funciones. De igual manera, equilibrar la calidad y amplitud productiva teniendo en cuenta la condición operativa.

Además, Benítez-Montalvo (2016, p.84) nos dice: El tiempo entre fallas nos permite identificar las insuficiencias que pueden perjudicar la disponibilidad y operatividad de los equipos. Finalmente, Ortiz (20013, p.94) manifiesta que la mantenibilidad son los factores relacionados con la ejecución y cumplimiento del mantenimiento de un activo físico como ubicación de falla, disponibilidad de repuestos, calibración obteniendo una medida que refleja la sencillez de un equipo para que pueda mantenerse.

De forma complementaria para recolectar los datos del estado situacional de los equipos de la empresa utilizaremos el AMEF. Según Moreno-García et al (2015, p.43), el análisis de falla y criticidad tiene como objetivo diagnosticar el estado técnico de un equipo e identificar los factores adversos de mayor magnitud y proponer maniobras para corregir las mismas.

El autor TSAROUHAS (2020) establece que el índice OEE establece la eficiencia global de un equipo o sistema integrado para localizar y suprimir pérdidas por paradas no planificadas, reprocesos, defectos de calidad y bajo rendimiento duran el tiempo operativo del equipo. Además, nos permite descubrir la capacidad oculta y tener un panorama más claro de inversión de horas programadas o extraordinarias y disminuir la complejidad de los problemas más relevantes de manera practica y sistemática.

Tabla 1. Efectividad global (OEE) – Índices %

Indicador % OEE		Índices de OEE %	
Inaceptable	OEE < 65%	Disponibilidad (D)	≥ 90%
Regular	≥ 65% < 75%	Eficiencia	≥ 95%
Aceptable	≥ 75% < 85%	Calidad	≥ 99%
Buena	≥ 85% < 95%		
Excelencia	OEE ≥ 95%		

Fuente: TSAROUHAS (2019). *International Journal of Productivity and Performance*

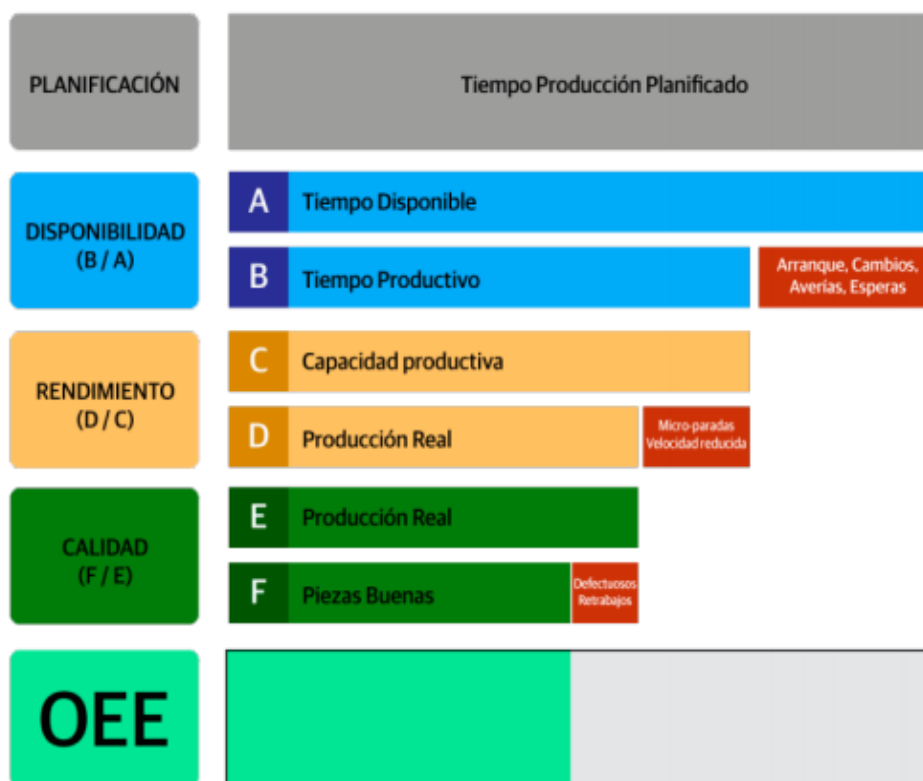


Figura 1. Variables que intervienen en el cálculo de la OEE.

Según MESA GRAJALES (2006), la disponibilidad se fundamenta como la certeza de un equipo o sistema en condiciones normales o bajo una carga operativa no planificada responda correctamente en un tiempo determinado. Por ello, este indicador se expresado matemáticamente como el tiempo medio entre fallas y tiempo medio entre reparaciones.

	Requisitos	Ejemplos
1	Alta confiabilidad Poco disponibilidad	Generador de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinería de petróleo - Acero
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en la buena practica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataforma petrolera

Figura 2. *Relación de disponibilidad y confiabilidad para industrias*

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El diseño de la investigación, según Hernández et al (2014, p.128), es la esquematización y estructura del investigador para evaluar la variable de estudio y delimitar el proceso de recolección de información para responder a los objetivos y cuestionamientos de la investigación de forma clara y concreta.

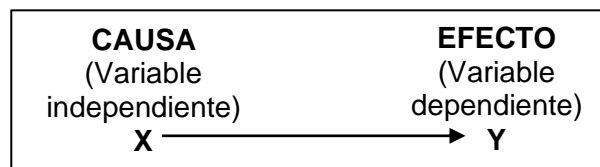


Figura 3. *Esquema de experimento y variable*

El presente trabajo corresponde a una investigación de carácter **DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO**, según Hernández et al (2014, p.92) manifiesta que se recopilará únicamente información como características y propiedades del objeto de estudio y medir de forma independiente o conjunta las dimensiones.

Como describir un sistema de gestión de mantenimiento preventivo de los activos físicos en el área de mantenimiento. La investigación esta categorizada como **APLICADA** ya que utilizará aspectos teorías existentes y establecidos para describir una estrategia de gestión de mantenimiento y evaluarlos frente a un contexto diferente y concreta sin generar nuevos conocimientos en el campo de investigación. Y según el enfoque **CUANTITATIVO** porque la recolección de datos es medible en valores numéricos y se analizan problemas específicos y factibles. La investigación tendrá un alcance temporal **LONGITUDINAL** y **CUASI EXPERIMENTAL** en la cual una o más variables independientes serán manipuladas de forma deliberada para determinar el impacto y efectos en la variable dependiente. Mediante la recolección de información de los índices porcentuales de OEE (Calidad, disponibilidad y efectividad) utilizando un pre-test donde se recolectará el estado situación de los indicadores actualmente en la empresa HPGS S.A.C y un post-test en el cual se realizará una nueva medición de índices posterior a la aplicación de la gestión de mantenimiento a los equipos de la empresa. El tiempo recolección de datos tendrá una duración de dos etapas (Pre-test : 30 días y etapa post-test : 30 días).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Gestión de mantenimiento

Según Fuentefria et al (2018, p.140) el mantenimiento preventivo comprende una agrupación de acciones en intervalos de tiempo establecidos y programados con la finalidad conservar, restaurar el funcionamiento óptimo y aminorar el riesgo de falla y consisten en la inspección de los equipos periódicamente, así como la limpieza, alineamiento y verificación.

Dimensión 1: **Fiabilidad**

Para Gonzales (2014 , p.56), la fiabilidad es “La posibilidad de que un equipo funcione correctamente en relación del tiempo planificado y la capacidad operativa en la cual está diseñada convertido matemáticamente es el valor numérico asignado a la menor o mayor probabilidad que se manifieste una eventualidad específica.”

$$MTBF = \frac{\Sigma (TIEMPO OT)}{N^{\circ} FALLAS DE MAQUINA}$$

Dimensión 2: **Mantenibilidad**

Según Pistarrelli (2010), la mantenibilidad es la probabilidad que diferencia a un equipo, maquina o sistema con respecto a su facilidad de poder ejecutar su mantenimiento, considerando el diseño y pueden ser expresados en términos de frecuencia, duración y costo. Está inversamente relacionado con el tiempo y recursos necesarios por las acciones de mantenimiento.

$$MTTR = \frac{\Sigma (TIEMPO OR)}{N^{\circ} FALLAS DE MAQUINA}$$

Variable dependiente: Eficiencia global (OEE)

Para Cuatrecasas y Torrel (2010, p.112), la efectividad global de equipos es la “delimitación de la porción de tiempo en que el activo físico funciona, luego de extraer las pérdidas derivadas como despilfarros, reproceso o consecuencia de un funcionamiento defectuoso o inconcluso.”

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: **Disponibilidad**

Según García Palencia (2012, p.67) “La disponibilidad es la capacidad de que un equipo realice sus operaciones satisfactoriamente en el momento y tiempo determinado después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones normales”.

$$DSP = \frac{TIEMPO OP}{TIEMPO DE CARGA} \times 100\%$$

Dimensión 2: **Efectividad**

Para Cuatrecasas y Torrel (2010, p.104), la efectividad “considera las pérdidas por tiempos en improductivo, paradas no programadas ni planificadas y las mermas de disminución de velocidad. La mejora de este factor tiene una implicancia directa e incuestionable con respecto a suprimirla los gastos ocasionadas por las fallas.”

$$EFT = \frac{CAUDAL REAL}{CAUDAL PLANIFICADO} \times 100\%$$

Dimensión 3: **Calidad**

Para Cuatrecasas y Torrel (2010, p.94), la calidad “examina los valores relacionados con merma vinculado con la elaboración de productos (Producción) de mala calidad o no conformidad por el área supervisora. De igual manera, se contempla los tiempos de recuperación y la necesidad de reprocesos y fallas relacionadas con el funcionamiento del equipo. Por otro lado, las medidas correctivas que favorezcan la disminución de productos con defectuoso o balancear la cadena productiva resultara en el incremento del índice de calidad.”

$$CLD = \frac{TIEMPO OPE}{TIEMPO DE OPR} \times 100\%$$

Tabla 2. *Matriz de operacionalización de las variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Gestión de mantenimiento	Según Fuentefria et al (2018,140) el mantenimiento preventivo comprende una agrupación de acciones en intervalos de tiempo establecidos y programados con la finalidad conservar, restaurar el funcionamiento óptimo y aminorar el riesgo de falla y consisten en la inspección de los equipos periódicamente, así como la limpieza, alineamiento y verificación.	La gestión de mantenimiento son aquellas actividades como la planificación, programación, control de mantenimiento y costos globales de mantenimiento, que sirven para determinar las estrategias y objetivos del mantenimiento para lo cual se requiere de características observables tales como. Plan para establecer los objetivos, misión, visión, políticas, capacitación, procedimientos (check list de tareas), cumplimiento y seguimiento de resultados y acciones correctivas.	Fiabilidad	Índice de fiabilidad	$MTBF = \frac{TO}{F}$ <p>MTBF: Media de tiempos de buen funcionamiento (horas/falla) TO: Sumatoria de los tiempos operativos totales (horas) F: Número de fallas de la máquina. (falla)</p>	Razón
			Mantenibilidad	Índice de mantenibilidad	$MTTR = \frac{TR}{F}$ <p>MTTR: Media de Tiempos de duración de reparación. (horas/falla) TR: Sumatoria de tiempos de reparación. (horas) F: Numero de fallas de la máquina. (falla)</p>	Razón
DEPENDIENTE: Eficiencia global (OEE)	Para Cuatrecasas y Torrel (2010), la efectividad global de equipos es la "delimitación de la porción de tiempo en que el activo físico funciona, luego de extraer las pérdidas derivadas como despilfarros, reproceso o consecuencia de un funcionamiento defectuoso o inconcluso." (pág. 112).	La efectividad global de equipos es la capacidad de las empresas de maximizar la disponibilidad y efectividad obteniendo productos de alta calidad	Disponibilidad	Índice de disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{TO}{TC} \times 100\%$ <p>TO: Tiempo operativo (horas) TC: Tiempo de carga (horas)</p>	Razón
			Efectividad	Índice de efectividad	$\text{Efectividad} = \frac{R}{T} \times 100\%$ <p>R: Caudal real (m³/d) T: Caudal planificado (m³/d)</p>	Razón
			Calidad	Índice de calidad	$\text{Calidad} = \frac{TOE}{TOR} \times 100\%$ <p>TOE: Tiempo operativo efectivo (horas) TOR: Tiempo operativo real (horas)</p>	Razón

Fuente: *Elaboración Propia*

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Según Hernández et al (2014, p 174), la población es un conjunto finito y medible de elementos con características específicas y relacionadas donde podemos extraer información de actividades, localidad y periodo de tiempos para nuestra investigación.

La población de estudio de nuestro informe de investigación está conformada por tres electrobombas multietapas verticales de 10 hp (Trifásicas) marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C pertenecientes a la sala de máquinas 1A.

Muestra

Según Baptista (2014, p.177) “Es la correlación de subconjuntos más pequeños de una población determinada al manifestarse subgrupos de elementos que guarden relación y características específicas con las propiedades de la población estudiada”

La muestra está conformada por tres electrobombas multietapa verticales marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) - Sala de máquinas 1A.

Muestreo

El tipo de muestreo utilizado será no probabilístico por conveniencia ya que el activo u objeto de estudio está disponible dentro del periodo de investigación y ser elegido de manera inmediata y obtener una mayor data que contribuya a nuestro análisis.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa

Las electrobombas multietapas verticales marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) serán observadas durante su periodo de funcionamiento en dos turnos de monitoreo (Diurno-Nocturno) para tomar

apunte de la incidencia de fallas y ocurrencia dentro de sala, estas actividades están autorizadas por la empresa.

Análisis documental

El histórico de fallas, registros de funcionamiento y cronograma de actividades y fechas de intervenciones planificadas o forzadas de la electrobomba multietapa verticales CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) es brindada por el área de soporte técnico y monitoreo de equipos.

Validación de instrumento

En nuestro informe de investigación el instrumento fue evaluado mediante el juicio de expertos y sus observaciones con respecto a las dimensiones e indicadores de medición de nuestra variable.

JUICIO DE EXPERTOS		
Experto	Grado de instrucción	Resultado
Ing. Jorge Rafael Díaz Dumont	Doctor	Aplicable
Ing. Aparicio Montenegro Pablo	Magister	Aplicable
Ing. Zeña Ramos, José La Rosa	Doctor	Aplicable

Instrumento de recolección de datos

Según Valderrama (2013) “los instrumentos de recolección de datos utilizados por el investigador para recabar información (Data) sobre las variables y poder darles solidez a los indicadores”.

Formato de evaluación de índice OEE

El instrumento está diseñado para compilar la información de los tiempos y sub - indicadores como tiempo operativo efectivo, tiempo operativo total y paradas no forzadas (planificada). Además, los indicadores principales como disponibilidad, efectividad y calidad de la electrobomba multietapa verticales marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas). La información obtenida nos permitirá estimar el valor de la eficiencia global (OEE) con respecto a la aplicación de la gestión de mantenimiento (Anexo 06).

Tabla 3. *Técnicas e instrumento de recolección*

TECNICAS	INSTRUMENTOS
Observacion directa	Formato de recoleccion para indice OEE para equipo.
Analisis documentario	

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

El procedimiento de recaudación de datos utilizado para la gestión de mantenimiento preventivo consistió en lo siguiente:

- ✓ Se utilizará el formato de recolección de índice OEE (Físico) para almacenar los datos de la estación de trabajo del equipo (IN SITU) y registro histórico de monitoreo por turnos.
- ✓ Se ingresó los datos obtenidos del registro documentario a nuestra hoja de cálculo Excel agrupándolos en dos (2) periodos de tiempo con una frecuencia diario desde 01 de setiembre hasta octubre del 2021. De igual manera, se organizó la información por indicador y sus subcategorías para poder evaluarlas.
- ✓ Los resultados del índice de DISPONIBILIDAD, se estimarán evaluando el tiempo operativo y tiempo de carga del registro documentario digital, perteneciente al área de mantenimiento, previamente llenado para obtener un valor porcentual individual del equipo dentro de la sala de máquinas para luego calcular la disponibilidad semanal y elaborar un cuadro resumen donde se pueda visualizar la electrobomba multietapa vertical marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) en los meses seleccionados.
- ✓ Los resultados del índice de EFECTIVIDAD, se estimarán evaluando el tiempo de operatividad del ciclo y tiempo operatividad por paros del registro documentario digital, perteneciente al área de mantenimiento, previamente llenado para obtener un valor porcentual individual del

equipo dentro de la sala de máquinas para luego calcular la efectividad semanal y elaborar un cuadro resumen donde se pueda visualizar la electrobomba multietapa vertical marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) en los meses seleccionados.

- ✓ Los resultados del índice de CALIDAD, se estimarán evaluando el Tiempo operativo efectivo y Tiempo operativo real del registro documentario digital, perteneciente al área de mantenimiento, previamente llenado para obtener un valor porcentual individual del equipo dentro de la sala de máquinas para luego calcular la calidad semanal y elaborar un cuadro resumen donde se pueda visualizar la electrobomba multietapa vertical marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) en los meses seleccionados.
- ✓ Se ingresaron los resultados al software SPSS, para determinar la confiabilidad de la información recolectada.

3.6 Método de análisis de datos

El informe de investigación utilizo de forma preliminar una evaluación situacional de las operaciones de mantenimiento establecidas para el sistema de bombeo conformado por ocho electrobombas multietapas marca CALPEDA modelo MXV50-1604/C de 10 hp (Trifásicas) a cargo de la empresa HPGS S.A.C Lima con la finalidad de contrastar su desarrollo durante un periodo de dos meses con respecto a la fiabilidad, mantenibilidad e índice OEE de los equipos y describir las características de la estrategia de mantenimiento mediante sus indicadores.

Análisis descriptivo

Hernandez et al (2014,p.331) manifiesta que el análisis descriptivo nos ayuda a resumir de forma concisa los datos recolectados durante la investigación mediante gráficos y tablas con la finalidad de organizar la información para responder a los objetivos de la investigación. Por ello, se empleó una base de datos de Microsoft Excel y SPSS Statistics 25 para describir el comportamiento de la variable independiente con un software estadístico

alimentado con los datos obtenidos por los indicadores de fiabilidad, mantenibilidad e índice OEE que nos permitirá responder al objetivo de la investigación.

Análisis inferencial

El análisis estadístico inferencial se realizará mediante una evaluación de normalidad a los datos recolectados para establecer si son de carácter paramétrico o no paramétrico de la población con la finalidad de determinar si la conclusión encontrada es aplicable a las características de nuestra población y posteriormente contrastar nuestras hipótesis generales y específicas.

3.7 Aspectos éticos

Nuestro informe de investigación es consecuente con el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo y los artículos estipulados por la resolución de consejo Universitario N°0200-2018/ UCV. De igual manera, se protegió la confidencialidad de la información obtenida durante el proceso de investigación siendo utilizada con prudencia, veracidad y responsabilidad.

Aspectos administrativos

Recursos y Presupuesto

El presupuesto es un plan de previsión financiera que integra los recursos económicos necesarios para las operaciones de una organización. Es decir, estimar una cantidad de dinero para gastos que se presentaran con respecto al desarrollo de un proyecto.

Financiamiento

Tabla 4. Presupuesto monetario

Aporte monetario							
Presupuesto	Materiales	Descripcion	U.Medida	Desembolso			
				C.Unitario	Cantidad	Total	
INSUMOS	Adquisicion de material en oficina general	Cuadernos A4 (50Hojas)	Recursos para registro y gestion de documentos	Paquete	S/ 5.30	10	S/ 53.00
		Lapiz carbon (Mina)		Paquete	S/ 1.00	30	S/ 30.00
		Cartuchos para impresora EPSON		Caja	S/ 55.00	1	S/ 55.00
		Tablero de vinilo (Azul)		Unidad	S/ 8.00	5	S/ 40.00
		Hojas bond de 75 gr		Paquete	S/ 10.00	2	S/ 20.00
						Total	S/ 198.00
GASTOS OPERATIVOS	Servicio de telefonía	Plan de internet	Proveedor : Movistar (Plan duo)	Mensual	S/ 120.00	1	S/ 120.00
		Plan de telefonía		Mensual	S/ 30.00	1	S/ 30.00
	Suministro electrico	Electricidad sectorial - Lima Norte	Proveedor : Enel	Mensual	S/ 220.00	1	S/ 220.00
	informativa sobre gestion de	Aplicación de gestion de mantenimiento (Sensibilizacion)	Capacitador de unidad	Mensual	S/ 580.00	1	S/ 580.00
						Total	S/ 950.00

Tabla 5. Presupuesto no monetario

Aporte no monetario							
Presupuesto	Materiales	Descripcion	Contribucion	Desembolso			
				C.Unitario	Cantidad	Total	
INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS	Adquisicion de material en oficina general	Computadora estacionaria N°01	MSI - Core i3	Indagacion y recoleccion de data	S/ 1,500.00	1	S/ 1,500.00
		Computadora estacionaria N°02	Gigabite - Corei3		S/ 1,850.00	1	S/ 1,850.00
		Computadora portatil	Samsung - i7		S/ 2,200.00	1	S/ 2,200.00
		Telefono movil N°01	Samsung Note 8	Enlace telefonica entre personal	S/ 2,500.00	1	S/ 2,500.00
		Telefono movil N°02	Samsung A72		S/ 1,400.00	1	S/ 1,400.00
						Total	S/ 9,450.00
CAPITAL HUMANO	Gastos retributivos (Afecto y no afecto a carga social)	Horas laboradas por semana	Chavez Cevallos Antony Carlos	Investigadores	S/ 1,050.00	6	S/ 6,300.00
			Cordova Peralta Maria Elena		S/ 1,050.00	6	S/ 6,300.00
						Total	S/ 12,600.00

Tabla 6. Financiamiento

Financiamiento					
Organismo financiador	Contribucion		Monto	%	Total
	Monetaria	No monetaria			
Chavez Cevallos Antony Carlos		S/ 10,439.10	S/ 10,439.10	45%	S/ 23,198.00
Cordova Peralta Maria Elena		S/ 9,279.20	S/ 9,279.20	40%	
HP General Services S.A.C	S/ 3,479.70		S/ 3,479.70	15%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Cronograma de ejecución

Descripcion	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Reconocimiento de area (Diagnostico)	■																							
Recopilacion de informacion de sistema de gestion de mantenimiento		■																						
Delimitar necesidades de area de mantenimiento			■	■																				
Diseñar propuesta de mejora y posibles escenarios			■	■	■	■																		
Aplicación de indicadores para OEE (Pre-test)					■	■	■																	
Evaluacion situacional de equipos y pre-test							■	■																
Elaborar plan de trabajo y actividades								■	■															
Elaborar programa de mantenimiento									■	■														
Aplicación de herramienta de gestion de mantenimiento										■	■													
Capacitacion de personal operativo											■	■												
Ejecucion de planificacion de mantenimiento												■	■											
Recopilar la data de mejora e indicadores													■	■										
Analisis de indicadores KPI - Post-test														■	■									
Recopilar la data de mejora e indicadores.															■	■								
Evaluacion preliminar de resultados																■	■							
Contrastar resultados de pretest y post																	■	■						
Demostracion de hipotesis y cumplimiento de objetivos																		■	■					
Formular conclusiones y recomendacionesw																			■	■				
Corregir observacion de informe escrito																				■	■			
Sustentacion final																								■

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de propuesta

Situación actual

La empresa HP GENERAL SERVICES S.A.C fue fundada el 15 de enero 2018, dedicada a proveer servicios de mantenimiento de sistemas de bombeo para fluidos abrasivos o no abrasivos en industrias avícolas, comerciales, transporte, centros de esparcimiento, constructoras, edificios residenciales y condominios. Ante ello, la empresa cuenta con la administración de todo el cuarto de máquinas de un grupo inmobiliario conformados por dieciséis torres con 1792 departamentos. Los equipos responsables de distribuir agua hacia cada departamento presentan complicaciones con respecto a su funcionamiento que perjudican la capacidad de abastecimiento de agua a las torres.

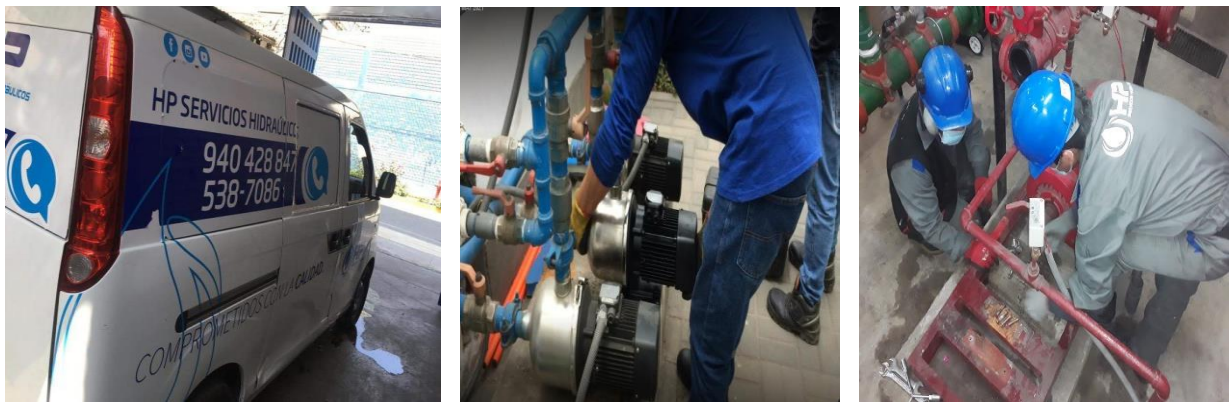


Figura 4. Registro fotográfico de empresa y servicios en campo.



Figura 5. Clientes de grupo inmobiliario

Base legal

Razón social	HP GENERAL SERVICES S.A.C.	RUC	20602531741
Representante legal	Huaranga Peralta Luis Miguel	Sector	Servicios industriales
Localización	Jr. Chiclayo N°.186 Urb. Perú	Provincia	Lima
Ciudad	Lima	Distrito	San Martín de porres

Aspectos Estratégicos

Misión

Somos una empresa que busca innovar, optimizar y mejorar la calidad de servicios en unidades de bombeo para el uso doméstico, agrícola comercial e industrial ofreciendo un servicio especializado, integral y competitivo.

Visión

Ser reconocidos como una empresa de referencia en el sector de mantenimiento industrial y consolidarnos como líderes en un mercado globalizado y exigente.

Valores

Nuestros principales valores son los siguientes:

- ✓ Liderazgo
- ✓ Innovación
- ✓ Honestidad
- ✓ Calidad
- ✓ Trabajo en equipo

Áreas de empresa

La empresa cuenta con el departamento de logística mantenimiento, atención al cliente, RR. HH y finanzas.

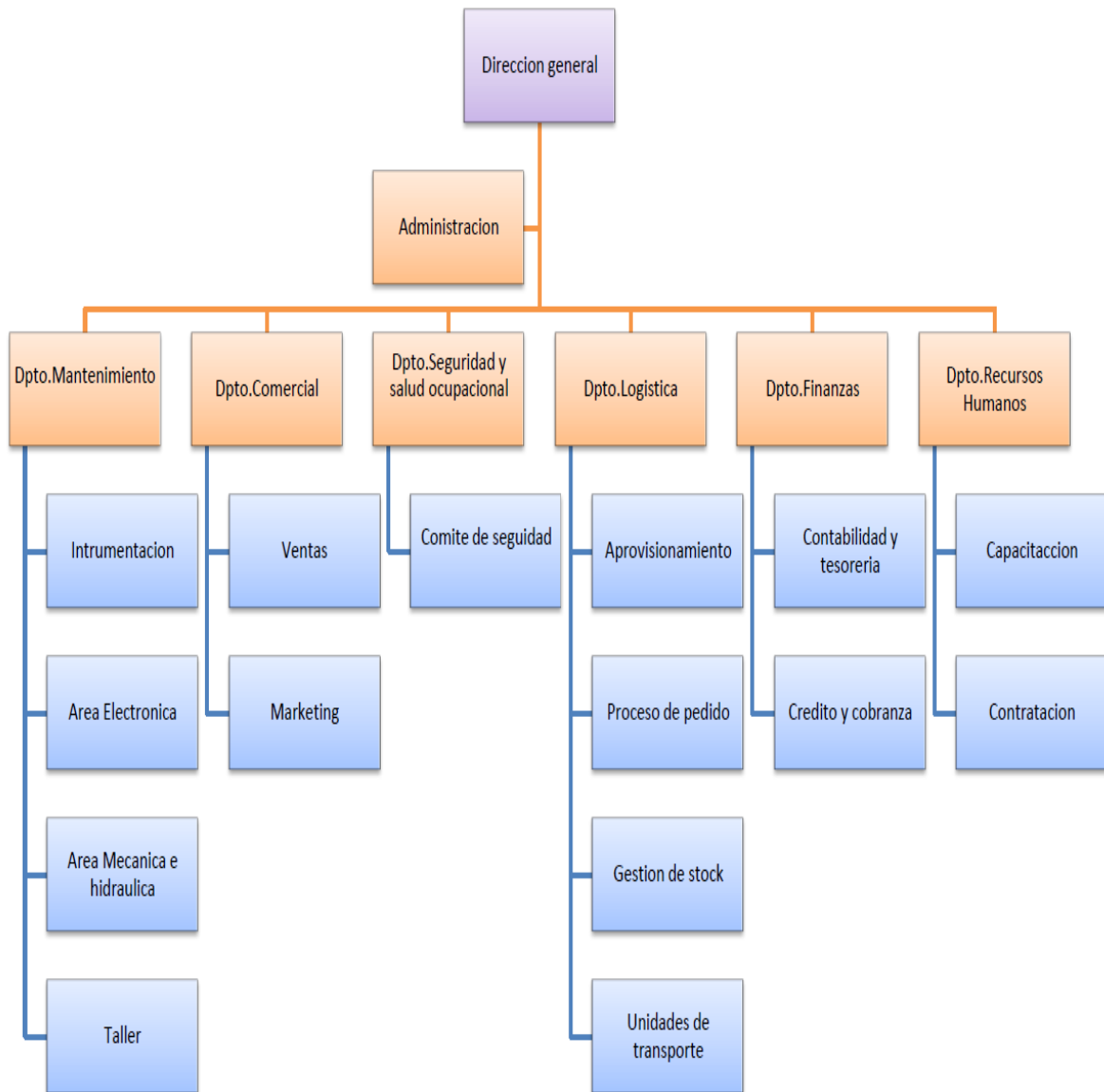


Figura 6. Organigrama de empresa

La figura N°08 nos permite visualizar el organigrama de la empresa HP General Services S.A.C, siendo el departamento de mantenimiento donde se centralizará las operaciones de mantenimiento de los sistemas de bombeo.

Descripción de sala de maquinas

Evaluación externa de sistema

Se realiza una inspección técnica general de sistema mecánico, hidráulica, eléctrica del equipo en conjunto con la revisión del registro histórico de la electrobomba y reporte de falla previo a la inspección. Durante la revisión se realiza la toma de parámetros eléctricos (Amperaje) de arranque y funcionamiento continua. De igual manera, la presión de programada en el PLC y la existente en el manómetro de sistema finalmente se verifica el consumo en los macromedidores (Medidores de caudal) de las torres y toda la información se ingresa en el informe técnico.



Figura 7. Sistema de bombeo (1A)

Diagnostico

El despiece del equipo es realizado en taller para segmentar y separa los sistemas y accesorios mecánicos, hidráulicas y eléctricos. Esto nos permite identificar el origen de la falla o parada, estado interno de equipo y verificación de desgaste de accesorios como rodamientos mecánicos, saturación de etapas o impulsor, rotura de sello cerámico de motor entre otros.



Figura 8. *Electrobombas*

Mantenimiento (Taller o INSITU)

El proceso de mantenimiento preventivo está conformado por el reemplazo de rodamientos mecánico cada 4500 horas, reemplazo de sello mecánico - cerámico cada 8000 horas, remover sarro de etapas formadas por la exposición de agua en el acero, limpieza interna de equipo, alineamiento de eje y pintado. Realizar una prueba con un variador de velocidad para comprobar su consumo (Amperaje) y frecuencia (50 o 60Hz)



Figura 9. *Rodamientos mecánicos con eje de rotor (Desgaste)*

Montaje e instalación

El montaje e instalación del equipo está conformada por la conexión eléctrica e hidráulica, verificación de giro de motor (Horario) y vibración, consumo y presión en el manómetro del sistema. De no presentar filtraciones o anomalías en el arranque o parada se da por culminado el servicio y se procede con la gestión documentaria requerida.



Figura 10. *Tablero variador de velocidad y red hidráulica*

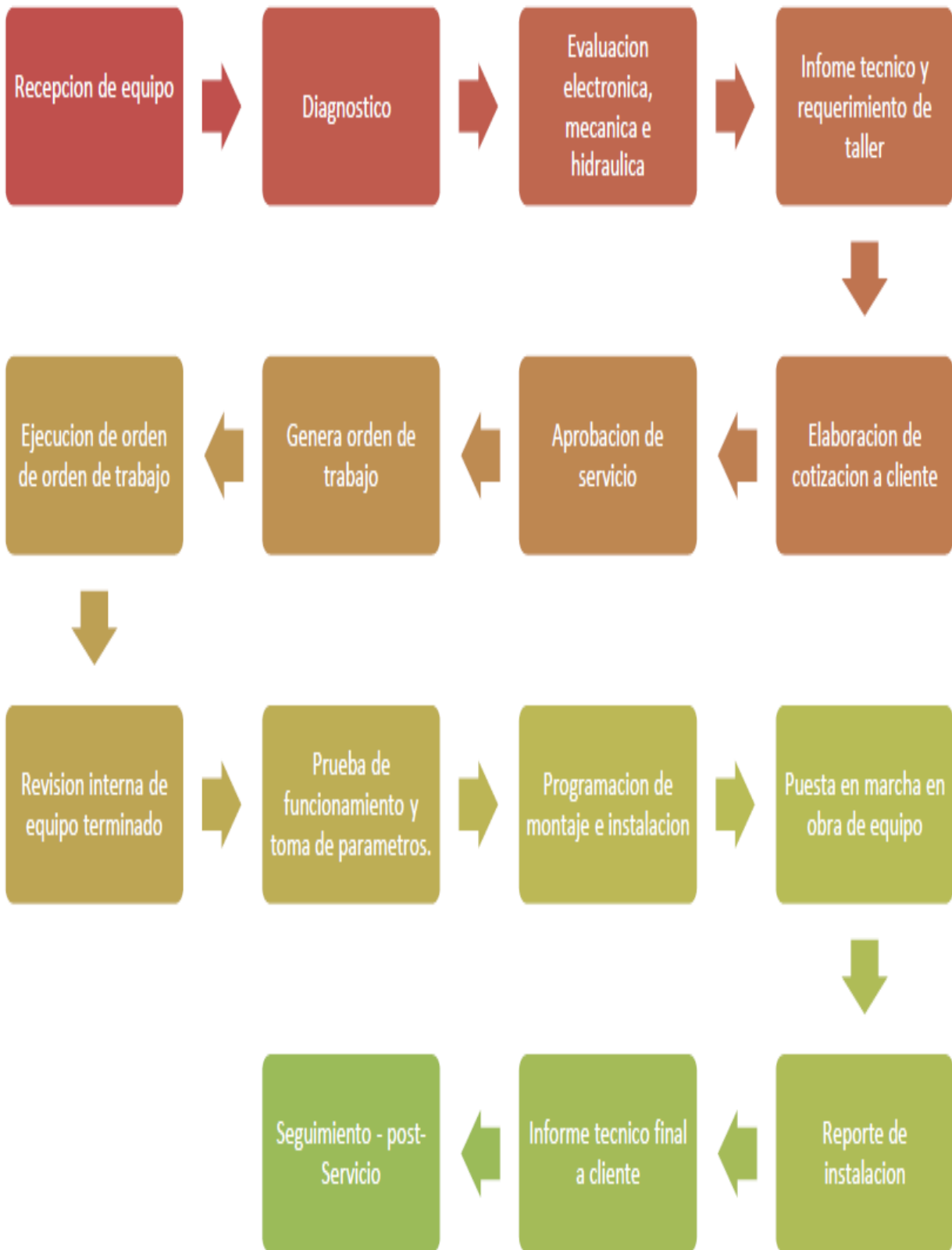


Figura 11. Diagrama de flujo de proceso

PRE-TEST

En la Tabla 8 podemos visualizar el detalle y número de fallas de los equipos en sala de máquinas en el mes de setiembre del 2021, encontrándose un total de 25 fallas. Entre ellas las más resaltantes son el sonido estridente en rodamientos mecánicos, Falla en variador de frecuencia (F004) - Sobre intensidad y bajo nivel de impulsión.

Tabla 8. Registro de fallas de equipos (Periodo: Setiembre 2021 / SM-A)

Categoría	Equipos		
	EQ01	EQ02	EQ03
Motor principal (WEG)			
» Sonido estridente en rodamiento	2	1	1
» Filtración en asiento mecánico	0	1	0
» Desalineamiento de ventilador	1	0	0
Sistema eléctrico			
» Obstrucción de filtro de aire	0	1	0
» Falla en variador de frecuencia (F004) - Sobre intensidad	1	3	1
» Líneas de alimentación trifásica sin terminales	0	1	1
Sistema hidráulico			
» Desalineamiento de etapas o impulsor	1	2	3
» Bajo nivel de impulsión (m ³ /h)	1	0	2
Dispositivos de control y pruebas generales			
» Transmisor de presión obstruido	1	1	0
» Sensor de nivel de cisterna no controla apagado de sistema	1	0	0
Numero de fallas	8	9	8

Fuente: Elaboración Propia

La información recabada de cada uno de los equipos en sala de máquinas se detallará en el Anexo 10,11 y 12.

Para la recolección de data del pretest (Gestión de mantenimiento preventivo y OEE), se utilizaron los registros de tiempos de las electrobombas en sala de máquinas y volumen de agua transportado por el sistema de la empresa HP General Services S.A.C, durante un periodo de 30 días del mes de setiembre del 2021.Los cuales se resumen a continuación.

EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS

La Figura 12 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-01 durante el periodo de setiembre del 2021.El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-01 fue de **51.30%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como “Inaceptable”.

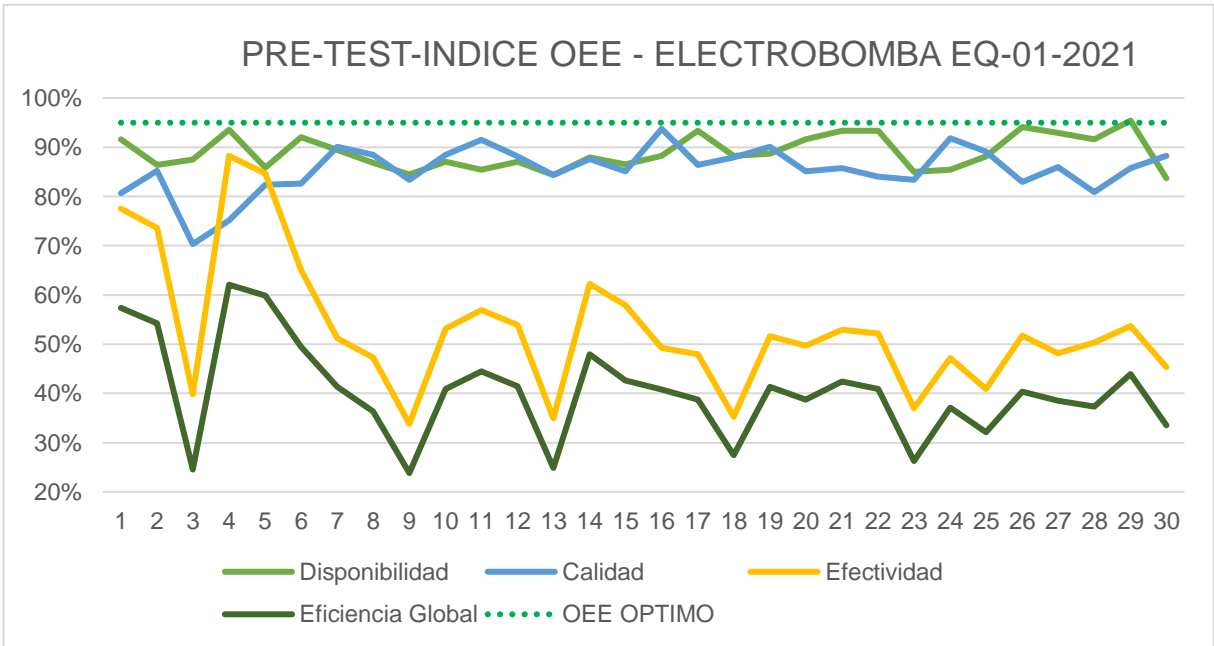


Figura 12. OEE – Electro-bomba EQ-01 (Pre-test - Setiembre)

Durante los días 3, 9 y 13 del mes de setiembre se registraron sonidos estridentes provenientes del rodamiento mecánico frontal del motor que ocasiono una parada no programa del equipo durante 1.57 horas. Ante ello, se detuvo el funcionamiento de la electrobomba para realizar el reemplazo del accesorio que implico 5.25 horas debido a la poca accesibilidad de la estación de trabajo del equipo. Esta falla tuvo la mayor frecuencia ocurrencia en el mes de setiembre afectando el índice de efectividad que no supera el 60%.

El equipo permaneció un total de 3.12 horas averiado durante esos tres días. La avería fue reportada por el supervisor de torre durante el turno nocturno, sin embargo, no se contaba con técnicos mecánicos disponibles para asistir la urgencia inmediatamente. El número de falla existen fueron solo 8 relacionadas con la falta de intervención técnica del equipo y el número de hora acumuladas de falla funcional fueron de 84.13 horas.

La Figura 13 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-02 durante el periodo de setiembre del 2021. El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-02 fue de **60.00%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como "Inaceptable".

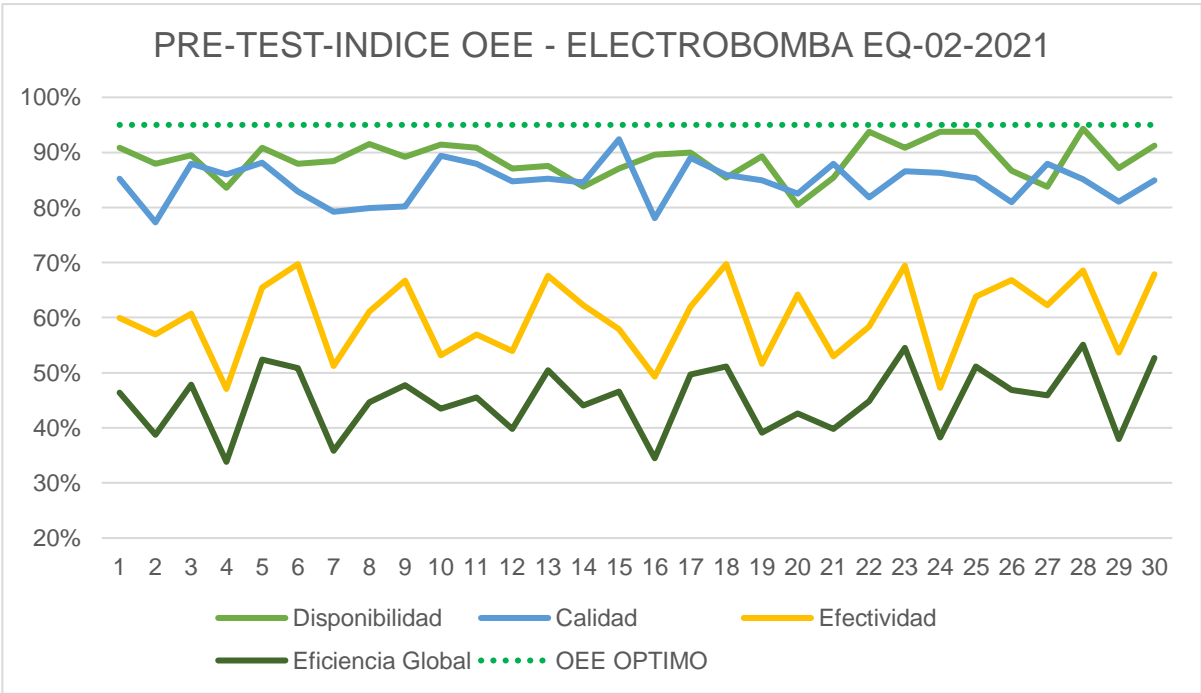


Figura 13. OEE – Electrobomba EQ-02 (Pre-test - Setiembre)

Durante los días 7 se registró un descenso de la eficiencia global del 25%, debido a un desperfecto en el variador de velocidad marca ABB modelo AC310 por el recalentamiento del bobinado (F004). La falla se generó durante el turno diurno y demandó de 2 Horas y 50 minutos para realizar la revisión y despiece del variador y poder reiniciar la tarjeta electrónica, revisar el registro de fallas en variador de velocidad y reactivar el equipo. De igual manera, el día 12 el asiento del sello mecánico ocasionó una filtración de agua en el sistema mecánico que ocasionó la inactividad del equipo ya que se desmontó el sistema hidráulico para acceder a la recámara

hidráulica y poder reemplazar el suple desbastado por uno nuevo para corregir la falla. El número de falla existen fueron solo 9 relacionadas con la falta de intervención técnica del equipo y el número de hora acumuladas de falla funcional fueron de 88.70 horas.

La Figura 14 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-03 durante el periodo de setiembre del 2021. El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-03 fue de **53.50%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como “Inaceptable”.

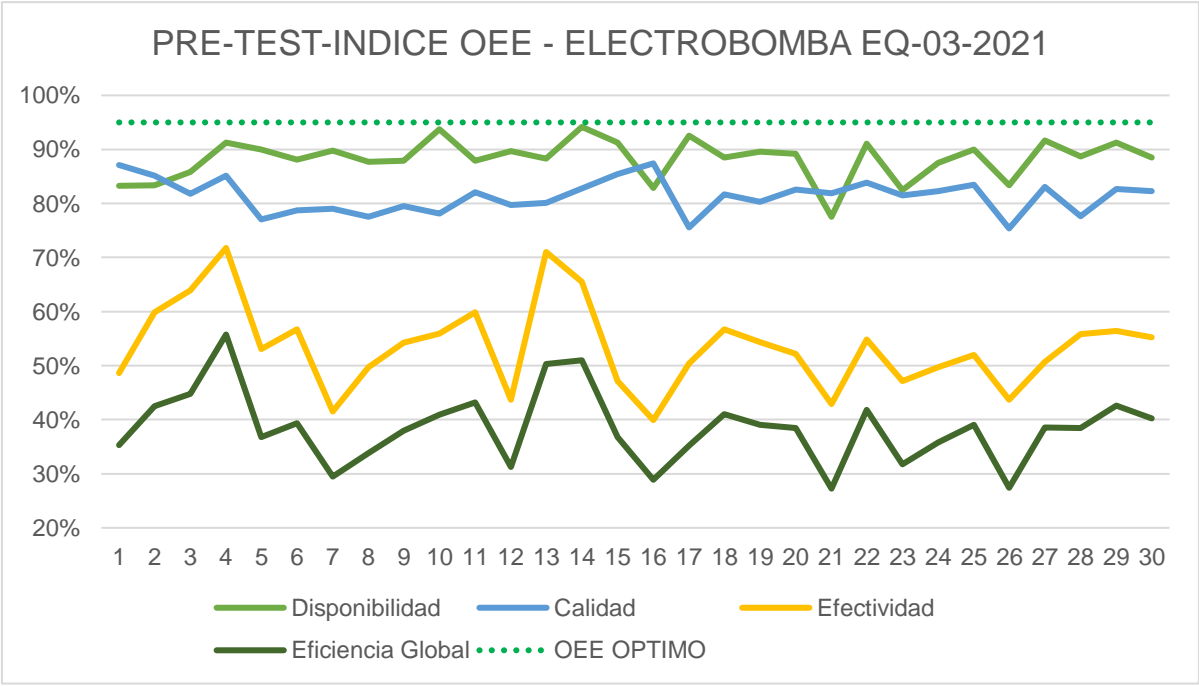


Figura 14. OEE – Electrobomba EQ-03 (Pre-test - Setiembre)

El impulsor y etapas de acero inoxidable presentaban cavitación en la recámara hidráulica del equipo por ello durante el día 16 reportaron un bajo nivel de flujo de agua en el suministro principal para las torres por lo cual se realizó el desmontaje del equipo y transporte a taller para despiece y reemplazo de etapa dañada. Dicha reparación tuvo una duración de 2 horas y 30 minutos. El mismo problema reincidió en el día 21 en el cual el impulsor se desprendió del soporte del cuerpo de bomba y la presión del sistema disminuyó a 15 PSI, con un tiempo de avería de 1 hora y 36 minutos y un tiempo de reparación de 3 horas. El número de falla existen fueron solo 8 relacionadas con la falta de intervención técnica en el equipo y el número de hora acumuladas de falla funcional fueron de 108 horas.

Tabla 9. Resumen de promedio global de OEE (Pre-test - Setiembre)

Numero de maquinas	Promedio Disponibilidad	Promedio calidad	Promedio Efectividad	Promedio Eficiencia Global por equipo	Clasificación de OEE
EQ-01	40.4%	89.0%	85.5%	53.1%	Inaceptable
EQ-02	45.1%	88.8%	84.7%	60.0%	Inaceptable
EQ-03	38.5%	88.2%	81.4%	53.5%	Inaceptable
PROMEDIO	41.3%	88.7%	83.8%	-----	Inaceptable
Promedio de Eficiencia Global del Sistema				55.5%	INACEPTABLE

Fuente: Elaboración Propia

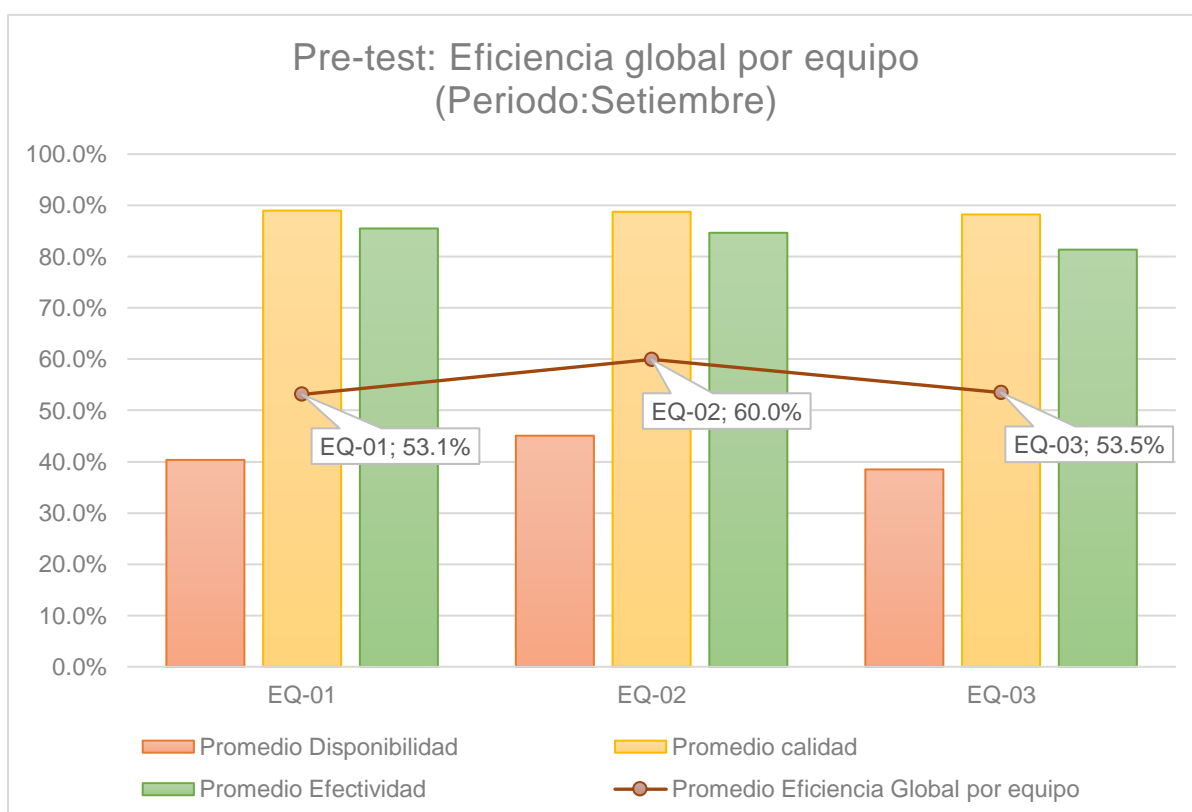


Figura 15. Gráfico de eficiencia global por equipo (Pre-test)

La Tabla 9 y Figura 15 nos permite visualizar los indicadores de disponibilidad, calidad, efectividad respectivamente. El promedio general de eficiencia global de las electrobombas evaluadas es del 55.5% calificado como “Inaceptable” según TSAROUHAS (Ver Tabla 1).

Propuesta de mejora

La estratificación de las causas de falla o paradas en el sistema de bombeo de la organización se presentarán en la Tabla 10 y se relacionarán según la categoría que corresponda como mantenimiento, gestión o proceso.

Tabla 10. *Estratificación de las causas y alternativa de solución*

	Causa	Estratificación	Alternativas
C1	Insuficientes conocimientos de equipo y estrategia de mantenimiento	Mantenimiento	TPM
C2	Inexistente sistema de diagnóstico de KPI para mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C3	Inadecuado e impreciso reportes de falla	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C4	Programa de mantenimiento incompletos	Proceso	TPM
C5	Monitoreo y seguimiento limitado e impreciso de un equipo	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C6	Ausencia de un historial de frecuencia de falla	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C7	Deficientes programa de diagnóstico situacional	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C8	Múltiples fallas en un mismo equipo	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C9	No emplea norma de trabajo	Gestión	5S
C10	Inexistente registro de herramientas para ejecución de mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C11	Escasez de repuestos	Mantenimiento	5S
C12	Carencia de responsabilidad	Gestión	Gestión de personal
C13	Escasez de herramientas para medición y diagnóstico.	Gestión	TPM
C14	Método de trabajo improvisado	Proceso	Estudio del trabajo
C15	Falta de personal calificado	Gestión	Gestión de personal
C16	Falta de EPPs	Proceso	5S

C17	Falta de alimentación de energía trifásica para pruebas	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C18	Exceso de polvo y humedad	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C19	Falta de recirculación de aire	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
C20	Ruido	Proceso	5S

Fuente: Elaboración propia.

La estratificación de causas, en la Tabla 10, asigna al mantenimiento un 60%, procesos un 25% y gestión 15%. La determinación de porcentajes nos permite identificar la categoría en la cual se concentra el mayor número de causa que afectan el funcionamiento de los equipos.

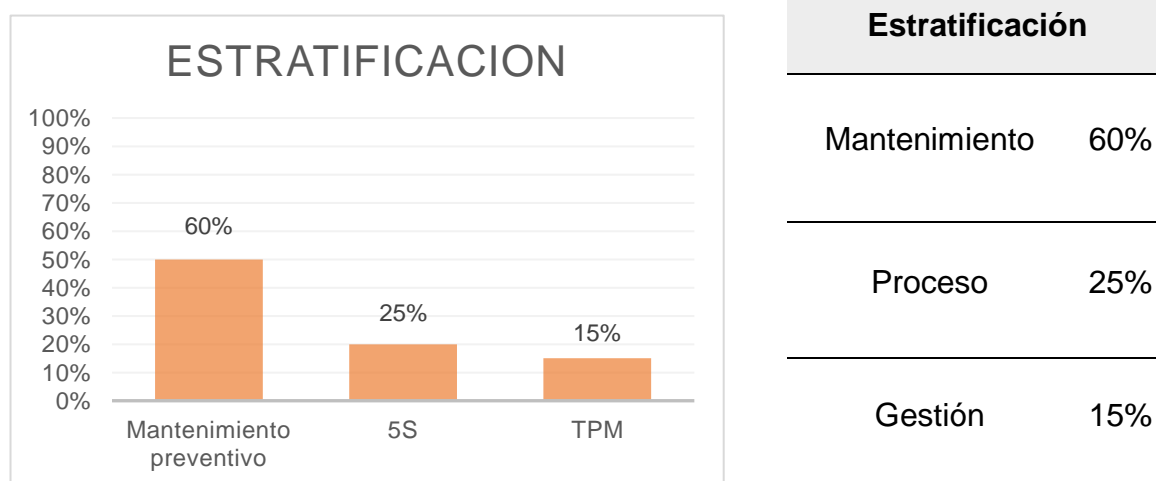


Figura 16. *Estratificación porcentual de causas*

En la Figura 16 la estratificación de los principales problemas expresados en porcentajes muestra que el mantenimiento con un 60% agrupa la mayor cantidad de problemas que afectan al sistema de bombeo. Es decir que, el mantenimiento guarda mayor relación con la frecuencia de falla y anomalías de los equipos a cargo de la empresa HP GENERAL SERVICES S.A.C y en el cual se centralizara el objetivo de nuestra investigación.

Opciones de solución

El diagrama Ishikawa nos ofrece establecer los problemas concretos para analizar y proponer posibles soluciones con el cual se quiere mejorar las condiciones de funcionamiento del sistema, por lo cual se muestra las alternativas en la siguiente tabla:

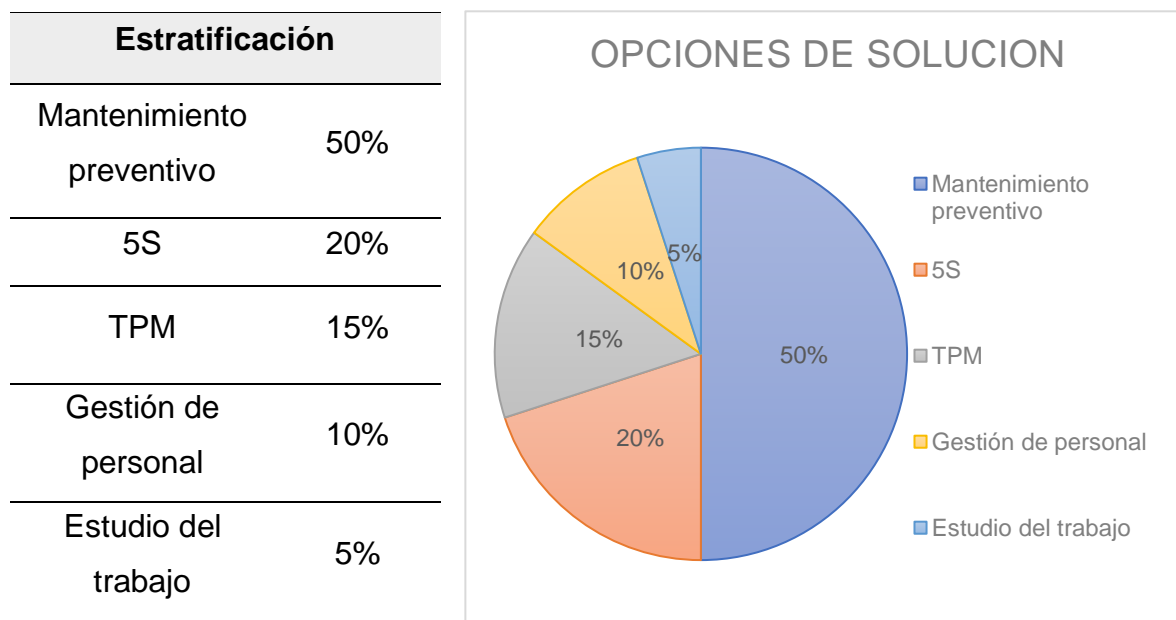


Figura 17. *Estratificación de soluciones (%)*

En la Figura 17 nos indican las posibles soluciones estratificadas porcentualmente con mayor incidencia es el mantenimiento preventivo con un 50%, las 5S con 20% , TPM (Mantenimiento productivo Total) con 15%,Gestión de personal con 10% y finalmente estudio del trabajo con 5%.Se concluye que la mejor alternativa para solucionar una mayor cantidad de problemas como insuficiente conocimientos de mantenimiento e ineficiente reportes de falla es la aplicación de un mantenimiento preventivo y se sustenta que es la mejor opción a elegir y proceder con la implementación en la empresa HP GENERAL SERVICES S.A.C.

Implementación de la propuesta

Planeamiento

Se coordinó una reunión en la agenda del directorio semanal con el gerente general, jefe de mantenimiento y planner de mantenimiento donde se concretaron los detalles de la aplicación de la gestión de mantenimiento en el sistema de bombeo (CDP-LNORTE-04) presentado ante la empresa y a su vez comunicar de manera formal a los colaboradores (Operarios, auxiliares de mantenimiento y supervisores de campo) sobre nuestra intervención en sus actividades para poder implementar la mejora. De igual manera, se acordó con el Sr. Huaranga Peralta Luis Miguel (Gerente general) que nos brindara acceso a toda la información del sistema de bombeo como reportes de incidencias, control interno de mantenimiento e histórico de equipos (Electrobombas verticales, accesorios de control y sistemas complementarios). La empresa HP General Services S.A.C cuenta con limitada documentación sobre los equipos ya que los registros están en un cuaderno con detalles diarios de los procedimientos en físico por lo cual se realizarán un aporte con nuevos formatos para que sea más accesible para los técnicos ingresar la data del servicio.

Registro de equipos

El registro de equipos ubicados en sala de maquina permitió actualizar la información del sistema de bombeo mediante para asignar una serie a cada equipo y una ficha informática para visualizar N° estación de trabajos, código de electrobomba, marca, modelo, tipo de alimentación eléctrica, capacidad (HP), conexión hidráulica entre otros. El código seleccionado para cada equipo mantendrá un orden y secuencia específica que nos permita identificarlo de forma más organizada.

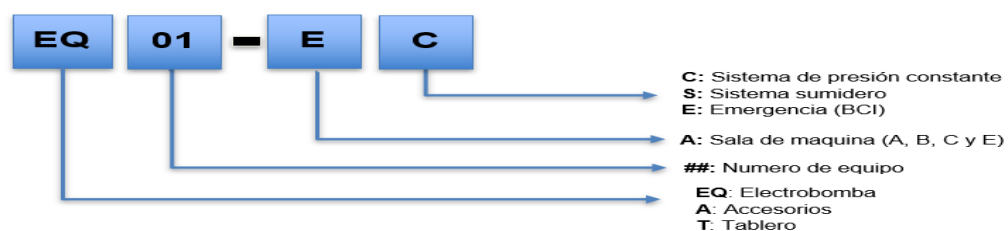


Figura 18. Rotulado y registro de equipo

En la Figura 19 muestra el detalle técnico de las electrobombas (EQ 01,02 y 03) responsables de la distribución de agua hacia las torres.

		FICHA TECNICA DE EQUIPO		EQ-EC	
CARACTERISTICAS TECNICAS		ESPECIFICACIONES DE FLUIDO		FUNCIONALIDAD	
Marca		Tipo de liquido		Altura manométrica	
Modelo		Categoría química de fluido		Temperatura de liquido	
Potencia		Fluido constante		Presión máxima	
Material		Imagen			
Impulsor					
Conexión					
Voltaje/ Fase					
Color					

Figura 19. Ficha técnica de inventario de equipo



INFORME TÉCNICO Y/O CONSTANCIA DE ATENCIÓN N° 0001

Cliente: _____ Fecha: _____
 Dirección: _____ Hora Inicio: _____
 Técnico a Cargo: _____ Hora Fin: _____

TIPO DE SERVICIO SOLICITADO:

Inspección <input type="checkbox"/>	Mantenimiento Preventivo <input type="checkbox"/>	Obra Civil <input type="checkbox"/>
Instalación <input type="checkbox"/>	Mantenimiento Correctivo <input type="checkbox"/>	Emergencia <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>

1. DETALLES DEL SERVICIO

SISTEMA O ÁREA A INTERVENIR:

Sistema de Piscina
 Sistema de Presión Constante
 Sistema Sumidero
 Sistema de Bombas contra incendio
 Sistema de Alarmas Contra incendio
 Sistema de Montantes / Edificio
 Sistema de Red de tuberías y válvulas.
 Otro: _____

EQUIPO O UNIDAD A INTERVENIR

CON CARGO A:

Contrato Proyecto Garantía Fidelización

2. OBSERVACIONES

ESTADO EN EL QUE SE ENCONTRÓ EL SISTEMA, EQUIPO U OTRO

Operativo Operando con falla Fuera de servicio

ANOMALÍAS ENCONTRADAS

ORIGEN / FALLA

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. RECOMENDACIONES Y/O MEDIDAS ADOPTADAS

ESTADO EN EL QUE SE DEJA EL SISTEMA, EQUIPO U OTRO

Operativo Operando con falla Prueba/Bajo observación Fuera de servicio

4. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DEL SERVICIO REALIZADO

Por HP GENERAL SERVICES S.A.C.:

Por el CLIENTE:

 Técnico Responsable
 DNI:

 Nombre:
 DNI:
 Cargo:

Figura 20. Informe técnico para revisión y diagnóstico de equipo

Inventarios de activos en sala de maquinas

El registro de inventario es un complemento del registro de equipos que nos brinda la información actualizada de los equipos en el cual se detallan y se visualiza de forma independiente cada electrobomba y la información relacionada de prioridad como ubicación, prioridad y fecha de adquisición. El registro se muestra en la tabla N°11.

Tabla 11. *Inventario de equipos en sala de maquinas*

N°	Descripción	Código	Marca	Modelo	Ubicación	Prioridad	Fecha de adquisición
1	Electrobomba multietapa vertical	EQ01-EC	Calpeda	MXV50-1604/C	Sala de maquinas	Alta	2014
2	Electrobomba multietapa vertical	EQ02-EC	Calpeda	MXV50-1604/C	Sala de maquinas	Alta	2014
3	Electrobomba multietapa vertical	EQ03-EC	Calpeda	MXV50-1604/C	Sala de maquinas	Alta	2014

Fuente: Elaboración propia

Operaciones de mantenimiento

El conjunto de operaciones para realizar el mantenimiento de los equipos en sala de máquinas fue elaborado según las especificaciones técnicas del fabricaciones y experiencia operacional del jefe de mantenimiento. El desarrollo de procedimiento de mantenimiento preventivo inicia con los siguientes pasos:

Planificación de mantenimiento preventivo

- ✓ El supervisor general planifica y elabora el programa de mantenimiento preventivo para un sistema de presión constante con tres electrobombas de multietapa de 10 HP (Tabla 11). El programa fue diseñado teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y experiencia operacional del jefe de mantenimiento.

- ✓ El programa de mantenimiento es presentado en el directorio de mantenimiento para la evaluación abierta, levantamiento de observaciones y aprobar los procedimientos. La información abstraída del directorio es elevada al supervisor general para que realice la corrección pertinente para luego ser aprobada por la gerencia operativa.
- ✓ Las actividades detalladas en el programa de mantenimiento preventivo son susceptibles a cambios o reprogramación actividades por diversos motivos (Cruce de horarios de intervención, supervisión de comisión de mantenimiento entre otros). De igual manera, de generarse una falla o evento que perjudique el funcionamiento del sistema reportado por el operario para brindarle asistencia.

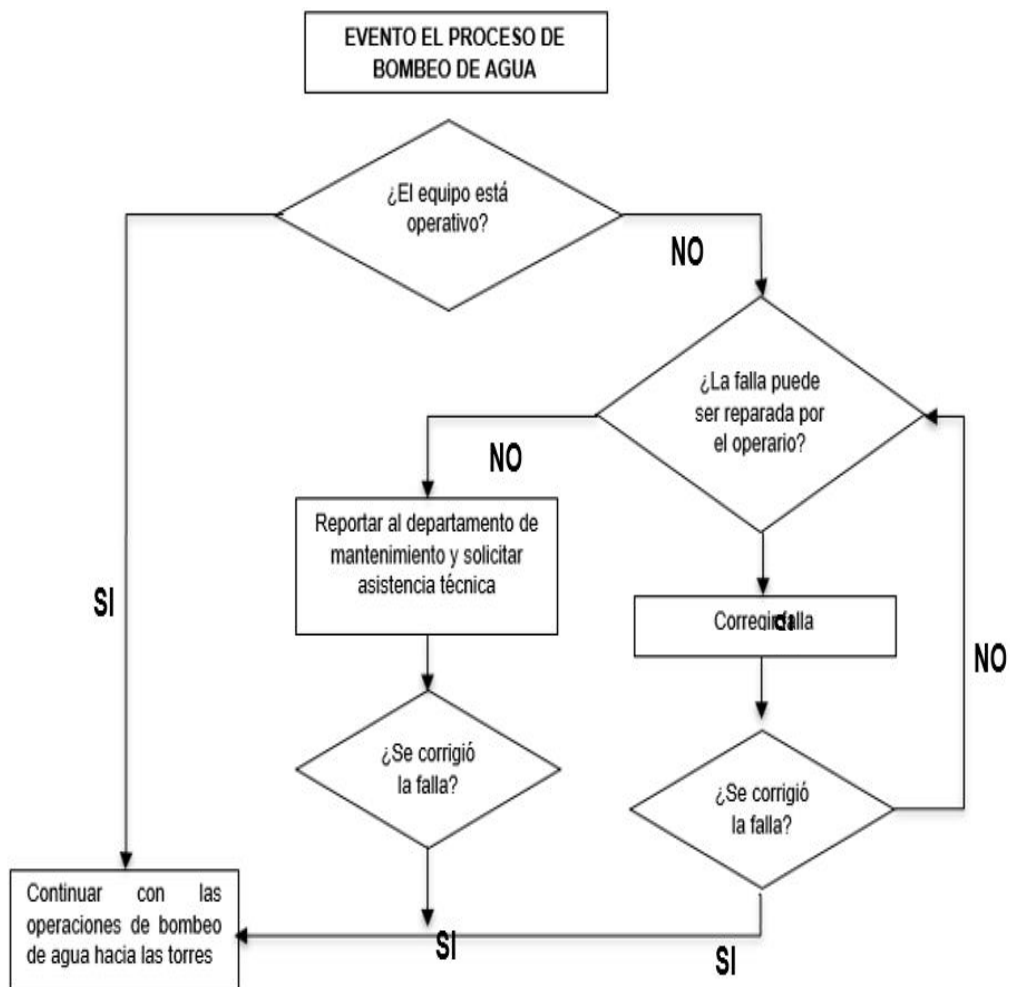


Figura 21. Diagrama de eventualidad de falla

Control de mantenimiento

- ✓ En el directorio de mantenimiento (sábado), el planner envía la información de mantenimiento al supervisor general sobre la programación de mantenimiento de las electrobombas y coordina la hora y fecha exacta considerando la carga laboral y la disminución de caudal que pudiera generarse.
- ✓ Si se requiere la intervención o contratación de un servicio externo (Metrología, Salubridad, transporte entre otros) se incluirá el servicio en la orden de compra en conjunto con los repuestos no existentes en almacén para ejecutar el mantenimiento.
- ✓ El coordinador de sala de máquinas recibirá las actividades programadas (Según cronograma de trabajo) para que sea registrada en el historial de mantenimiento.
- ✓ Dos días previos a la ejecución del mantenimiento, el planner notifica al supervisor general que el sistema será intervenido y si no hay observación se procede a comunicar al coordinador de sala de máquinas sobre la ejecución aprobada.
- ✓ De generarse o solicitarse una reprogramación de emergencia del mantenimiento debe ser comunicado de forma inmediata por parte del coordinador de sala de máquinas al planner de mantenimiento y supervisor general para evaluar la situación y validar la reprogramación.

Ejecución de mantenimiento preventivo

- ✓ Se emiten y registra la coordinación mediante el formato (OT) en relación con la clasificación del mantenimiento.
- ✓ Se realiza la solicitud y selección de la cuadrilla de técnicos (Mecánico, hidráulico y eléctrico)
- ✓ El personal designado se acercará al almacén para solicitar los insumos y herramientas a utilizar (Solo si lo requiere).
- ✓ El almacenero verificará los materiales y herramientas se encuentran existente en almacén (Stock) para entregar lo requerido y luego el solicitante firmará el registro de salida de su requerimiento. Caso contrario, emite una solicitud de

requerimiento de materiales, equipos o herramientas faltantes para la ejecución de los servicios.

- ✓ Dentro de la sala de máquinas se instaló un cerco de seguridad y señalización preventivas de igual manera se debe realizar registrar lo observado en la hoja de seguridad.
- ✓ La culminación del mantenimiento programado debe ser informada de manera inmediata al supervisor o responsable del sistema de bombeo en sala de máquinas para continuar con las pruebas finales y brindar la conformidad.
- ✓ La prueba de funcionamiento del sistema de bombeo junto con el detalle técnico de las observaciones por parte del personal técnico con relación a la orden trabajo y la ficha de registro de materiales empleados sellada por el jefe de mantenimiento para almacenar y cuantificar el registro de costo del mantenimiento.

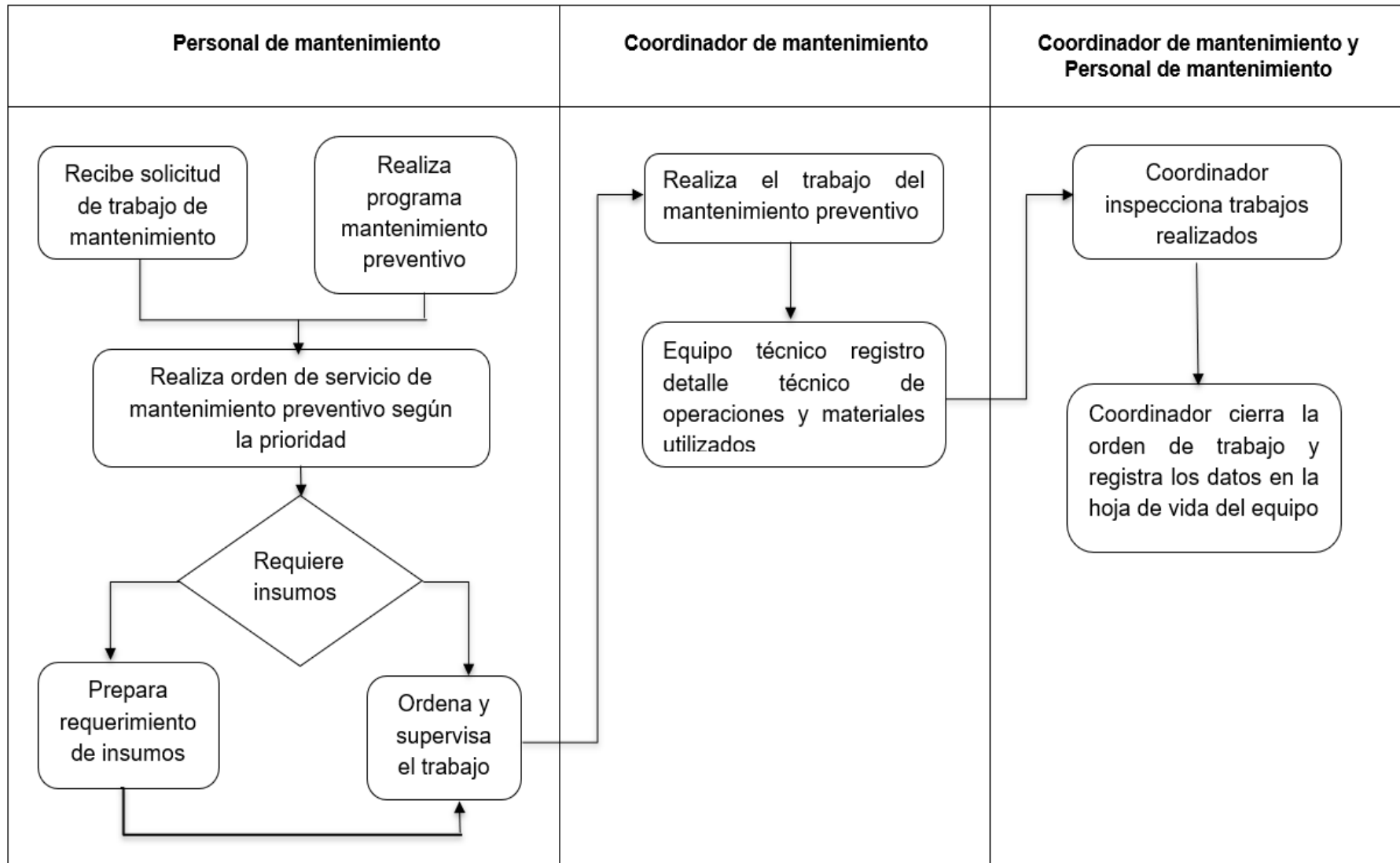


Figura 22. *Diagrama de asistencia técnica*

Tabla 12. Programa de actividades de mantenimiento preventivo

	Actividad	Condición del Equipo para Realizar la actividad		Duración estimada de actividad (Min)	Frecuencia	Responsable
		Encendido	Apagado			
Motor principal (WEG)	Inspección de cuerpo de bomba e hidráulica.	X		15	Diario	Operador
	Inspección de acoplamiento (lubricación y/o Alineación).		X	10	Diario	Operador
	Verificación de giro y ventilación de motor.	X		15	Diario	Operador
	Inspección rodamientos mecánico.		X	180	Mensual	Técnico mecánico
	Inspección de asiento de sello mecánico y eje de rotor.	X		120	Mensual	Técnico mecánico
	Lubricación de rodamiento.		X	90	Mensual	Técnico mecánico
	Balanceo de eje de rotor y calibración.		X	240	Anual	Técnico mecánico
	Barnizado de bobina (Motor trifásico).		X	120	Anual	Técnico mecánico
Sistema eléctrico	Toma de parámetros y verificación de suministro eléctrico (L1,L2 y L3) y consumo de corriente (AMP).	X	X	25	Diario	Operador
	Prueba de tensión y carga de sistema.	X		75	Semestral	Técnico electrónico
	Verificación y reemplazo de filtro de aire (Tablero).		X	20	Semestral	Técnico electrónico
	Limpieza de elementos auxiliares: Conmutadores, Luces Piloto, borneras de control.		X	60	Semestral	Técnico electrónico
	Revisión y ajustes del alambrado en general del circuito de mando y fuerza del tablero.		X	30	Semestral	Técnico electrónico
	Revisión de cableado en general, circuito de control y fuerza.		X	45	Semestral	Técnico electrónico

	Despiece y limpieza de variador de frecuencia		X	210	Anual	Técnico electrónico
	Verificación de funcionamiento de PLC Logo.	X		30	Anual	Técnico electrónico
Sistema hidráulico	Localizar existencia de fugas (Succión y descarga).	X		15	Diario	Operador
	Verificar medidor de flujo (Bridado).	X		10	Diario	Operador
	Verificar válvula de alivio rápido de presión en colector de descarga de electrobombas.	X		10	Diario	Operador
	Inspección visual de corrosión cuerpo de bomba, válvulas compuerta de succión y descarga.	X		30	Semanal	Operador
	Limpieza de transmisor de presión y conducto de medición.		X	25	Semestral	Técnico hidráulico
Dispositivos de control y pruebas generales	Inspección presión manométrica (PSI) .	X		10	Diario	Operador
	Verificación de transmisor de presión.		X	10	Diario	Operador
	Verificación de consumo y caudal (m³).	X		10	Diario	Operador
	Limpieza externa de la bomba.		X	10	Diario	Operador
	Purgado y precargado de tanque hidroneumático.		X	120	Semestral	Técnico hidráulico
	Prueba hidrostática general de red hidráulica y eficiencia de motor.	X		180	Anual	Técnico hidráulico

Fuente: *Elaboración propia*

Capacitación de equipo técnico

Se organizó una capacitación para reunir a todo el personal técnico y administrativo para compartir los detalles de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo para sistema de bombeo de conjuntos habitacionales. La capacitación fue dirigida por el gerente general Huaranga Peralta Luis Miguel y se entregó un manual de mantenimiento preventivo y sobre los beneficios que brindan al sistema y la ejecución del servicio. De igual manera, se convocaron a los coordinadores de sala de máquinas del sector inmobiliario norte para complementar sus conocimientos y experiencias ya que son ellos quien realizan y supervisan las actividades diarias de control y mantenimiento con conjunto con el equipo técnico (Anexo 9).

Tabla 14. Programa de capacitación en gestión de mantenimiento

CAPACITACION		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Fecha de inicio	28/08/21	Lugar: Calle Manuel mesones muro Mz C Lt 10	
Fecha de termino	30/08/21	Urb. San pedro de Garagay – S.M.P y sala de máquinas.	
Objetivo: Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo a sistema de bombeo.			
Dia 01 28/08/21	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a estrategias de mantenimiento preventivo. • Detalle de funcionamiento de sistema de presión constante y componentes. 		
Dia 02 29/08/21	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de programa de mantenimiento para sistema. • Procedimiento de aplicación <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha de recolección de datos y formatos. ➤ Periodicidad de mantenimiento. ➤ Cargos y funciones en aplicación de programa. 		
Dia 03 30/08/21	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica en módulo de mantenimiento de SPC para afianzar conocimiento del sistema. • Entrega de ficha de procedimiento. 		

Fuente: Elaboración propia

Categorización de periodicidad de mantenimiento

El programa de mantenimiento preventivo (PMP) nos permite clasificar los periodos de mantenimiento en dos categorías diferentes, la primera orientada al tiempo de empleado y/o desgaste de los equipos, y la segunda en relación con las especificaciones técnicas del fabricante del equipo y como se detalla en su manual de operaciones. Dichas categorías nos permiten establecer los trabajos a realizar que son los siguientes:

Mantenimiento Preventivo de periodo diario

- ✓ Inspección de cuerpo de bomba e hidráulica.
- ✓ Inspección de acoplamiento (lubricación y/o Alineación).
- ✓ Verificación de giro y ventilación de motor.
- ✓ Toma de parámetros y verificación de suministro eléctrico (L1, L2 y L3) y consumo de corriente (AMP).
- ✓ Localizar existencia de fugas (Succión y descarga).
- ✓ Verificar válvula de alivio rápido de presión en colector de descarga de electrobombas.
- ✓ Inspección presión manométrica (PSI).
- ✓ Verificación de transmisor de presión.
- ✓ Verificación de consumo y caudal (m³).
- ✓ Limpieza externa de la bomba.
- ✓ Verificar medidor de flujo (Bridado).

Mantenimiento Preventivo de periodo mensual

- ✓ Inspección rodamientos mecánico.
- ✓ Inspección de asiento de sello mecánico y eje de rotor.
- ✓ Lubricación de rodamiento.

Mantenimiento preventivo de periodo semestral

- ✓ Prueba de tensión y carga de sistema.
- ✓ Verificación y reemplazo de filtro de aire (Tablero).
- ✓ Limpieza de elementos auxiliares: Conmutadores, Luces Piloto, borneras de control.

- ✓ Revisión y ajustes del alambrado en general del circuito de mando y fuerza del tablero.
- ✓ Revisión de cableado en general, circuito de control y fuerza.
- ✓ Inspección visual de corrosión cuerpo de bomba, válvulas compuerta de succión y descarga.
- ✓ Limpieza de transmisor de presión y conducto de medición.
- ✓ Purgado y precargado de tanque hidroneumático.

Mantenimiento preventivo de periodo de mantenimiento anual

- ✓ Balanceo de eje de rotor y calibración.
- ✓ Barnizado de bobina (Motor trifásico).
- ✓ Despiece y limpieza de variador de frecuencia.
- ✓ Verificación de funcionamiento de PLC Logo.
- ✓ Prueba hidrostática general de red hidráulica y eficiencia de motor.

Resultados

La Figura 23 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-01 durante el periodo de octubre del 2021. El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-01 fue de **76.20%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como “Aceptable” (Anexo 13).

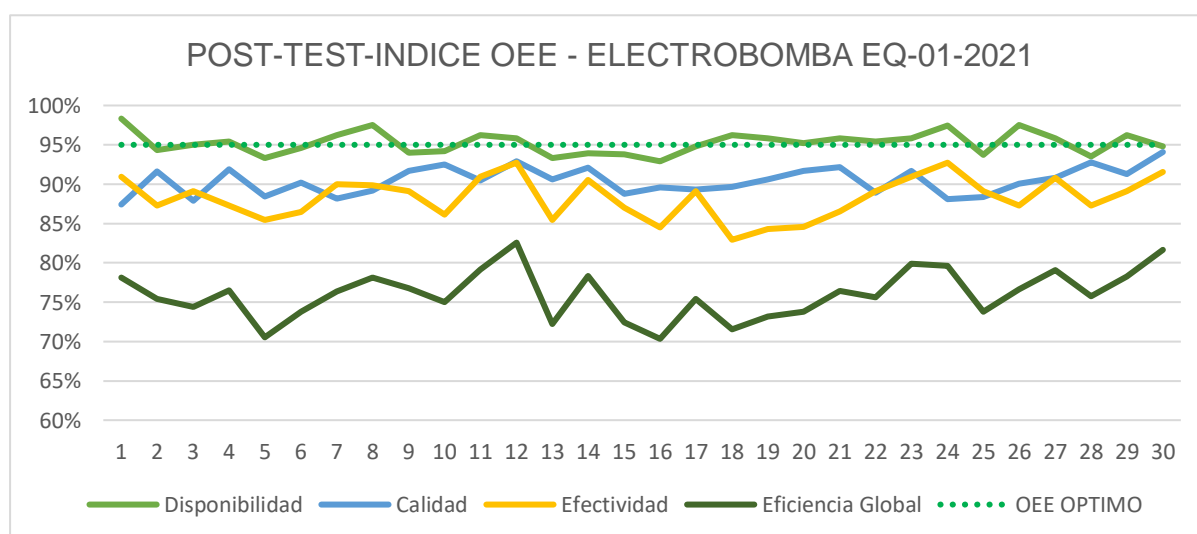


Figura 23. OEE – Electrobomba EQ-01 (Post-test - Octubre)

En la Figura 23 nos permite evidencia que durante los días 8, 12 y 23 del mes de octubre se registraron una disminución considerable del sonido emitido por el rodamiento mecánico del motor debido a la lubricación del rodamiento frontal y reemplazo del rodamiento posterior logrando así minimizar la falla con mayor frecuencia existente en el equipo. De igual manera, se rellenó el asiento del sello mecánico para lograr una continua estabilidad del sello cerámico (Cónico) y así evitar una filtración en recámara del eje principal de rotor. Centralizar la estrategia de mantenimiento en las fallas con mayor incidencia y tener un control de mantenimiento nos permitió obtener un índice de disponibilidad del 95%, un índice de calidad del 90%, índice de efectividad del 91% y una eficiencia global de 88%. De igual manera, el número de falla existen fueron solo 3 relacionadas con la falta de intervención técnica del equipo y el número de horas acumuladas de fallas funcionales fueron de 65.8 horas.

La Figura 24 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-02 durante el periodo de octubre del 2021. El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-02 fue de **75.68%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como "Aceptable" (Anexo 14).

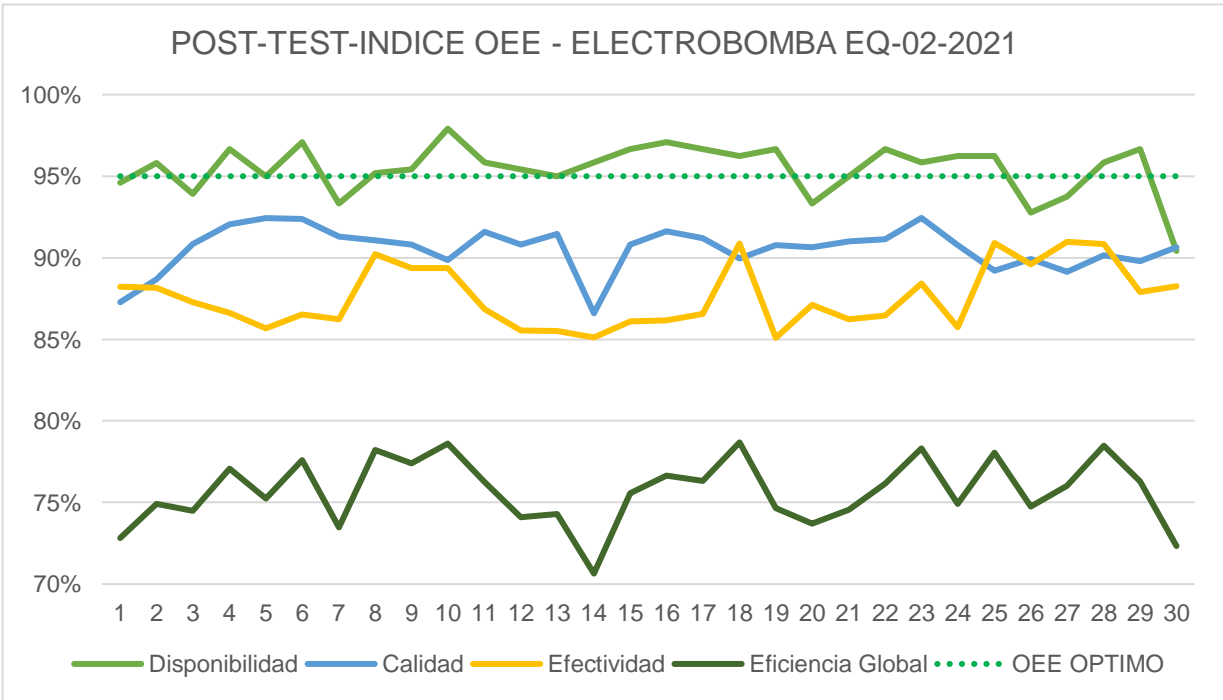


Figura 24. OEE – Electrobomba EQ-02 (Post-test - Octubre)

En la Figura 24 nos permite evidencia que durante los días 5 y 11 se logró realizar el megado de la bobina (Trifásica) que nos permitió identificar la celda defectuosa que ocasionaba el recalentamiento del motor y bloqueaba al variador de velocidad con el código (F004-Sobre intensidad). De igual manera, se restableció el registro de fallas de la programación en el logo y se reemplazó la celda dañada en el equipo. Así mismo, se reemplazó el sello mecánico deteriorado que desbastaba el asiento del sello por la fricción generado del motor corriendo posibles filtraciones. Centralizar la estrategia de mantenimiento en las fallas con mayor incidencia y tener un control de mantenimiento nos permitió obtener un índice de disponibilidad del 95%, un índice de calidad del 89%, índice de efectividad del 91% y una eficiencia global de 76%. De igual manera, el número de falla existen fueron solo 3 relacionadas con la falta de intervención técnica del equipo y el número de horas acumuladas de fallas funcionales fueron de 61 horas.

La Figura 25 presenta la data de la eficiencia global de la electrobomba EQ-03 durante el periodo de octubre del 2021. El promedio del indicador OEE para la electrobomba EQ-03 fue de **76.20%**. Según TSAROUHAS (Ver Tabla 1) el valor porcentual obtenido se califica como “Aceptable” (Anexo 15).

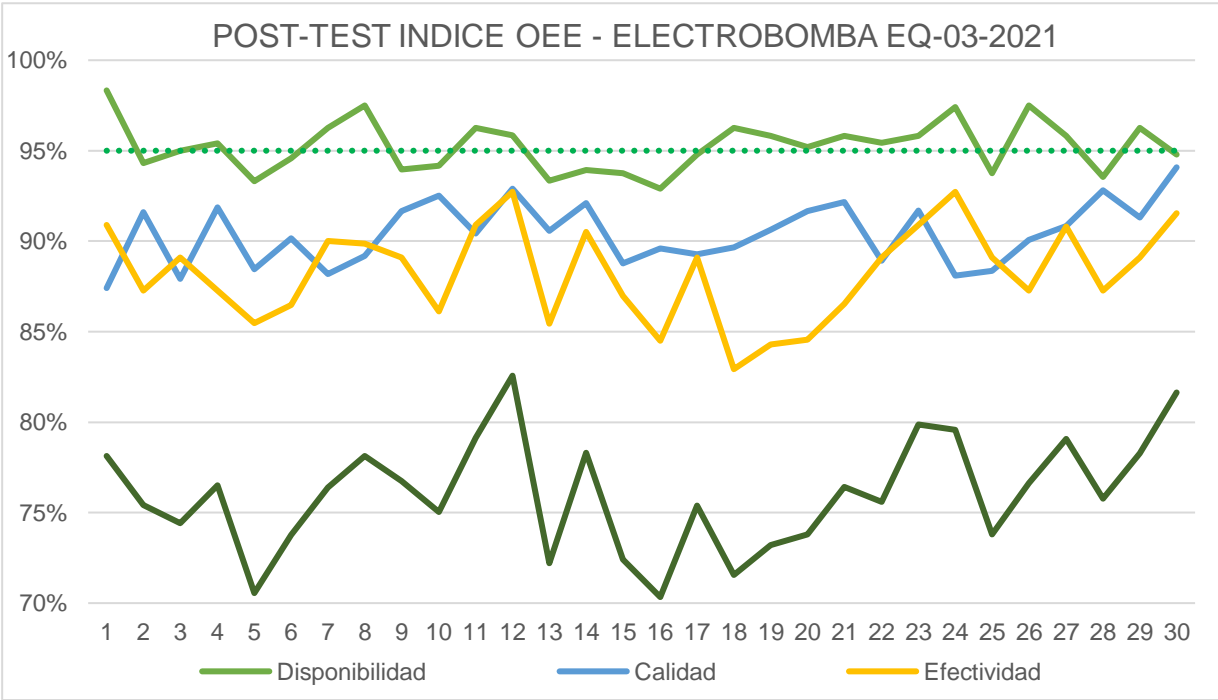


Figura 25. *Electrobomba EQ-03 (Post-test - Octubre)*

En la Figura 25 nos permite evidencia que durante el día 12 los impulsores y difusores con presencia de daño por cavitación menor fueron niveladas y alineadas con fundición de puntos en acero inoxidable y los accesorios con daño irreparable fueron reemplazados por etapas nuevas. De igual manera, se realizó el alineamiento del soporte de difusor para evitar el desprendimiento y desplazamiento incorrecto de la posición de la hidráulica. La intervención y corrección de la hidráulica nos permitió restablecer la presión en el sistema de 15 PSI a 75 PSI que nos permitió alimentar de forma constante las torres afectadas por la insuficiencia de agua y centralizar la estrategia de mantenimiento en las fallas con mayor incidencia y tener un control de mantenimiento nos permitió obtener un índice de disponibilidad del 96%, un índice de calidad del 91%, índice de efectividad del 89% y una eficiencia global de 78%. De igual manera, el número de falla existen fueron solo 3 relacionadas con la falta de intervención técnica del equipo y el número de horas acumuladas de fallas funcionales fueron de 61.8 horas.

Tabla 15. Resumen de promedio global de OEE (Post-test - Octubre)

Numero de maquinas	Promedio Disponibilidad	Promedio calidad	Promedio Efectividad	Promedio Eficiencia Global por equipo	Clasificación de OEE
EQ-01	94.46%	89.61%	90.01%	76.16%	Aceptable
EQ-02	95.44%	90.54%	87.59%	75.68%	Aceptable
EQ-03	95.24%	90.43%	88.26%	76.02%	Aceptable
PROMEDIO	95.05%	90.19%	88.62%	Aceptable
Promedio de Eficiencia Global del Sistema				75.96%	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

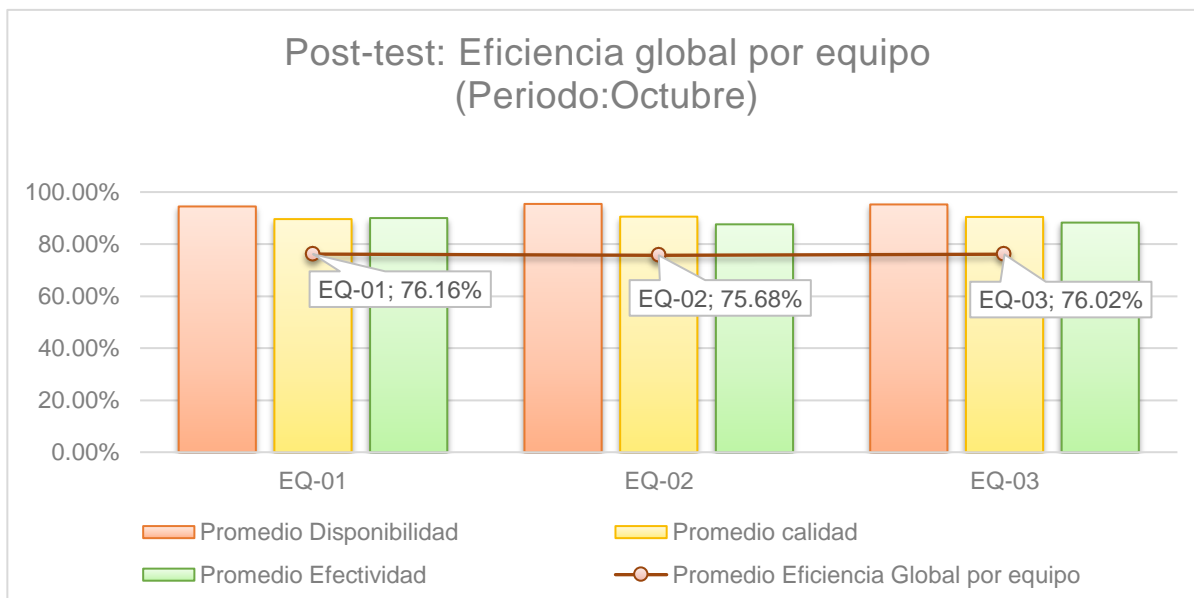


Figura 26. Gráfico de eficiencia global por equipo (Post-test)

La Tabla 15 y Figura 26 nos permite visualizar los indicadores de disponibilidad, calidad, efectividad respectivamente. El promedio general de eficiencia global de las electrobombas evaluadas es del 75.96% calificado como “Aceptable” según TSAROUHAS (Ver Tabla 1).

COMPARACION DEL PRE-TEST Y POST-TEST

En la Tabla 16 podemos visualizar que los indicadores de disponibilidad, calidad y efectividad relacionados con la eficiencia global (OEE) de la electrobomba multietapa vertical EQ-01 se ha incrementado con la aplicación de gestión de mantenimiento, como se muestran en la equiparación de datos del pre y post test (Anexo 19).

Tabla 16. Comparación de índices EQ-01 Pre-test y Post-test

Equipo EQ-01	Disponibilidad	Calidad	Efectividad	Eficiencia Global (OEE)
PRE-TEST	40.35%	88.99%	85.50%	53.12%
POST-TEST	94.46%	89.61%	90.01%	76.16%
MEJORA (%)	57.28%	0.69%	5.00%	30.25%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 se observa que la tendencia del índice de eficiencia global (OEE) ha mejorado su valor porcentual ya que durante el periodo del pre-test los valores obtenidos no superaban y oscilaban por debajo del 60 % alcanzado un promedio de tenía 53.12% en contraposición a los valores alcanzados posteriormente a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo que permitió mantener los valores por encima del 70% de forma constante y logrando un promedio de 76.16%.

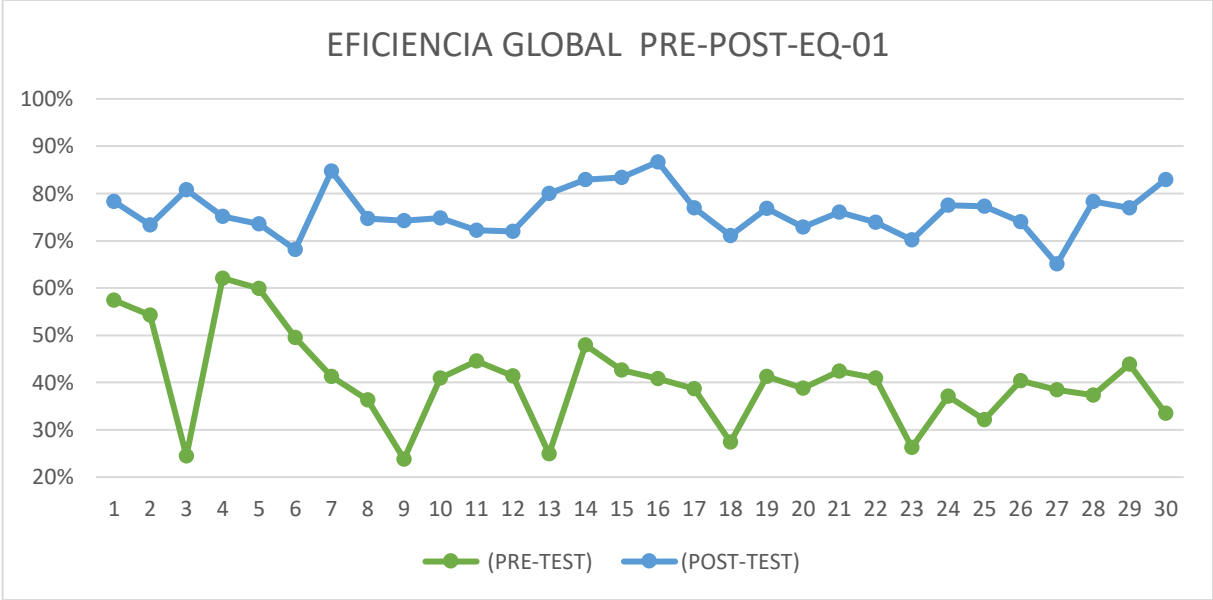


Figura 27. Eficiencia Global Pre-test y Post-test -EQ-01

En la Tabla 17 podemos visualizar que los indicadores de disponibilidad, calidad y efectividad relacionados con la eficiencia global (OEE) de la electrobomba multietapa vertical EQ-02 se ha incrementado con la aplicación de gestión de mantenimiento, como se muestran en la equiparación de datos del pre y post test (Anexo 20).

Tabla 17. Comparación de Índices EQ-02 Pre-test y Post-test

Equipo EQ-02	Disponibilidad	Calidad	Efectividad	Eficiencia Global (OEE)
PRE-TEST	45.07%	88.76%	84.65%	59.96%
POST-TEST	95.44%	90.54%	87.59%	75.68%
MEJORA (%)	52.77%	1.97%	3.36%	20.77%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se observa que la tendencia del índice de eficiencia global (OEE) ha mejorado su valor porcentual ya que durante el periodo del pre-test los valores obtenidos no superaban y oscilaban por debajo del 60 % alcanzado un promedio que tenía 59.96% en contraposición a los valores alcanzados posteriormente a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo que permitió mantener los valores por encima del 70% de forma constante y logrando un promedio de 75.68%.

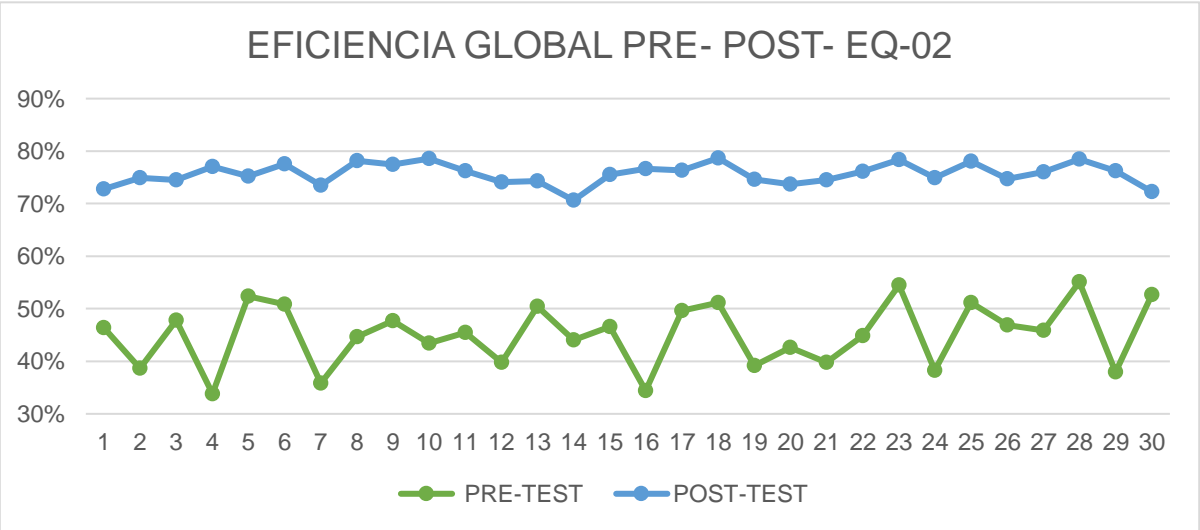


Figura 28. Eficiencia Global Pre-test y Post-test - EQ-02

En la Tabla 18 podemos visualizar que los indicadores de disponibilidad, calidad y efectividad relacionados con la eficiencia global (OEE) de la electrobomba multietapa vertical EQ-03 se ha incrementado con la aplicación de gestión de mantenimiento, como se muestran en la equiparación de datos del pre y post test (Anexo 21).

Tabla 18. Comparación de Índices EQ-03 Pre-test y Post-test

Equipo EQ-03	Disponibilidad	Calidad	Efectividad	Eficiencia Global (OEE)
PRE-TEST	38.49%	88.23%	81.37%	53.49%
POST-TEST	95.24%	90.43%	88.26%	76.02%
MEJORA (%)	59.58%	2.43%	7.81%	29.64%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29 se observa que la tendencia del índice de eficiencia global (OEE) ha mejorado su valor porcentual ya que durante el periodo del pre-test los valores obtenidos no superaban y oscilaban por debajo del 60 % alcanzado un promedio que tenía 53.49% en contraposición a los valores alcanzados posteriormente a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo que permitió mantener los valores por encima del 70% de forma constante y logrando un promedio de 76.02%.

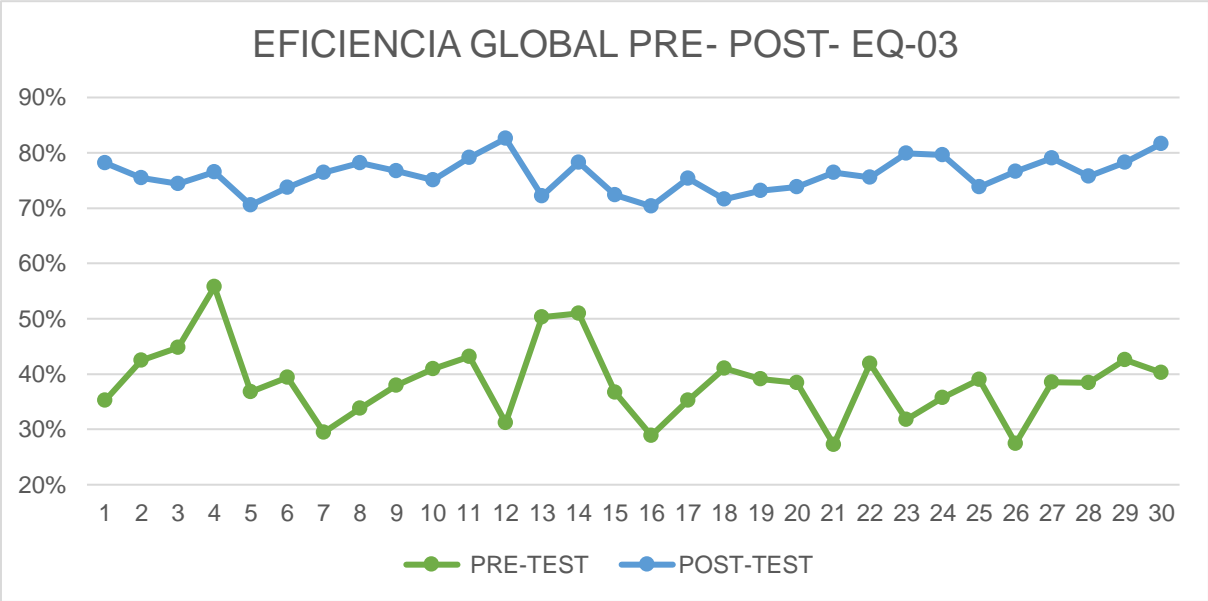


Figura 29. Eficiencia Global Pre-test y Post-test - EQ - 03

Análisis económico – Financiero

Para realizar el análisis económico financiero se toma en consideración todos los costos que inciden en la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo realizado en la empresa HP General Services S.A.C como artículos y equipos de oficina, consumibles, repuestos, equipos, instrumentos y dispositivos técnicos y entrenamiento de personal. Como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 19. Presupuesto de implementación

EQUIPO Y ARTICULOS DE OFICINA	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
Hojas bond A4 80 g/m ²	Millar	1	S/ 20.00	S/ 20.00
Lapiceros	Caja	1	S/ 10.00	S/ 10.00
Engrampador	Unidad	1	S/ 12.00	S/ 12.00
Perforador	Unidad	1	S/ 8.00	S/ 8.00
Archivadores	Unidad	2	S/ 5.50	S/ 11.00
Tablero acrílico	Unidad	5	S/ 6.00	S/ 30.00
Informe técnico	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Formato de ficha técnica de equipos	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Check List de mantenimiento diario	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Formato de solicitud de mantenimiento	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Formato de ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo (OT- MP)	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Formato de procedimiento de intervención o reemplazo de partes.	Millar	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Portátil	Unidad	1	S/ 1,600.00	S/ 1,600.00
Escritorio	Unidad	1	S/ 120.00	S/ 120.00
Teléfono móvil	Unidad	1	S/ 600.00	S/ 600.00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
Llaves stilson 14"-18"-22"	Unidad	3	S/ 22.00	S/ 66.00
Llave francesa	Unidad	4	S/ 18.00	S/ 72.00
Kit de llaves mixtas	Unidad	1	S/ 35.00	S/ 35.00
Destornilladores estándar y perilleros	Unidad	2	S/ 48.00	S/ 96.00
Multímetro digital	Unidad	1	S/ 120.00	S/ 120.00
Pinza Perimétrica	Unidad	1	S/ 350.00	S/ 350.00
Llave cadena 8"	Unidad	2	S/ 25.00	S/ 50.00
Kit de llaves Allen tipo 1-2-4-6	Unidad	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Kit de alicates corte, pinza y estándar	Unidad	2	S/ 35.00	S/ 70.00
Extractor de rodamientos manual	Unidad	1	S/ 90.00	S/ 90.00
Kit de llaves de boca y copa	Caja	1	S/ 220.00	S/ 220.00
Pluma hidráulica 2TN	Unidad	1	S/ 180.00	S/ 180.00

Tecle manual	Unidad	1	S/ 270.00	S/ 270.00
Wincha Pasacables Nylon	Unidad	2	S/ 15.00	S/ 30.00
EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL				
Casco de seguridad	Unidad	5	S/ 20.00	S/ 100.00
Guantes anticorte (Grado 5)	Caja	1	S/ 30.00	S/ 30.00
Lentes de seguridad (Antiempañantes)	Caja	1	S/ 8.00	S/ 8.00
Orejeras tipo vincha	Unidad	5	S/ 15.00	S/ 75.00
Mascarilla KN95	Caja	5	S/ 120.00	S/ 600.00
Botas con punta de acero	Unidad	5	S/ 90.00	S/ 450.00
CAPACITACION DE PERSONAL				
Capacitación de estrategias y ejecución de gestión de mantenimiento preventivo.	Horas	5	S/ 90.00	S/ 450.00
RECURSO HUMANO				
Supervisor	Dia	30	55	S/ 1,650.00
Planner	Dia	30	45	S/ 1,350.00
técnico	Dia	30	40	S/ 1,200.00
Auxiliar de mantenimiento	Dia	30	35	S/ 1,050.00
			Total	S/11,373.00

El presupuesto de implementación a invertir asciende a la suma de S/11,373.00 con los cuales se proyecta cubrir los aspectos técnicos y logísticos de la aplicación de gestión de mantenimiento de equipos.

Tabla 20. Ahorro mensual (Pre-test y Post-test)

AHORRO DE PRE-TEST Y POST-TEST	
COSTO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO PRE-TEST (SETIEMBRE)	S/11,296.00
COSTO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO POST-TEST (OCTUBRE)	S/3,521.00
TOTAL	S/.7,775.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo de reparación de equipos (Periodo: Setiembre 2021 / SM-A

MONETARIO – PRE-TEST (SETIEMBRE)				
MATERIALES Y RESPUESTOS	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
Rodamiento mecánico (Interior de jebe)	Unidad	6	S/ 85.00	S/ 510.00
Sello mecánico cónico 3/4	Unidad	3	S/ 140.00	S/ 420.00
Suple -Espaciador cerámico	Unidad	8	S/ 55.00	S/ 440.00
Ventilador para eje de rotor	Unidad	3	S/ 32.00	S/ 96.00
Logo (Siemens)	Unidad	1	S/ 850.00	S/ 850.00
Variador de velocidad marca ABB mod AC310 de 7.50 HP (PH3)	Unidad	1	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
Etapa hidráulica inoxidable EP3	Unidad	5	S/ 350.00	S/ 1,750.00
Colector HDPE 6"x3.20 Mts con ocho salidas de 1 1/2 para succión de bomba	Unidad	1	S/ 2,800.00	S/ 2,800.00
válvula antirretorno tipo york de 1 1/2"	Unidad	3	S/ 120.00	S/ 360.00
Lubricante multigrado	Unidad	4	S/ 10.00	S/ 40.00
Pasta lubricante	Unidad	2	S/ 20.00	S/ 40.00
Adhesivo epóxido	Unidad	3	S/ 45.00	S/ 135.00
Pasta abrasiva (Novarundum)	Unidad	1	S/ 35.00	S/ 35.00
Cable INDECO N°12	Unidad	1	S/ 320.00	S/ 320.00
TOTAL				S/11,296.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Costo de reparación de equipos (Periodo: Octubre 2021 / SM-A)

MONETARIO - OCTUBRE (POST-TEST)					
MATERIALES Y RESPUESTOS	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	
Rodamiento mecánico (Interior de jebe)	Unidad	3	S/ 85.00	S/ 255.00	
Sello mecánico cónico 3/4	Unidad	1	S/ 140.00	S/ 140.00	
Suple - Espaciador cerámico	Unidad	5	S/ 55.00	S/ 440.00	
Ventilador para eje de rotor	Unidad	3	S/ 32.00	S/ 96.00	
manómetro de 0-12 Bar	Unidad	4	S/ 120.00	S/ 480.00	
Automático de nivel para cisterna	Unidad	2	S/ 180.00	S/ 360.00	
válvula de alivio rápido	Unidad	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	
Lubricante multigrado	Unidad	4	S/ 10.00	S/ 40.00	
Pasta lubricante	Unidad	2	S/ 20.00	S/ 40.00	
Adhesivo epóxido	Unidad	3	S/ 45.00	S/ 135.00	
Pasta abrasiva (Novarundum)	Unidad	1	S/ 35.00	S/ 35.00	
TOTAL				S/ 3,521.00	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se presentan los datos utilizados para hallar el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y Costo Beneficio.

Tabla 23. Ingresos y egresos en 12 meses

INGRESOS Y EGRESOS EN 12 MESES													
	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
Margen de Ahorro		S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0	S/ 7,775.0
Inversion	-S/ 11,296.00												

Tabla 24. Cálculo de VAN, TIR y Costo Beneficio

VAN, TIR Y COSTO BENEFICIO	
VAN	S/ 30,849
COK ANUAL	15%
COK MENSUAL	1.2%
TIR	24%
B/C	1.37

El valor actual neto para un horizonte de 12 meses, el VAN fue de S/. 30,849.00 los que fueron calculados con una tasa COK anual de interés de ahorro plazo fijo promedio del mercado peruano de una entidad financiera de 15%.

La TIR calculada para el mismo horizonte de tiempo fue del 24 %, superior al costo de oportunidad de capital (COK) del 15% en ahorro plazo fijo de una entidad financiera peruana, quiere decir que lo mínimo que desea ganar el empresario es el 15% que le ofrece una entidad financiera sin correr ningún tipo de riesgo.

VAN: La aplicación de gestión de mantenimiento preventivo se acepta porque el valor del VAN es mayor a cero ($VAN > 0$) y permitiría generar una utilidad de S./ 30,849. en un periodo de doce (12) meses.

TIR: La aplicación de gestión de mantenimiento preventivo se acepta porque la Tasa Interna de Retorno es mayor al Costo de Oportunidad del Capital ($TIR > COK$), así también es mayor a la tasa que ofrecen cualquier identidad financiera en el mercado en la actualidad.

IR: La implementación del sistema de mantenimiento preventivo está generando una rentabilidad de S./ 1.37 por cada sol invertido en el proyecto.

VI. RESULTADOS

Análisis descriptivo

En la Tabla 25 y Figura 30 podemos evidenciar el comportamiento del índice de disponibilidad con relación al tiempo operativo y carga durante un periodo de cuatro semanas (Pre-test) previo a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo en la sala de máquinas 1A y posterior a ella durante un lapso de cuatro semanas (Post-test) para visualizar un incremento favorable de la disponibilidad.

Tabla 25. Análisis descriptivo del índice de disponibilidad

		Estadísticos	
		Disponibilidad Post-Test	Disponibilidad Pre-test
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		95,1000	88,6667
Mediana		95,0000	89,0000
Desv. Desviación		,71197	1,88155
Asimetría		-,762	,454
Error estándar de asimetría		,427	,427
Curtosis		1,465	,082
Error estándar de curtosis		,833	,833
Mínimo		93,00	85,00
Máximo		96,00	93,00

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

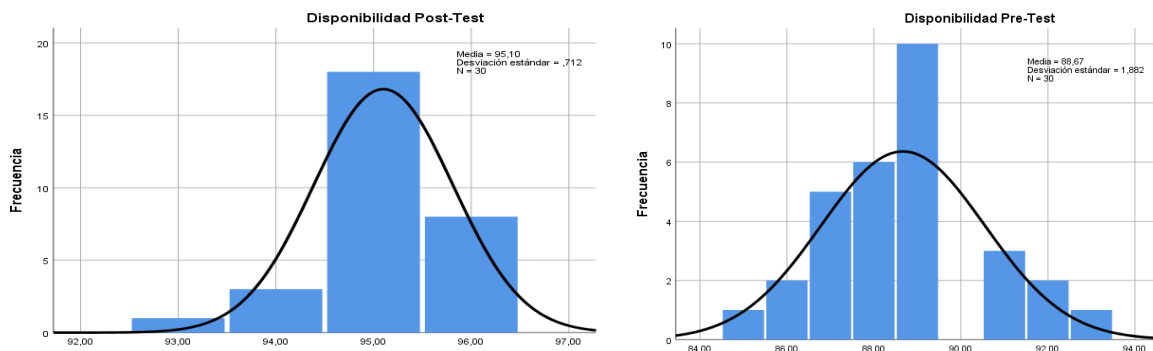


Figura 30. Histograma de índice de disponibilidad (Pre y Post-test)

Interpretación: En la Tabla 25 se manifiesta que las categorías de contrastación de los equipos de bombeo antes de la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenían una valoración media de 88.66 en contraste con un 95.10 obtenido luego de la aplicación. Así mismo, teniendo en cuenta el histograma y la equiparación del rango máximo y mínimo del pre-test y post-test se evidencio un valor mínimo de 85 hasta un máximo de 93. Sin embargo, luego de la aplicación se tuvo como resultado un valor mínimo de 93 hasta un máximo de 96, confirmando así un progreso notable con la gestión de mantenimiento preventivo.

En la Tabla 26 y Figura 31 podemos evidenciar el comportamiento del índice de calidad referente al tiempo de efectivo y real durante un periodo de cuatro semanas (Pre-test) previo a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo en la sala de máquinas 1A y posterior a ella durante un lapso de cuatro semanas (Post-test) para visualizar un incremento favorable de la calidad.

Tabla 26. *Análisis descriptivo del índice de calidad*

		Estadísticos	
		Calidad Post-Test	Calidad Pre-Test
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		90,2333	83,8000
Mediana		90,0000	84,0000
Desv. Desviación		1,04000	2,07448
Asimetría		-,701	-,037
Error estándar de asimetría		,427	,427
Curtosis		2,123	-,523
Error estándar de curtosis		,833	,833
Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25			
Mínimo		87,00	80,00
Máximo		92,00	88,00

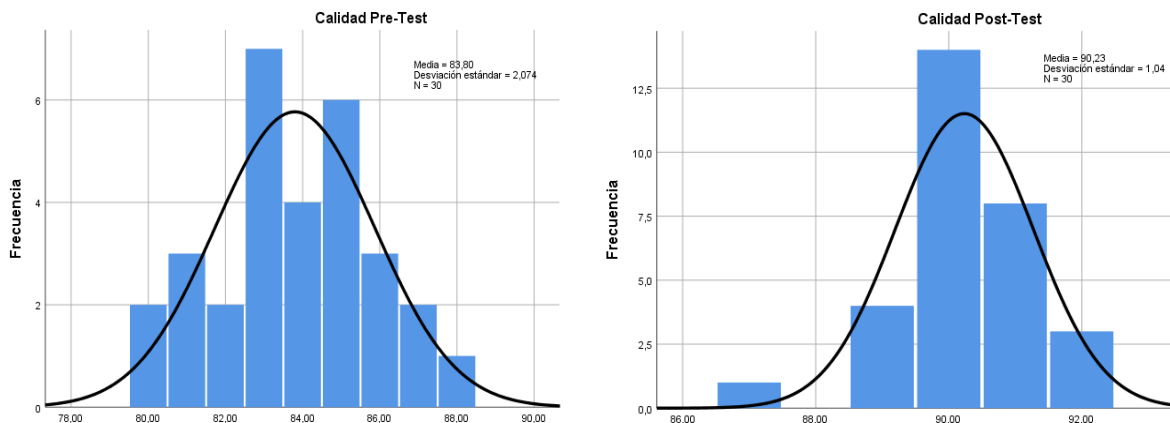


Figura 31. *Histograma de Índice de calidad (Pre y Post-test)*

Interpretación: La Tabla 26 manifiesta que las categorías de contrastación de los equipos de bombeo antes de la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenían una valoración media de 83.80 en contraste con un 90.23 obtenido luego de la aplicación. Así mismo, teniendo en cuenta el histograma y la equiparación del rango máximo y mínimo del pre-test y post-test se evidencio un valor mínimo de 80 hasta un máximo de 87. Sin embargo, luego de la aplicación se tuvo como resultado un valor mínimo de 88 hasta un máximo de 92, confirmando así un progreso notable con la gestión de mantenimiento preventivo.

En la Tabla 27 y Figura 32 podemos evidenciar el comportamiento del índice efectividad referente caudal real y planificado durante un periodo de cuatro semanas (Pre-test) previo a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo en la sala de máquinas 1A y posterior a ella durante un lapso de cuatro semanas (Post-test) para visualizar un incremento favorable de la efectividad.

Tabla 27. Análisis descriptivo del índice de efectividad

		Estadísticos	
		Efectividad Post-test	Efectividad Pre-test
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		88,5000	55,5333
Mediana		88,5000	54,0000
Desv. Desviación		1,71705	5,61238
Asimetría		-,241	,815
Error estándar de asimetría		,427	,427
Curtosis		-,385	,391
Error estándar de curtosis		,833	,833
Mínimo		85,00	46,00
Máximo		92,00	69,00

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

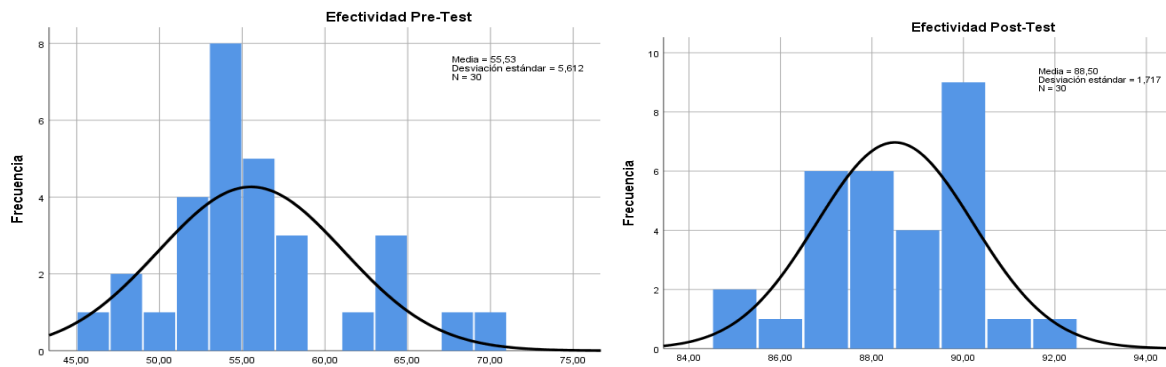


Figura 32. Histograma de índice de efectividad (Pre y Post-test)

Interpretación: La Tabla 27 manifiesta que las categorías de contrastación de los equipos de bombeo antes de la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenían una valoración media de 55.53 en contraste con un 88.50 obtenido luego de la aplicación. Así mismo, teniendo en cuenta el histograma y la equiparación del rango máximo y mínimo del pre-test y post-test se evidencio un valor mínimo de 46 hasta un máximo de 88.50. Sin embargo, luego de la aplicación se tuvo como resultado un valor mínimo de 69 hasta un máximo de 92, confirmando así un progreso notable con la gestión de mantenimiento preventivo.

En la Tabla 28 y Figura 33 podemos evidenciar el comportamiento del índice de eficiencia global referente al producto de disponibilidad, calidad y efectividad durante un periodo de cuatro semanas (Pre-test) previo a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos de bombeo en la sala de máquinas 1A y posterior a ella durante un lapso de cuatro semanas (Post-test) para visualizar un incremento favorable de la eficiencia global.

Tabla 28. *Análisis descriptivo del índice de eficiencia global*

		Estadísticos	
		Eficiencia global Post-test	Eficiencia global Pre-test
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		75,9000	41,3667
Mediana		76,0000	41,0000
Desv. Desviación		1,56139	4,13966
Asimetría		-,405	,648
Error estándar de asimetría		,427	,427
Curtosis		-,068	-,063
Error estándar de curtosis		,833	,833
Mínimo		73,00	35,00
Máximo		79,00	51,00

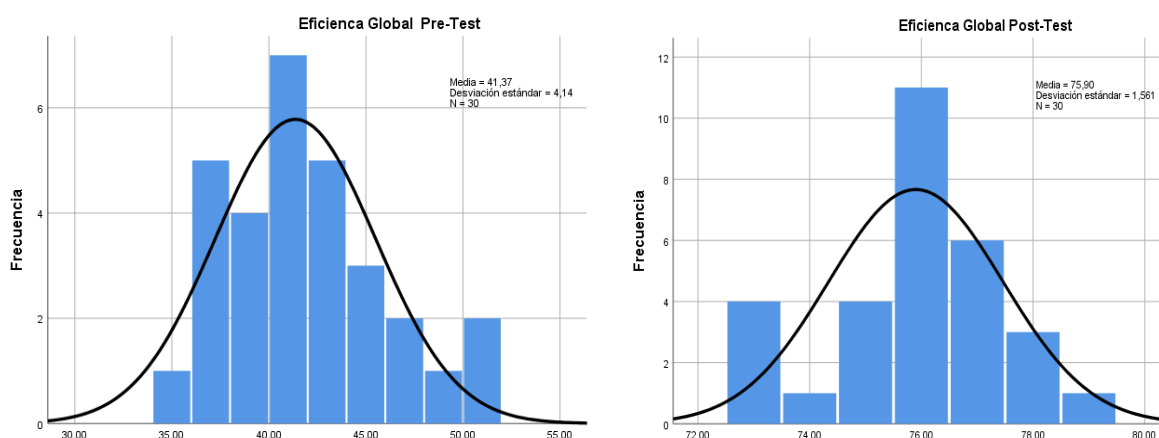


Figura 33. *Histograma de índice de OEE (Pre y Post-test)*

Interpretación: La Tabla 28 manifiesta que las categorías de contrastación de los equipos de bombeo antes de la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenían una valoración media de 41.36 en contraste con un 75.90 obtenido luego de la aplicación. Así mismo, teniendo en cuenta el histograma y la equiparación del rango máximo y mínimo del pre-test y post-test se evidencio un valor mínimo de 35 hasta un máximo de 73. Sin embargo, luego de la aplicación se tuvo como resultado un valor mínimo de 51 hasta un máximo de 79, confirmando así un progreso notable con la gestión de mantenimiento preventivo.

Análisis inferencial

El análisis inferencial en nuestra investigación tiene como objetivo realizar un contraste e inferir sobre en una población con relación a la información englobada en la muestra mediante la utilización de estadígrafos con la finalidad de demostrar el aumento del índice de eficiencia global en los equipos de la empresa HPGS S.A.C-2021. Ante ello, se procederá a realizar la prueba de normalidad a nuestra muestra durante un periodo de ocho semanas y al contar con datos menores a 30 utilizará la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 29. Regla de decisión – Prueba de normalidad para muestras

Significancia	Muestra		Interpretación	Estadígrafo
	Pre-test	Post-test		
$P_{sig} > 0.05$	Si	Si	Paramétrico	T-Student
$P_{sig} \leq 0.05$	Si	No	No Paramétrico	Wilcoxon
$P_{sig} \leq 0.05$	No	Si	No Paramétrico	Wilcoxon
$P_{sig} \leq 0.05$	No	No	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Elaboración Propia

Análisis Hipótesis General

H_a: La aplicación de gestión de mantenimiento mejora la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

H_o: La aplicación de gestión de mantenimiento no mejora la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Regla de decisión:

Si Valor $p > 0.05$, se acepta la Hipótesis nula (H_0).

Si Valor $p < 0.05$, se rechaza la Hipótesis nula (H_0).

Tabla 30. Prueba de normalidad de eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Global Pre-Test	,139	30	,143	,953	30	,200
Eficiencia Global Post-Test	,226	30	,000	,919	30	,025

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 30, se puede visualizar que la eficiencia global previo a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenía un valor de significancia de 0.200 (Pre-test), estableciendo un valor mayor al 0.05 siendo indicativo de un comportamiento paramétrico. Por otra parte, el valor de significancia posterior a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo fue de 0.025 (Post-test) siendo menor al 0.05 evidenciando un comportamiento no paramétrico. Ante ello, la regla de decisión - prueba de normalidad (Tabla 29) establece que al presentarse un comportamiento paramétrico y no paramétrico la interpretación resultante para la hipótesis general es no paramétrico por lo cual corresponder la utilización del estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 31. Prueba de rangos de eficiencia global

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia global Pre-test	Rangos negativos	30 ^a	15,50	465,00
Eficiencia global Post-test	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Eficiencia global Pre-test < Eficiencia global Post-test

b. Eficiencia global Pre-test > Eficiencia global Post-test

c. Eficiencia global Pre-test = Eficiencia global Post-test

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

Tabla 32. Estadístico de prueba de Wilcoxon para eficiencia global (OEE)

Estadísticos de prueba ^a		Eficiencia global Pre-test - Eficiencia global Post-test
Z		-4,786 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 32, se contrasta que el valor de significancia en la prueba de Wilcoxon en relación con la eficiencia global del pre-test y post-test fue de 0.000, encontrándose por debajo del 0.05 y según lo establece la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis general manifestando que la aplicación de gestión de mantenimiento mejora la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Análisis de la primera hipótesis específica

Hipótesis específica 1

H_a: La aplicación de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

H_o: La aplicación de gestión de mantenimiento no mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Regla de decisión:

Si Valor $p > 0.05$, se acepta la Hipótesis nula (H_0).

Si Valor $p < 0.05$, se rechaza la Hipótesis nula (H_0).

Tabla 33. Prueba de normalidad de disponibilidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad Pre-Test	,230	30	,000	,940	30	,093
Disponibilidad Post-Test	,311	30	,000	,788	30	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 33, se puede visualizar que la disponibilidad previa a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenía un valor de significancia de 0.093 (Pre-test), estableciendo un valor mayor al 0.05 siendo indicativo de un comportamiento paramétrico. Por otra parte, el valor de significancia posterior a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo fue de 0.000 (Post-test) siendo menor al 0.05 evidenciando un comportamiento no paramétrico. Ante ello, la regla de decisión - prueba de normalidad (Tabla 29) establece que al presentarse un comportamiento paramétrico y no paramétrico la interpretación resultante para la hipótesis específica 01 es no paramétrico por lo cual corresponder la utilización del estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 34. Prueba de rangos de disponibilidad

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Disponibilidad Pre-test –	Rangos negativos	30 ^a	15,50	465,00
Disponibilidad Post-Test	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Disponibilidad Pre-test < Disponibilidad Post-Test

b. Disponibilidad Pre-test > Disponibilidad Post-Test

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

Tabla 35. Estadístico de prueba de Wilcoxon para disponibilidad

Estadísticos de prueba^a

Disponibilidad Pre-test - Disponibilidad Post-Test

Z	-4,799 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 35, se contrasta que el valor de significancia en la prueba de Wilcoxon en relación con la disponibilidad del pre-test y post-test fue de 0.000, encontrándose por debajo del 0.05 y según lo establece la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica 01 manifestando que la aplicación de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Análisis de la segunda hipótesis específica

Hipótesis específica 2

H_a: La aplicación de gestión de mantenimiento mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

H_o: La aplicación de gestión de mantenimiento no mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Regla de decisión:

Si Valor $p > 0.05$, se acepta la Hipótesis nula (H_0).

Si Valor $p < 0.05$, se rechaza la Hipótesis nula (H_0).

Tabla 36. Prueba de normalidad de calidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Calidad Pre-Test	,119	30	,200*	,968	30	,479
Calidad Post-Test	,245	30	,000	,875	30	,002

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 36, se puede visualizar que la calidad previa a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenía un valor de significancia de 0.479 (Pre-test), estableciendo un valor mayor al 0.05 siendo indicativo de un comportamiento paramétrico. Por otra parte, el valor de significancia posterior a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo fue de 0.002 (Post-test) siendo menor al 0.05 evidenciando un comportamiento no paramétrico. Ante ello, la regla de decisión - prueba de normalidad (Tabla 29) establece que al presentarse un comportamiento paramétrico y no paramétrico la interpretación resultante para la hipótesis específica 02 es no paramétrico por lo cual corresponder la utilización del estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 37. Prueba de rangos de calidad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Calidad Pre-Test - Calidad Post-Test	Rangos negativos	30 ^a	15,50	465,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Calidad Pre-Test < Calidad Post-Test

b. Calidad Pre-Test > Calidad Post-Test

c. Calidad Pre-Test = Calidad Post-Test

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

Tabla 38. Estadístico de prueba de Wilcoxon para calidad

Estadísticos de prueba ^a		Calidad Pre-Test - Calidad Post-Test
Z		-4,793 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 38, se contrasta que el valor de significancia en la prueba de Wilcoxon en relación con la calidad del pre-test y post-test fue de 0.000, encontrándose por debajo del 0.05 y según lo establece la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica 01 manifestando que la aplicación de gestión de mantenimiento mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Análisis de la tercera hipótesis específica

Hipótesis específica 3

H_a: La aplicación de gestión de mantenimiento mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

H_o: La aplicación de gestión de mantenimiento no mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

Regla de decisión;

Si Valor $p > 0.05$, se acepta la Hipótesis nula (H_0).

Si Valor $p < 0.05$, se rechaza la Hipótesis nula (H_0).

Tabla 39. Prueba de normalidad de efectividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Efectividad Pre-Test	,205	30	,002	,928	30	,044
Efectividad Post-Test	,175	30	,019	,943	30	,108

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

En la Tabla 39, se puede visualizar que la efectividad previa a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo tenía un valor de significancia de 0.044 (Pre-test), estableciendo un valor siendo menor al 0.05 evidenciando un comportamiento no paramétrico. Por otra parte, el valor de significancia posterior a la aplicación de gestión de mantenimiento preventivo fue de 0.108 (Post-test) siendo un valor mayor al 0.05 siendo indicativo de un comportamiento paramétrico. Ante ello, la regla de decisión - prueba de normalidad (Tabla 29) establece que al presentarse un comportamiento paramétrico y no paramétrico la interpretación resultante para la hipótesis específica 03 es no paramétrico por lo cual corresponder la utilización del estadígrafo Wilcoxon.

Tabla 40. Prueba de rangos de efectividad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Efectividad Pre-test - Efectividad Post-test	Rangos negativos	30 ^a	15,50	465,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	30		

a. Efectividad Pre-test < Efectividad Post-test

b. Efectividad Pre-test > Efectividad Post-test

c. Efectividad Pre-test = Efectividad Post-test

Fuente: Base de datos - SPSS Statistics 25

Tabla 41. Estadístico de prueba de Wilcoxon para efectividad

Estadísticos de prueba ^a		Efectividad Pre-test - Efectividad Post-test
Z		-4,787 ^b
Sig. asintótica(bilateral)		,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

En la Tabla 41, se contrasta que el valor de significancia en la prueba de Wilcoxon en relación con la efectividad del pre-test y post-test fue de 0.000, encontrándose por debajo del 0.05 y según lo establece la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis específica 03 manifestando que la aplicación de gestión de mantenimiento mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021.

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio titulado “Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C – 2021” tuvo como resultado un incremento del índice de eficiencia global (OEE) que era inicialmente 53.49% catalogada como “Inaceptable” para luego incrementarse hasta un 76.02% permaneciendo dentro de la categoría de “Aceptable” mediante la elaboración y ejecución de un programada de gestión de mantenimiento preventivo. Así mismo los resultados obtenidos guardan relación con la investigación de Tantalean Núñez Segundo (2021) y Abel David (2015) coinciden que la aplicación de la estrategia de gestión mantenimiento preventivo contribuye positivamente al incremento de la eficiencia global (OEE) de un equipo haciendo énfasis en la implementación del quinto pilar del TPM (Mantenimiento preventivo). Tantalean Núñez Segundo (2021) en su tesis “Gestión TPM en los equipos Rodillos de Molienda de Alta Presión para incrementar OEE en Sociedad Minera Cerro Verde, Arequipa - 2021, quien obtuvo un incremento de la eficiencia global del 75.87% al 84.70% en los rodillos de molienda en alta presión estableciendo el correcto flujo de mantenimiento y cumplimiento del programada de mantenimiento preventivo complementando con un check list de las herramientas con frecuencia de uso en las intervenciones planificadas y capacitación del personal. Aunque, el periodo de pretest y post-test fue de 30 días para cada etapa y la frecuencia de medición diaria al igual que en la empresa HP General Services S.A.C obtuvieron un OEE más alto debido a que aplicaron más de una estrategia de mantenimiento como autónomo y planificado y programa de capacitación con mayor énfasis en evaluación de modo falla. De igual manera, Abel David (2015) en su tesis “Diseño de Investigación de Reducción de tiempos muertos aplicando TPM como Herramienta de Ingeniería para Incrementar la Productividad de una Planta de Prefabricados de concreto” obtuvo como resultado un incremento del 75% de la eficiencia global en área técnica la cual logro el aumento del OEE mediante una capacitación continua del personal operativo debido a que no contaban con un plan de mantenimiento al cual alinearse generando el 80% de paradas forzadas y posterior al análisis histórico del registro de fallas. Además, coincide con la empresa HP General Services S.A.C que gran parte de las complicaciones generados en el área de mantenimiento son la inexistencia de un plan de mantenimiento, falta de

desarrollo especializado y capacitación del equipo técnico logrando contrastar con la hipótesis general de la presente investigación. Ante ello, el autor TSAROUHAS (2019) coincide en su artículo titulado “Mejora del funcionamiento de la línea de producción mediante la eficacia general del equipo (OEE): un estudio de caso. Revista internacional de productividad y gestión del rendimiento” que el índice de eficiencia global estable una valoración porcentual de un equipo bajo la evaluación de tres subindicadores (Disponibilidad, Calidad y Efectividad) para identificar y suprimir pérdidas por paradas forzados, reprocesos, defectos y a su vez develar la capacidad oculta de equipos que nos permitió tener más claro un panorama de la incidencia de horas invertidas de manera sistemática y poder mejorar su funcionamiento para un óptimo desempeño. Las limitaciones más resaltadas fueron la recolección de data para alimentar el instrumento de evaluación OEE ya que gran parte de la información necesario estaba archivada en informes técnicos en mal estado y cuaderno de incidencia con limitadas descripción de las eventualidades dificultando extraer la información.

El índice de disponibilidad en la sala de máquinas 1A de la empresa HP General Services S.A.C obtuvo un valor inicial de 41.30% debido a fallas en el sistema mecánico como pérdida de lubricación y filtración de agua en asiento de sello mecánico en rodamientos mecánicos y que limitaba su capacidad operativa. Y luego de la aplicación de la gestión de mantenimiento, se logró incrementar el índice hasta un 95.05% ya que se reemplazó el rodamiento mecánico tradicional por uno marca SKF con mayor viscosidad y resistencia al incremento de temperatura y el asiento de sello mecánico fue rellenado para evitar la desestabilización del sello mecánico nuevo grafitado. Así mismo los resultados obtenidos guardan relación con la investigación de Inga Gomez, Anthony (2019) en su tesis “Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la efectividad global de equipos en la empresa Industrias Vival E.I.R.L. Villa El Salvador, 2019” quien incremento su disponibilidad de 89% a 93% de un grupo de estudio de seis máquinas de tejido confirmado que la aplicación de una estrategia de mantenimiento preventivo contribuye al incremento del indicador. Al contrario, de los equipos de la empresa HP General Services S.A.C quien contaba con la mitad de equipos en el grupo de estudio se logrado una mejor disponibilidad debido a que los sistemas de bombeo presentar menor complejidad y tamaño.

De igual manera, Falcon Sobrado, Juan Carlos (2018) en su tesis “Implementación de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia global de equipos de cámaras de bombeo de una mina, Pasco obtuvo un incremento de disponibilidad de 87% al 90% en los equipos de la cámara de bombeo para lo cual fue conformado un comité de mantenimiento encargado de monitorear el sistema y mantener las mediciones actualizadas para verificar el correcto cumplimiento del plan. Los sistemas de bombeo en mina presentan condiciones específicas con respecto a los equipos de la empresa HP General Services S.A.C ya que estas se encuentran a un desnivel moderado con ventilación natural a diferencia de la una subestación minera subterránea con sistemas de ventilación forzada y con una geografía adversa. Ante ello, García Palencia (2012) en su libro “Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios Fundamentales” coincide que la disponibilidad es un factor fundamental para un sistema que trabaje en conjunto con otros dispositivos mantener la valoración por encima del 90%. logrando contrastar con la hipótesis específica de la presente investigación.

El índice de efectividad en la sala de máquinas 1A de la empresa HP General Services S.A.C obtuvo un valor inicial de 83.8% debido a la reducción del diámetro de la succión y descarga debido a la antigüedad del colector en fierro galvanizado. Sin embargo, luego de la aplicación de gestión de mantenimiento se reemplazó el colector por uno de HDPE de 6” con 8 salidas 1 1/2” para reducir el número de partículas en la red hidráulica se logró incrementar el índice hasta un 88.62%. Así mismo los resultados obtenidos guardan relación con la investigación de David Gabriel Maguiña Ramírez (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016” en el cual se obtuvo un incremento del rendimiento de 88,67% a 97,22% luego de la aplicación del mantenimiento preventivo a línea de producción. Así mismo, Asdrúbal (2015) en su tesis “Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento” obtuvo como resultado un incremento del rendimiento inicial desde 66.67% hasta 74.84% luego de la aplicación de la gestión de mantenimiento en la empresa Negroven

S. A. El autor utilizó un análisis de criticidad para establecer jerarquías y poder alimentar directamente al indicador de rendimiento y posteriormente el OEE. En contraposición, a la empresa HP General Services S.A.C. que considera el rendimiento como la capacidad de transportar líquido en relación con el caudal planificado. El autor Cuatrecasas y Torrel (2010) en su libro “TPM en un entorno Lean Management. España” coincide que el índice de efectividad guarda una implicancia directa y proporcional a la disminución de gastos operacionales por fallas.

El índice de calidad en la sala de máquinas 1A de la empresa HP General Services S.A.C obtuvo un valor inicial de 88.70% debido a la acumulación de horas por falla funcional de los equipos ya que no recibían un correcto mantenimiento. Por otra parte, luego de la aplicación de gestión de mantenimiento se logró incrementar el índice hasta un 90.19%. Los resultados coinciden con la investigación de Pandey (2019) en implementación la eficacia general del equipo (OEE) mediante las técnicas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el cual el tasa de calidad se incrementó de 95.98% desde el mes de setiembre hasta un 98% en octubre del 2019 disminuyendo el número de productos defectuosos en un 3.02%. En relación con la empresa HP General Services S.A.C mejoro un 1.49% ya que los tiempos de falla funcional disminuyen luego de la aplicación de la gestión de mantenimiento de los equipos en sala de máquinas. De igual manera, Romero Santa Cruz, Willam (2020) en su tesis “Propuesta de TPM para mejorar OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A.” logro aumentar su índice de calidad de 67% al 86.67% luego de la aplicación de un programa de mantenimiento y correcciones técnicas en los procedimientos para evitar duplicidad de trabajo o fallas en el sistema. Ante ello, el autor Para Cuatrecasas y Torrel (2010), TPM en un entorno Lean Management. España” coincide que las fallas relacionadas con los activos productivos (Equipos) perjudican la capacidad de respuesta y por ende el tiempo para reanudar sus operaciones. Por ello, la empresa HP General Services S.A.C aplico un programa de mantenimiento para asegurar los tiempos programados para el sistema.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ De este modo, subsiguiente a la aplicación de mantenimiento preventivo se consiguió un aumento en el índice de OEE de equipos en sala de máquinas. Por otra parte, previamente a la aplicación se obtuvo un 53.12% y después se posicionó de constante por encima del 70% con un valor porcentual de 76.16%, por tanto, se logra una mejora de 20.77% en la eficiencia global de las electrobombas en la sala de máquinas 1A de la empresa HPGS S.A.C - 2021.
- ✓ En suma, subsiguiente a la aplicación de mantenimiento preventivo se alcanzó a acrecentar el índice de disponibilidad de equipos. Por otra parte, previamente a la aplicación se obtuvo un 41.30%, luego se posicionó por encima del 80% con un valor porcentual de 95.05%, por tanto, se logra una mejora de 53.75% en el índice de disponibilidad.
- ✓ En suma, subsiguiente a la aplicación de mantenimiento preventivo se logró amplificar el índice de efectividad de equipos. Por otra parte, previamente a la aplicación se obtuvo un 83.8% luego se posicionó por encima del 70% con un valor porcentual de 88.62%. por tanto, se logra una mejora de 4.82% en el índice de efectividad.
- ✓ En suma, subsiguiente a la aplicación de mantenimiento preventivo se logró aumentar el índice de calidad de equipos, Por otra parte, previamente a la aplicación se obtuvo un 88.70% luego se posicionó por encima del 80% con un valor porcentual de 90.19%. por tanto, se logra una mejora de 1.49% en el índice de calidad.
- ✓ En suma, el estudio económico necesario de la gestión de mantenimiento logró precisar la factibilidad de esta, alcanzando en consecuencia un valor de S/.30,849.00 para el valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), y logrando conseguir para ambos casos que el procedimiento de financiamiento es admisible y realizable para la organización.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere a la dirección de gerencia operativa replicar la planificación de mantenimiento preventivo en las divisiones de monitoreo y mantenimiento de las salas de máquinas aledañas ya que permitirá mejorar las condiciones de funcionamiento de las electrobombas y extender la vida útil de los mismo. Además, generara un ahorro económico significativo al no incurrir en labores correctivas, reparaciones mayores o contratación de tercera para las asistencias de emergencia.

- ✓ Se recomienda cumplir disciplinada el programa de mantenimiento preventivo elaborado durante la aplicación de la mejora ya que servirá de gran apoyo para reducir las paradas forzadas o no planificadas que absorben innecesariamente recursos económicas y materiales. Además, ayudara mantener o incrementar los índices de disponibilidad, calidad y efectividad de los activos físicos en sala de máquinas.

- ✓ Se recomienda utilizar los formatos de control de mantenimiento proporcionados durante la aplicación de gestión de mantenimiento de las electrobombas y respeta los procedimientos y ordenes de servicios entregados por el área de mantenimiento con la finalidad de mantener un orden para localizar fallas o averías en la cadena de ejecución de mantenimiento y beneficiando al equipo técnico mejorando sus capacidades de monitoreo y organización.

REFERENCIAS

CEPAL(Comisión Económica para América Latino y el caribe), América Latina y el Caribe tendrá crecimiento positivo en 2021, pero no alcanzará para recuperar los niveles de actividad económica pre-pandemia. .[En línea]. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2021]. Disponible: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46070-estudio-economico-america-latina-caribe-2020-principales-condicionantes>

INEI (Instituto nacional de estadística e informática), Perú Encuesta mensual de servicios prestados a empresas, N° 06, junio-2021. Disponible: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_servicios

VIVEROS, P., et al, 2013. Propuesta De Un Modelo De Gestión De Mantenimiento y Sus Principales Herramientas De apoyo/Proposal of a Maintenance Management Model and its Main Support Tools. Ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria, vol. 21, no. 1, pp. 125-138 ProQuest Central. ISSN 07183291.

TSAROUHAS, P., 2019. Improving Operation of the Croissant Production Line through overall Equipment Effectiveness (OEE): A Case Study. International Journal of Productivity and Performance Management, vol. 68, no. 1, pp. 88-108 ProQuest Central. ISSN 17410401. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060>.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica. Primera edición. Perú: San Marcos, 2010. ISBN: 9786123028787

SUÁREZ-BARRAZA, M.,F. and RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, F.,G., 2019. Cornerstone Root Causes through the Analysis of the Ishikawa Diagram, is it Possible to Find them?: A First Research Approach. International Journal of Quality and Service Sciences, vol. 11, no. 2, pp. 302-316 ProQuest Central. ISSN 1756669X. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>.

AL-ZWAINY, F., MOHAMMED, I.A. and VAROUQA, I.F., 2018. Diagnosing the Causes of Failure in the Construction Sector using Root Cause Analysis Technique. Journal of Engineering, vol. 2018, pp. 12 ProQuest Central. ISSN 23144912. DOI <http://dx.doi.org/10.1155/2018/1804053>.

Tantalean Núñez Segundo (2021). Gestión TPM en los equipos Rodillos de Molienda de Alta Presión para incrementar OEE en Sociedad Minera Cerro Verde, Arequipa - 2021., Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería,2021.

Guevara Alejabo Carlos Gastón (2019). Implementación de la metodología TPM y su influencia en la eficiencia operacional de los equipos del proceso de tratamiento de arenas de molienda en una empresa minera. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería,2019.

Romero Santa Cruz, William Eleodoro y Vásquez Espejo, Abel Adán (2020). Propuesta de TPM para mejorar OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Trujillo. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería,2020.

Inga Gómez, Anthony(2019).Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la efectividad global de equipos en la empresa Industrias Vival E.I.R.L. Villa El Salvador, Tesis (Título de Ingeniero Industrial).Lima. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería.2019

Falcon Sobrado, Juan Carlos (2018). Implementación de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia global de equipos de cámaras de bombeo de una mina, Pasco, 2018.Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería.2018

David Gabriel Maguiña Ramírez (2017). Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería.2017

Ing. Asdrúbal J. Guillén B.(2015) Optimización de la efectividad global de los equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento. Venezuela -Valencia. Tesis (Grado de Magister en Ingeniería Industrial). Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo (2015)

ARRIAZA Rivera, Abel David. 2015. Diseño de Investigación de Reducción de tiempos muertos aplicando TPM como Herramienta de Ingeniería para Incrementar la Productividad de una Planta de Prefabricados de concreto. Facultad de Ingeniería. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. pág. 101.

Jon Mikel Rodríguez Sierra(2019).Nuevo sistema de Gestión de Eficiencia Global (OEE) en tiempo real para industria. España-Valencia. Tesis (Grado de master en ingeniería de telecomunicaciones) Universidad de valencia (2019)

Implemented the Overall Equipment Effectiveness (OEE) by the techniques of Total Productive Maintenance (TPM) in MSE's- A case study. ATUL, Pandey, SUSHEEL, Malviya y SACHIN, Jain. 2019. (1), India : s.n., February de 2019, International Journal Of Advance Research, Ideas And Innovations In Technology, Vol. 05, págs. :503-511. ISSN: 2454-132X.

TSAROUHAS, P.H., 2020. Overall Equipment Effectiveness (OEE) Evaluation for an Automated Ice Cream Production Line: A Case Study. International Journal of Productivity and Performance Management, vol. 69, no. 5, pp. 1009-1032 ProQuest Central. ISSN 17410401. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-03-2019-0126>.

TSAROUHAS, P., 2019. Improving Operation of the Croissant Production Line through overall Equipment Effectiveness (OEE): A Case Study. International Journal of Productivity and Performance Management, vol. 68, no. 1, pp. 88-108 ProQuest Central. ISSN 17410401. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060>.

Flores-Ruiz, Eric, Miranda-Novales, María Guadalupe, Villasís-Keever, Miguel Ángel
The research protocol VI: How to choose the appropriate statistical test.
Inferential statistics. Revista Alergia México [en línea]. 2017, 64(3), 364-370[fecha de
Consulta 01 de Julio de 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755084011>

MESA GRAJALES, DAIRO H., ORTIZ SÁNCHEZ, YESID, PINZÓN, MANUEL La
confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al
mantenimiento. Scientia Et Technica [en línea]. 2006, XII(30), 155-160[fecha de
Consulta 01 de Julio de 2021]. ISSN: 0122-1701. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>.

Marrero-Hernández, Rogej Arturo, Vilalta-Alonso, José Alberto, Martínez-Delgado,
Edith Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. Ingeniería

Industrial [en línea]. 2019, XL (2), 148-160 [fecha de consulta 24 de mayo de 2020].
ISSN: 0258-5960. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360459575005>.

Oliva, Karim, Arellano, Madelein, López, María, Soler, Karen Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. Revista Venezolana de Gerencia [en línea]. 2010, 15 (49), 125-140 [fecha de consulta 23 de junio de 2020]. ISSN: 1315-9984. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358008>.

Salgado Duarte, Yorlandys, Martínez del Castillo Serpa, Alfredo, Santos Fuentefrías, Ariel Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. Ingeniería Energética [en línea]. 2018, XXXIX (3), 157-167 [fecha de consulta 24 de junio de 2021]. ISSN:. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329158816003>.

Alavedra Flores, Carol, Gastelu Pinedo, Yumira, Méndez Orellana, Griseyda, Minaya Luna, Christian, Pineda Ocas, Brandon, Prieto Gilio, Krisley, Ríos Mejía, Kenny, Moreno Rojo, César Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Ingeniería Industrial [en línea]. 2016, (34), 11-26 [fecha de consulta 24 de junio de 2021]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

Hung, Alberto J. Mantenimiento centrado centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. Ingeniería Energética [en línea]. 2009, XXX (2), 13-19 [fecha de consulta 24 de mayo de 2020]. ISSN:. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127741002>.

Moreno-García, Francisco Ernesto, Becerra-Vargas, José Armando, Rendón-Echeverri, Carlos Andrés Diseño de un sistema de análisis temporal y espectral para detectar fallas por vibración en motores eléctricos. Facultad de Ingeniería [en línea]. 2015, 24 (38), 41-51 [fecha de consulta 24 de mayo de 2020]. ISSN: 0121-1129. Disponible en: [h://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940775004](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940775004).

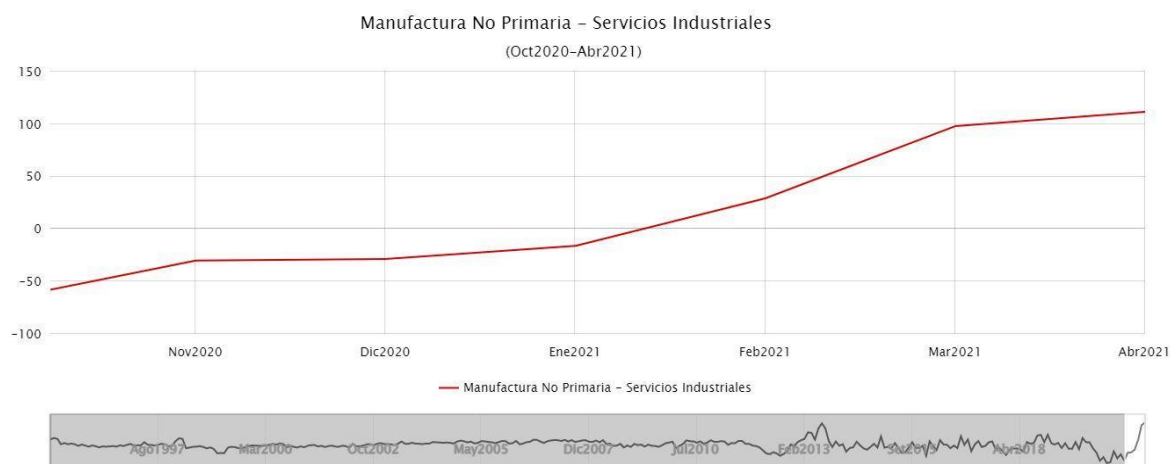
Cuatrecasas Arbós, Lluís y Torrel Martínez, Francesca. 2010. TPM en un entorno Lean Management. España : Profit editorial, 2010. pág. 411. ISBN 9788492956128.

González Fernández, Francisco. 2014. Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión,. Colombia : Ediciones de la U, 2014. ISBN 9789587621808.

García Palencia, Oliverio. 2012. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios Fundamentales. Colombia: Ediciones de la U, 2012. ISBN 9789587620

ANEXO

Anexo 01 - Resumen estadístico de crecimiento de servicios industriales



Fuente: INEI Perú – Estadística sectorial.

Anexo N°02 - Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipotesis
General		
¿Cómo la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021?	Determinar como aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021	La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia global (OEE) de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021
Específico		
¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021?	Determinar como aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021	La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021
¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021?	Determinar como aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021	La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la efectividad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021
¿De qué manera la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021?	Determinar como aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021	La aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo mejora la calidad de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021

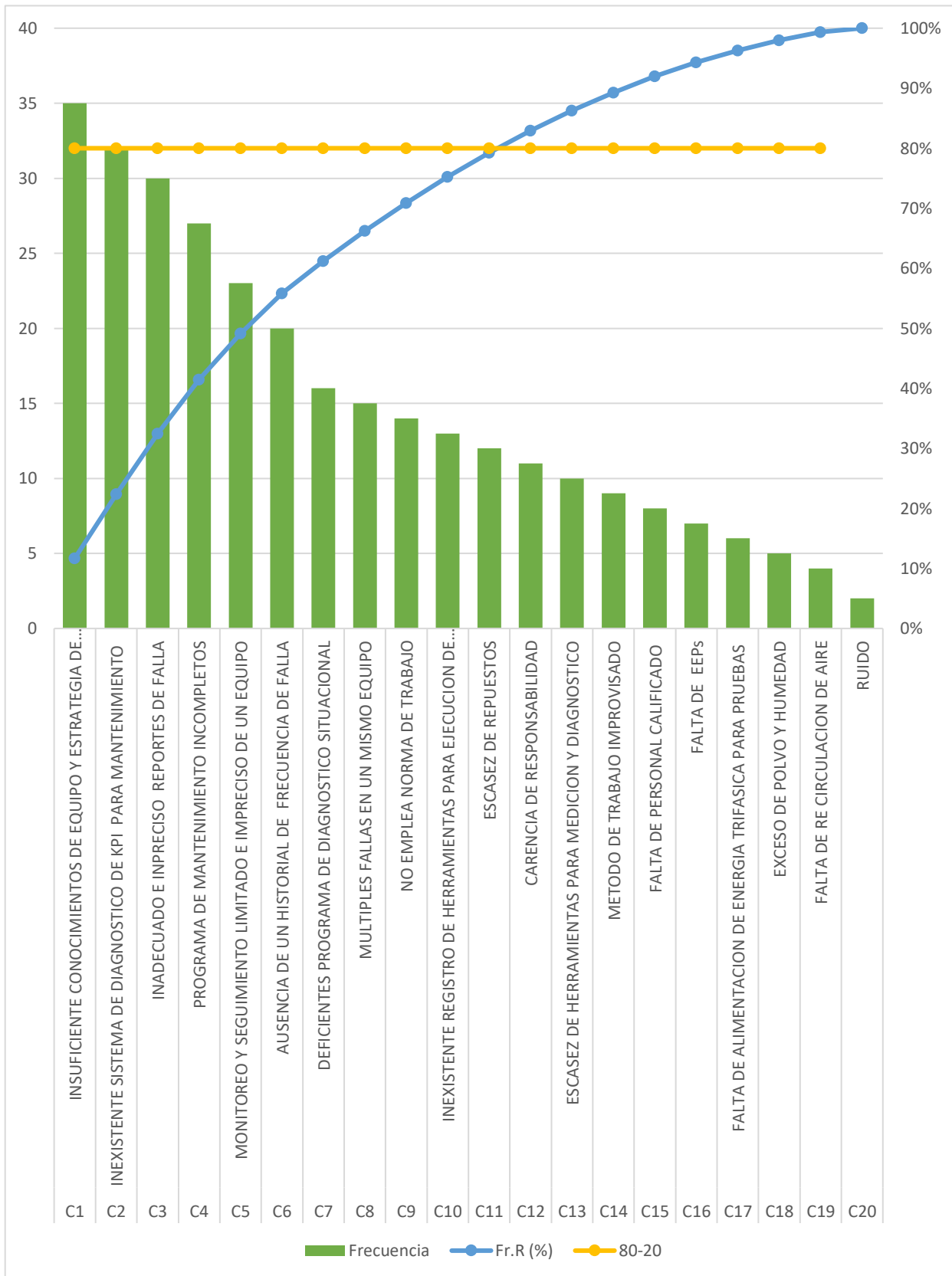
Fuente: INEI Perú – Estadística sectorial.

Anexo 03: Análisis de causas de ineficiencia en equipos en sala de máquinas.

	Causa	Frecuencia	Fr.(%)	Fr.A (%)
C1	Insuficientes conocimientos de equipo y estrategia de mantenimiento	35	12%	12%
C2	Inexistente sistema de diagnóstico de KPI para mantenimiento	32	10%	22%
C3	Inadecuado e impreciso reportes de falla	30	10%	32%
C4	Programa de mantenimiento incompletos	27	9%	41%
C5	Monitoreo y seguimiento limitado e impreciso de un equipo	23	8%	49%
C6	Ausencia de un historial de frecuencia de falla	20	7%	56%
C7	Deficientes programa de diagnóstico situacional	16	5%	61%
C8	Múltiples fallas en un mismo equipo	15	5%	66%
C9	No emplea norma de trabajo	14	5%	71%
C10	Inexistente registro de herramientas para ejecución de mantenimiento	13	4%	75%
C11	Escasez de repuestos	12	4%	79%
C12	Carencia de responsabilidad	11	4%	83%
C13	Escasez de herramientas para medición y diagnóstico	10	3%	86%
C14	Método de trabajo improvisado	9	3%	89%
C15	Falta de personal calificado	8	3%	92%
C16	Falta de EPPs	7	2%	94%
C17	Falta de alimentación de energía trifásica para pruebas	6	2%	96%
C18	Exceso de polvo y humedad	5	2%	98%
C19	Falta de recirculación de aire	4	1%	99%
C20	Ruido	2	1%	100%

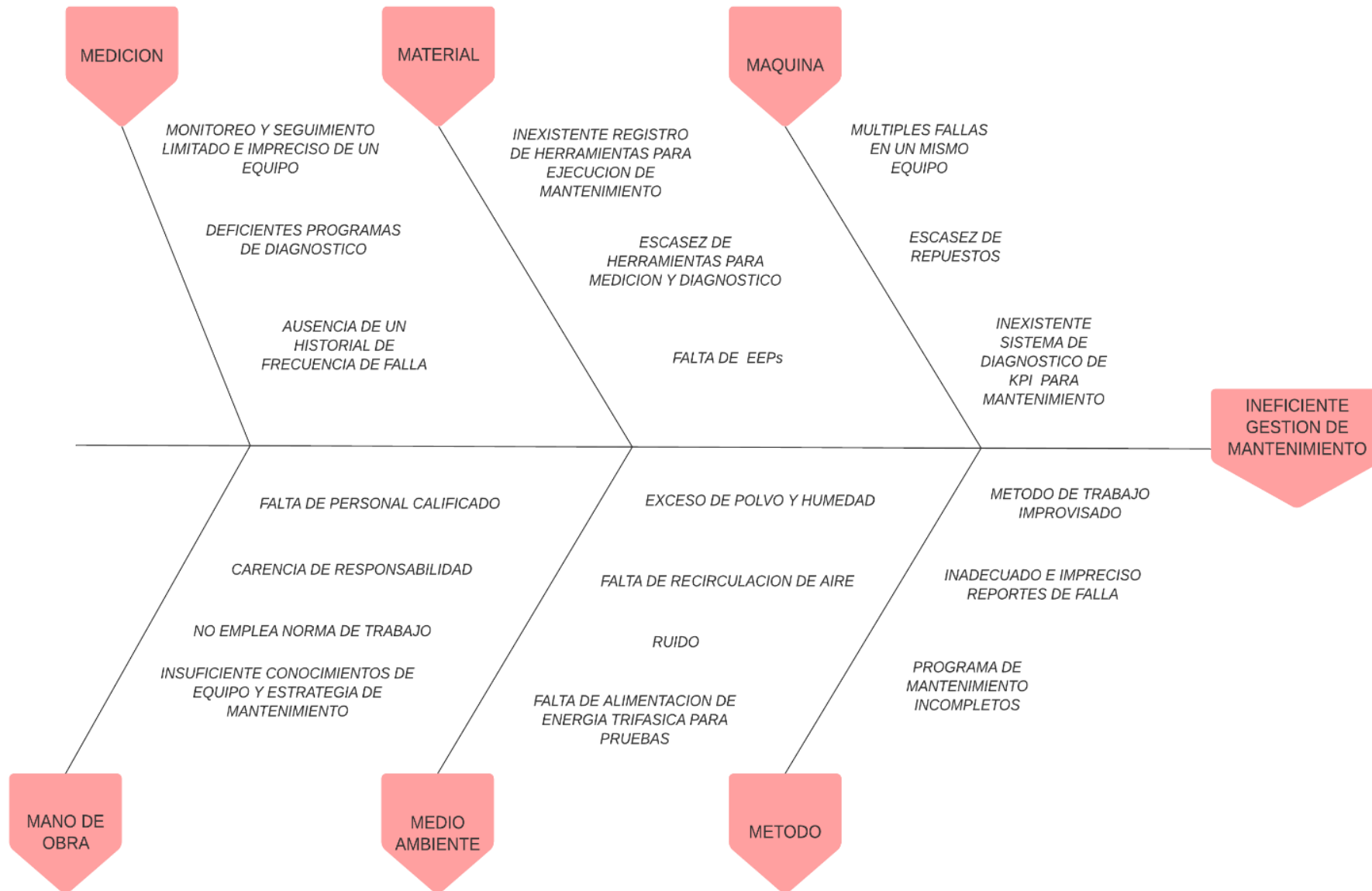
Fuente elaboración propia

Anexo 04 - Diagrama de Pareto (80-20) - Principales causas de ineficiente gestión de mantenimiento.




Fuente: Elaboración propia

Anexo 05- Diagrama de Ishikawa de causas probables para ineficiente gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°06 – Instrumento de recolección de datos

			INSTRUMENTO OEE						AREA			MARCA			N°					
									RESPONSABLE			MODELO			CAPACIDAD					
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)										Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE=X*Y*Z)		
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)							Tiempo de alternado/simultaneo de B1 y B3 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparación de maquina (TR)							TC=TOT +TL+TA +TR	Parada no forzada programada (Planificada)
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)			Parada de maquina o forzada no programada (B2)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B3)	TOT =TOR +B1+B2												
			TIEMPO OPERATIVO EFECTIVO (TOE)	Tiempo de funcionamiento CON falla (A2)	TOR = A1+A2															
			Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)																	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)											PROMEDIO OEE						
			FALLAS(F)						Tiempo de reparación de maquina (TR)					PROMEDIO DISP						
			MTBF						FALLAS(F)					PROMEDIO CALIDAD						
									MTRR					PROMEDIO EFCT						

Anexo 07 : VALIDACION DE INSTRUMENTO



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Gestión de mantenimiento

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 : FIABILIDAD $MTBF = \frac{TO}{F}$ MTBF: Media de tiempos de buen funcionamiento (horas/falla) TO: Sumatoria de los tiempos operativos totales (horas) F: Número de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 : MANTENIBILIDAD $MTTR = \frac{TR}{F}$ MTTR: Media de Tiempos de duración de reparación. (horas/falla) TR: Sumatoria de tiempos de reparación. (horas) F: Numero de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr./ Mg: Zeña Ramos, José La Rosa DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

05 de diciembre del 2021

Firma del Experto Informante.

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Eficiencia global (OEE)

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 : DISPONIBILIDAD $Disponibilidad = \frac{TO}{TC} \times 100\%$ TO: Tiempo operativo (horas) TC: Tiempo de carga (horas)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 : EFECTIVIDAD $Efectividad = \frac{R}{T} \times 100\%$ R: Caudal real (m³/d) T: Caudal planificado (m³/d)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3 : CALIDAD $Calidad = \frac{TOE}{TOR} \times 100\%$ TOE: Tiempo operativo efectivo (horas) TOR: Tiempo operativo real (horas)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr./ Mg: Zeña Ramos, José La Rosa DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

05 de diciembre del 2021

Firma del Experto Informante.

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Eficiencia global (OEE)

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 : DISPONIBILIDAD $\text{Disponibilidad} = \frac{TO}{TC} \times 100\%$ TO: Tiempo operativo (horas) TC: Tiempo de carga (horas)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 : EFECTIVIDAD $\text{Efectividad} = \frac{R}{T} \times 100\%$ R: Caudal real (m³/d) T: Caudal planificado (m³/d)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3 : CALIDAD $\text{Calidad} = \frac{TOE}{TOR} \times 100\%$ TOE: Tiempo operativo efectivo (horas) TOR: Tiempo operativo real (horas)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: APARICIO MONTENEGRO PABLO DNI: 25694430

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL CIP 200178

04 de julio del 2021



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Gestión de mantenimiento

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 : FIABILIDAD $MTBF = \frac{TO}{F}$ MTBF: Media de tiempos de buen funcionamiento (horas/falla) TO: Sumatoria de los tiempos operativos totales (horas) F: Número de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 : MANTENIBILIDAD $MTTR = \frac{TR}{F}$ MTTR: Media de Tiempos de duración de reparación. (horas/falla) TR: Sumatoria de tiempos de reparación. (horas) F: Numero de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: APARICIO MONTENEGRO PABLO DNI: 25694430

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL CIP 200178

4 de Julio del 2021



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Gestión de mantenimiento

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1 : FIABILIDAD							
	$MTBF = \frac{TO}{F}$ MTBF: Media de tiempos de buen funcionamiento (horas/falla) TO: Sumatoria de los tiempos operativos totales (horas) F: Número de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		
	DIMENSION 2 : MANTENIBILIDAD							
	$MTTR = \frac{TR}{F}$ MTTR: Media de Tiempos de duración de reparación. (horas/falla) TR: Sumatoria de tiempos de reparación. (horas) F: Numero de fallas de la máquina. (falla)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ **SUFICIENCIA** _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial 4e de julio de 2021

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
 2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
 3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)
 INGENIERO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 INGENIERO - REGISTRO NACIONAL 14897

 Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Eficiencia global (OEE)

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1 : DISPONIBILIDAD							
	$\text{Disponibilidad} = \frac{TO}{TC} \times 100\%$ TO: Tiempo operativo (horas) TC: Tiempo de carga (horas)	X		X		X		
	DIMENSION 2 : EFECTIVIDAD							
	$\text{Efectividad} = \frac{OC}{OP} \times 100\%$ OC: Tiempo de operatividad del ciclo (horas) OP: Tiempo operatividad por paros (horas)	X		X		X		
	DIMENSION 3 : CALIDAD							
	$\text{Calidad} = \frac{TOE}{TOR} \times 100\%$ TOE: Tiempo operativo efectivo (horas) TOR: Tiempo operativo real (horas)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ **SUFICIENCIA** _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial 4e de julio de 2021

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
 2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
 3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)
 INGENIERO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 INGENIERO - REGISTRO NACIONAL 14897

 Firma del Experto Informante

Anexo 08 – Resumen de coincidencia

feedback studio

ANTONY CARLOS CHAVEZ CEVALLOS | TESIS MARZO

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.uov.edu.pe	Fuente de Internet	9 %
2	hdl.handle.net	Fuente de Internet	5 %
3	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	4 %
4	journalingeniar.org	Fuente de Internet	<1 %
5	www.coursehero.com	Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.usmp.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	<1 %
8	www.slideshare.net	Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	<1 %
10	repositorio.uvs.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unn.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR(ES)

Chávez Cevallos Antony Carlos (0000-0002-1252-5096)

Cordova Peralta, Maria Elena (0000-0003-3870-4612)

ASESOR:

Dr. Espejo Peña Dennis Alberto (0000-0002-0545-5018)

LINEA DE INVESTIGACION

Gestión empresarial y productiva

LIMA-PERÚ

2021


Anexo 09: Registro fotográfico de capacitación a personal ejecutivo y técnico sobre estrategia de mantenimiento.




Capacitación de técnico en taller (Electrobomba inactiva – Despiece-Identificación)




Anexo 10: Ficha de evaluación EQ-01 (Pre-test)

			INSTRUMENTO OEE						AREA	Mantenimiento	MARCA	LOWARA	N°									
									RESPONSABLE	Chavez Cevallos	MODELO	MULTISTAGE	1									
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)											Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE = X*Y*Z)			
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)									Tiempo de alternado/ simultaneo de B1 y B2 (TL)	Tiempo de averia (TA)							Tiempo de reparacion de maquina (TR)	TC=TOT +TL+TA +TR	Parada no forzada programada (Planificada)
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)			Parada de maquina o forzada no programada (B1)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B2)	TOT =TOR +B1+B2	Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)	Tiempo de funcionamiento CON falla (A2)	TOR = A1+A2											
1-sep.	EQ01-EC	OS-010115	16.75	4.00	20.8							0.00	1.18	21.9	2.00			23.9	1.5	42.7	55	92%
2-sep.	EQ01-EC	OS-010115	16.68	2.90	19.6	0.00	1.14	20.7	3.25			24.0		40.5	55	86%	85%	74%	54.22%			
3-sep.	EQ01-EC	OS-010115	13.97	5.89	19.9	1.15	0.00	21.0	0.00	0.3	2.7	24.0		21.9	55	88%	70%	40%	24.49%			
4-sep.	EQ01-EC	OS-010115	15.13	5.00	20.1	0.00	1.80	21.9	1.50			23.4		48.5	55	94%	75%	88%	62.09%			
5-sep.	EQ01-EC	OS-010115	15.72	3.36	19.1	0.00	1.55	20.6	3.40			24.0		46.6	55	86%	82%	85%	59.89%			
6-sep.	EQ01-EC	OS-010115	16.38	3.45	19.8	0.00	2.13	22.0	1.90			23.9		35.8	55	92%	83%	65%	49.47%			
7-sep.	EQ01-EC	OS-010115	18.19	2.00	20.2	0.00	1.23	21.4	2.53			24.0		28.2	55	89%	90%	51%	41.29%			
8-sep.	EQ01-EC	OS-010117	16.94	2.20	19.1	0.00	1.73	20.9	3.16			24.0		26.0	55	87%	89%	47%	36.34%			
9-sep.	EQ01-EC	OS-010117	14.68	2.93	17.6	1.21	1.42	20.2	0.00	1.57	2.15	24.0		18.6	55	84%	83%	34%	23.82%			
10-sep.	EQ01-EC	OS-010117	16.83	2.20	19.0	0.00	1.90	20.9	3.10			24.0		29.2	55	87%	88%	53%	40.94%			
11-sep.	EQ01-EC	OS-010117	17.55	1.63	19.2	0.00	1.36	20.5	3.50			24.0		31.3	55	85%	92%	57%	44.52%			
12-sep.	EQ01-EC	OS-010117	16.50	2.21	18.7	0.00	2.21	20.9	3.10			24.0		29.6	55	87%	88%	54%	41.41%			
13-sep.	EQ01-EC	OS-010117	14.21	2.63	16.8	1.72	1.68	20.2	0.00	1.25	2.5	24.0		19.2	55	84%	84%	35%	24.88%			
14-sep.	EQ01-EC	OS-010117	16.80	2.38	19.2	0.00	1.90	21.1	2.90			24.0		34.2	55	88%	88%	62%	47.94%			
15-sep.	EQ01-EC	OS-010127	15.12	2.64	17.8	1.36	1.51	20.6	0.00	1.55	1.67	23.9	2.5	31.9	55	86%	85%	58%	42.66%			
16-sep.	EQ01-EC	OS-010127	17.98	1.20	19.2	0.00	1.98	21.2	2.80			24.0		27.1	55	88%	94%	49%	40.79%			
17-sep.	EQ01-EC	OS-010127	17.79	2.79	20.6	0.00	1.80	22.4	1.60			24.0		26.4	55	93%	86%	48%	38.68%			
18-sep.	EQ01-EC	OS-010127	15.51	2.12	17.6	1.68	1.83	21.1	0.00	0.43	2.39	24.0		19.4	55	88%	88%	35%	27.41%			
19-sep.	EQ01-EC	OS-010127	17.75	1.95	19.7	0.00	1.58	21.3	2.70			24.0		28.4	55	89%	90%	52%	41.31%			
20-sep.	EQ01-EC	OS-010127	17.23	3.00	20.2	0.00	1.74	22.0	2.00			24.0		27.3	55	92%	85%	50%	38.75%			
21-sep.	EQ01-EC	OS-010127	16.87	2.80	19.7	0.00	2.70	22.4	1.60			24.0		29.1	55	93%	86%	53%	42.38%			
22-sep.	EQ01-EC	OS-010135	17.38	3.30	20.7	0.00	1.70	22.4	1.60			24.0		28.7	55	93%	84%	52%	40.90%			
23-sep.	EQ01-EC	OS-010135	14.51	2.89	17.4	1.76	1.27	20.4	0.00	0.49	3.1	24.0		20.4	55	85%	83%	37%	26.25%			
24-sep.	EQ01-EC	OS-010135	17.20	1.52	18.7	0.00	1.79	20.5	3.50			24.0		26.0	55	85%	92%	47%	37.06%			
25-sep.	EQ01-EC	OS-010135	15.67	1.91	17.6	1.96	1.64	21.2	0.00	2.25	0.6	24.0		22.5	55	88%	89%	41%	32.12%			
26-sep.	EQ01-EC	OS-010135	17.49	3.60	21.1	0.00	1.46	22.6	1.40			24.0		28.4	55	94%	83%	52%	40.36%			
27-sep.	EQ01-EC	OS-010135	17.80	2.90	20.7	0.00	1.59	22.3	1.70			24.0		26.5	55	93%	86%	48%	38.50%			
28-sep.	EQ01-EC	OS-010135	16.51	3.90	20.4	0.00	1.55	22.0	2.00			24.0		27.7	55	92%	81%	50%	37.30%			
29-sep.	EQ01-EC	OS-010135	17.49	2.90	20.4	0.00	2.55	22.9	1.10			24.0		29.5	55	95%	86%	54%	43.93%			
30-sep.	EQ01-EC	OS-010135	14.56	1.93	16.5	1.71	1.89	20.1	0.14	2.32	1.45	24.0		24.9	55	84%	88%	45%	33.47%			
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						639.7			16.56	Tiempo de reparacion de maquina (TR)		PROMEDIO OEE			40.35%				
			FALLAS(F)						8			8	FALLAS(F)		PROMEDIO DISP			89%				
			MTBF						79.96			2.07	MTR		PROMEDIO CALIDAD			86%				
															PROMEDIO EFCT			53%				


Anexo 11: Ficha de evaluación EQ-02 (Pre-test)

			INSTRUMENTO OEE						AREA		Mantenimiento			MARCA		LOWARA			N°
									RESPONSABLE		Chavez Cevallos			MODELO		MULTISTAGE			CAPACIDAD
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)											Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Eficiencia (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE = X*Y*Z)
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						Tiempo de alternado/ simultaneo de B2 y B3 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparacion de maquina (TR)	TC=TOT +TL+TA +TR	Parada no forzada programada (Planificada)						
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)			Parada de maquina o forzada no programada (B2)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B3)	TOT =TOR +B1+B2											
TIEMPO OPERATIVO SIN falla (A1)																			
1-sep.	EQ02-EC	OS-010115	17.26	3.00	20.3	0.00	1.54	21.8	2.20			24.0	1.5	33.0	55	91%	85%	60%	46.41%
2-sep.	EQ02-EC	OS-010115	15.33	4.50	19.8	0.00	1.31	21.1	2.90			24.0		31.3	55	88%	77%	57%	38.71%
3-sep.	EQ02-EC	OS-010115	17.88	2.45	20.3	0.00	1.13	21.5	2.51			24.0		33.4	55	90%	88%	61%	47.83%
4-sep.	EQ02-EC	OS-010115	14.63	2.38	17.0	1.29	1.79	20.1	0.00	0.45	3.5	24.0		25.9	55	84%	86%	47%	33.84%
5-sep.	EQ02-EC	OS-010115	17.82	2.40	20.2	0.00	1.54	21.8	2.20			24.0		36.0	55	91%	88%	65%	52.41%
6-sep.	EQ02-EC	OS-010115	16.01	3.30	19.3	0.00	1.84	21.1	2.90			24.0		38.3	55	88%	83%	70%	50.83%
7-sep.	EQ02-EC	OS-010115	14.46	3.80	18.3	1.28	1.67	21.2	0.00	0.28	2.5	24.0		28.2	55	88%	79%	51%	35.87%
8-sep.	EQ02-EC	OS-010117	16.72	4.20	20.9	0.00	1.01	21.9	2.04			24.0		33.6	55	91%	80%	61%	44.69%
9-sep.	EQ02-EC	OS-010117	15.79	3.90	19.7	0.00	1.74	21.4	2.60			24.0		36.7	55	89%	80%	67%	47.75%
10-sep.	EQ02-EC	OS-010117	16.91	2.00	18.9	1.25	1.77	21.9	0.00	0.55	1.5	24.0		29.2	55	91%	89%	53%	43.47%
11-sep.	EQ02-EC	OS-010117	17.54	2.40	19.9	0.00	1.87	21.8	2.20			24.0		31.3	55	91%	88%	57%	45.50%
12-sep.	EQ02-EC	OS-010117	14.95	2.70	17.7	1.59	1.70	20.9	0.00	0.35	2.75	24.0		29.6	55	87%	85%	54%	39.77%
13-sep.	EQ02-EC	OS-010117	16.31	2.82	19.1	0.00	1.90	21.0	3.00			24.0		37.2	55	88%	85%	68%	50.42%
14-sep.	EQ02-EC	OS-010117	15.87	2.90	18.8	0.00	1.33	20.1	3.90			24.0		34.2	55	84%	85%	62%	44.09%
15-sep.	EQ02-EC	OS-010127	17.73	1.46	19.2	0.00	1.68	20.9	3.10			24.0	2.5	31.9	55	87%	92%	58%	46.60%
16-sep.	EQ02-EC	OS-010127	14.05	3.95	18.0	1.95	1.53	21.5	0.00	0.25	2.25	24.0		27.1	55	90%	78%	49%	34.45%
17-sep.	EQ02-EC	OS-010127	17.82	2.20	20.0	0.00	1.60	21.6	2.40			24.0		34.1	55	90%	89%	62%	49.68%
18-sep.	EQ02-EC	OS-010127	16.49	2.70	19.2	0.00	1.29	20.5	3.50			24.0		38.3	55	85%	86%	70%	51.15%
19-sep.	EQ02-EC	OS-010127	15.06	2.67	17.7	1.84	1.89	21.5	0.00	0.38	2.2	24.0		28.4	55	89%	85%	52%	39.17%
20-sep.	EQ02-EC	OS-010127	15.10	3.20	18.3	0.00	1.03	19.3	4.70			24.0		35.3	55	80%	83%	64%	42.60%
21-sep.	EQ02-EC	OS-010127	15.32	2.10	17.4	1.42	1.69	20.5	0.00	1.1	2.4	24.0		29.1	55	85%	88%	53%	39.78%
22-sep.	EQ02-EC	OS-010135	16.99	3.77	20.8	0.00	1.78	22.5	1.50			24.0		32.1	55	94%	82%	58%	44.85%
23-sep.	EQ02-EC	OS-010135	17.24	2.68	19.9	0.00	1.87	21.8	2.20			24.0		38.2	55	91%	87%	69%	54.55%
24-sep.	EQ02-EC	OS-010135	16.74	2.65	19.4	1.50	1.58	22.5	0.00	0.5	1	24.0		26.0	55	94%	86%	47%	38.22%
25-sep.	EQ02-EC	OS-010135	17.57	3.01	20.6	0.00	1.93	22.5	1.50			24.0		35.1	55	94%	85%	64%	51.12%
26-sep.	EQ02-EC	OS-010135	15.73	3.70	19.4	0.00	1.41	20.8	3.20			24.0		36.8	55	87%	81%	67%	46.91%
27-sep.	EQ02-EC	OS-010135	16.76	2.30	19.1	0.00	1.07	20.1	3.90			24.0		34.3	55	84%	88%	62%	45.89%
28-sep.	EQ02-EC	OS-010135	17.81	3.10	20.9	0.00	1.74	22.6	1.37			24.0		37.7	55	94%	85%	69%	55.10%
29-sep.	EQ02-EC	OS-010135	14.57	3.40	18.0	1.26	1.65	20.9	0.00	0.87	2.2	24.0		29.5	55	87%	81%	54%	37.93%
30-sep.	EQ02-EC	OS-010135	17.46	3.10	20.6	0.00	1.35	21.9	2.10			24.0		37.4	55	91%	85%	68%	52.65%
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						639.3			20.3	Tiempo de reparacion de maquina (TR)			PROMEDIO OEE			45.07%
			FALLAS(F)						9			9	FALLAS(F)			PROMEDIO DISP			89%
			MTBF						71.03			2.26	MTTR			PROMEDIO CALIDAD			85%
																PROMEDIO EFCT			60%


Anexo 12: Ficha de evaluación EQ-03 (Pre-test)

			INSTRUMENTO OEE						AREA		Mantenimiento		MARCA		LOWARA		N°		
									RESPONSABLE		Chavez Cevallos		MODELO		MULTISTAGE		CAPACIDAD		7.50 HP
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)										Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE=X*Y*Z)	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						Tiempo de alternado/simultaneo de B1 y B3 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparación de maquina (TR)	TC=TOT +TL+TA +TR							Parada no forzada programada (Planificada)
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)		Parada de maquina o forzada no programada (B2)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B3)	TOT =TOR +B1+B2	Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)											
1-sep.	EQ03-EC	OS-010115	14.90	2.20					17.1	1.65	1.21	20.0	0.00	1.6	2.4	24.0	1.5	26.7	55
2-sep.	EQ03-EC	OS-010115	16.09	2.80	18.9	0.00	1.15	20.0	4.00			24.0		32.9	55	83%	85%	60%	42.53%
3-sep.	EQ03-EC	OS-010115	15.25	3.40	18.6	0.00	1.92	20.6	3.40			24.0		35.1	55	86%	82%	64%	44.83%
4-sep.	EQ03-EC	OS-010115	17.19	3.00	20.2	0.00	1.69	21.9	2.10			24.0		39.5	55	91%	85%	72%	55.76%
5-sep.	EQ03-EC	OS-010115	14.59	4.35	18.9	1.37	1.28	21.6	0.00	0.9	1.5	24.0		29.2	55	90%	77%	53%	36.78%
6-sep.	EQ03-EC	OS-010115	15.22	4.10	19.3	0.00	1.80	21.1	2.85			24.0		31.2	55	88%	79%	57%	39.36%
7-sep.	EQ03-EC	OS-010115	14.71	3.90	18.6	1.28	1.65	21.5	0.00	0.6	1.85	24.0		22.8	55	90%	79%	42%	29.47%
8-sep.	EQ03-EC	OS-010117	14.85	4.30	19.2	0.00	1.89	21.0	2.95			24.0		27.3	55	88%	78%	50%	33.82%
9-sep.	EQ03-EC	OS-010117	15.55	4.00	19.5	0.00	1.54	21.1	2.90			24.0		29.9	55	88%	80%	54%	37.97%
10-sep.	EQ03-EC	OS-010117	16.46	4.60	21.1	0.00	1.47	22.5	1.50			24.0		30.7	55	94%	78%	56%	40.96%
11-sep.	EQ03-EC	OS-010117	16.45	3.60	20.1	0.00	1.00	21.1	2.90			24.0		32.9	55	88%	82%	60%	43.19%
12-sep.	EQ03-EC	OS-010117	14.63	3.72	18.3	1.59	1.55	21.5	0.00	0.38	2.1	24.0		24.0	55	90%	80%	44%	31.23%
13-sep.	EQ03-EC	OS-010117	15.68	3.90	19.6	0.00	1.65	21.2	2.80			24.0		39.1	55	88%	80%	71%	50.28%
14-sep.	EQ03-EC	OS-010117	17.24	3.60	20.8	0.00	1.75	22.6	1.40			24.0		36.0	55	94%	83%	65%	51.01%
15-sep.	EQ03-EC	OS-010127	17.06	2.90	20.0	0.00	1.89	21.9	2.10			24.0	2.5	25.9	55	91%	85%	47%	36.74%
16-sep.	EQ03-EC	OS-010127	14.46	2.08	16.5	1.95	1.33	19.8	0.00	1.5	2.6	23.9		22.0	55	83%	87%	40%	28.92%
17-sep.	EQ03-EC	OS-010127	15.39	4.97	20.4	0.00	1.87	22.2	1.80			24.0		27.7	55	93%	76%	50%	35.25%
18-sep.	EQ03-EC	OS-010127	15.74	3.52	19.3	0.00	1.96	21.2	2.75			24.0		31.2	55	89%	82%	57%	41.01%
19-sep.	EQ03-EC	OS-010127	15.72	3.85	19.6	0.00	1.89	21.5	2.50			24.0		29.9	55	90%	80%	54%	39.09%
20-sep.	EQ03-EC	OS-010127	16.14	3.40	19.5	0.00	1.87	21.4	2.60			24.0		28.7	55	89%	83%	52%	38.45%
21-sep.	EQ03-EC	OS-010127	13.14	2.90	16.0	1.42	1.18	18.6	0.00	1.6	3.8	24.0		23.6	55	78%	82%	43%	27.25%
22-sep.	EQ03-EC	OS-010135	16.76	3.23	20.0	0.00	1.84	21.8	2.15			24.0		30.2	55	91%	84%	55%	41.87%
23-sep.	EQ03-EC	OS-010135	14.70	3.33	18.0	0.00	1.80	19.8	0.00	1.2	3	24.0		26.0	55	83%	82%	47%	31.75%
24-sep.	EQ03-EC	OS-010135	16.30	3.50	19.8	0.00	1.17	21.0	3.00			24.0		27.3	55	87%	82%	50%	35.77%
25-sep.	EQ03-EC	OS-010135	16.77	3.33	20.1	0.00	1.53	21.6	2.40			24.0		28.6	55	90%	83%	52%	39.02%
26-sep.	EQ03-EC	OS-010135	14.09	4.60	18.7	0.00	1.32	20.0	0.00	1.5	2.5	24.0		24.0	55	83%	75%	44%	27.43%
27-sep.	EQ03-EC	OS-010135	16.65	3.40	20.0	0.00	1.95	22.0	2.00			24.0		27.9	55	92%	83%	51%	38.57%
28-sep.	EQ03-EC	OS-010135	15.42	4.45	19.9	0.00	1.41	21.3	2.70			24.0		30.7	55	89%	78%	56%	38.42%
29-sep.	EQ03-EC	OS-010135	17.19	3.60	20.8	0.00	1.13	21.9	2.10			24.0		31.0	55	91%	83%	56%	42.59%
30-sep.	EQ03-EC	OS-010135	16.07	3.46	19.5	0.00	1.71	21.2	2.75			24.0		30.4	55	89%	82%	55%	40.24%
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						635.1			19.75	Tiempo de reparación de maquina (TR)		PROMEDIO OEE			38.49%	
			FALLAS(F)						8			8	FALLAS(F)		PROMEDIO DISP			88%	
			MTBF						79.38			2.47	MTRR		PROMEDIO CALIDAD			81%	
															PROMEDIO EFCT			53%	


Anexo 13: Ficha de evaluación EQ-01 (Post-test)

			INSTRUMENTO OEE						AREA		Mantenimiento		MARCA		LOWARA			N°		
									RESPONSABLE		Chavez Cevallos		MODELO		MULTISTAGE		CAPACIDAD	7.50 HP		CODIGO DE EQUIPO
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)											Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE=X*Y*Z)	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						Tiempo de alternado/ simultaneo de B1 y B2 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparacion de maquina (TR)	TC=TOT +TL+TA +TR	Parada no forzada programada (Planificada)							
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)			Parada de maquina o forzada no programada (B1)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad	TOT =TOR +B1+B2												
TIEMPO OPERATIVO EFECTIVO (TOE)	Tiempo de funcionamiento CON falla (A2)	TOR = A1+A2	Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)																	
1-oct.	EQ01-EC	OS-010147	19.35	2.7	22.1	0.00	1.0	23.1	0.90			24.0	1.5	51.0	55	96%	88%	93%	78.32%	
2-oct.	EQ01-EC	OS-010147	18.90	2.4	21.3	0.00	1.4	22.7	1.30			24.0		48.1	55	95%	89%	87%	73.34%	
3-oct.	EQ01-EC	OS-010147	19.39	2.2	21.6	0.00	1.6	23.1	0.85			24.0		51.3	55	96%	90%	93%	80.75%	
4-oct.	EQ01-EC	OS-010147	18.00	2.8	20.8	0.00	1.3	22.1	1.90			24.0		51.8	55	92%	87%	94%	75.19%	
5-oct.	EQ01-EC	OS-010147	18.40	2.9	21.3	0.00	1.3	22.6	1.40			24.0		49.7	55	94%	87%	90%	73.61%	
6-oct.	EQ01-EC	OS-010147	18.20	2.8	21.0	0.00	1.8	22.8	1.20			24.0		45.5	55	95%	87%	83%	68.17%	
7-oct.	EQ01-EC	OS-010147	19.72	1.3	21.0	0.00	1.9	22.9	1.10			24.0		52.0	55	95%	94%	95%	84.78%	
8-oct.	EQ01-EC	OS-010152	18.15	2.7	20.8	0.00	1.8	22.6	1.40			24.0		50.0	55	94%	87%	91%	74.70%	
9-oct.	EQ01-EC	OS-010152	18.39	2.9	21.3	0.00	1.4	22.7	1.30			24.0		50.0	55	95%	86%	91%	74.27%	
10-oct.	EQ01-EC	OS-010152	19.19	2.0	21.2	0.00	1.5	22.7	1.30			24.0		48.0	55	95%	91%	87%	74.76%	
11-oct.	EQ01-EC	OS-010152	17.55	2.8	20.4	1.40	1.2	23.0	0.00	0.32	0.7	24.0		48.1	55	96%	86%	87%	72.16%	
12-oct.	EQ01-EC	OS-010152	19.79	1.9	21.7	0.00	1.2	22.9	1.10			24.0		45.5	55	95%	91%	83%	72.01%	
13-oct.	EQ01-EC	OS-010152	18.90	2.2	21.1	0.00	1.9	23.0	1.00			24.0		51.3	55	96%	90%	93%	80.01%	
14-oct.	EQ01-EC	OS-010152	19.20	1.8	21.0	0.00	1.8	22.8	1.20			24.0		52.5	55	95%	91%	96%	82.97%	
15-oct.	EQ01-EC	OS-010152	19.60	2.1	21.7	0.00	1.3	23.0	1.00			24.0	2.5	53.0	55	96%	90%	96%	83.41%	
16-oct.	EQ01-EC	OS-010161	18.60	2.80	21.4	0.00	1.3	22.7	1.30			24.0		58.0	55	95%	87%	105%	86.70%	
17-oct.	EQ01-EC	OS-010161	18.32	2.3	20.6	0.00	1.8	22.4	1.60			24.0		51.0	55	93%	89%	93%	76.89%	
18-oct.	EQ01-EC	OS-010161	18.90	1.9	20.8	0.00	1.9	22.7	1.30			24.0		45.5	55	95%	91%	83%	71.07%	
19-oct.	EQ01-EC	OS-010161	19.20	1.9	21.1	0.00	1.2	22.3	1.70			24.0		50.0	55	93%	91%	91%	76.86%	
20-oct.	EQ01-EC	OS-010161	17.96	2.4	20.4	0.00	1.9	22.2	0.00	0.25	1.5	24.0		49.0	55	93%	88%	89%	72.85%	
21-oct.	EQ01-EC	OS-010161	19.40	2.2	21.6	0.00	1.2	22.8	1.20			24.0		49.0	55	95%	90%	89%	76.01%	
22-oct.	EQ01-EC	OS-010168	18.55	1.9	20.4	0.00	1.9	22.3	1.65			24.0		48.0	55	93%	91%	87%	73.90%	
23-oct.	EQ01-EC	OS-010168	18.90	1.9	20.8	0.00	1.7	22.5	1.50			24.0		45.3	55	94%	91%	82%	70.14%	
24-oct.	EQ01-EC	OS-010168	19.31	2.1	21.4	0.00	1.3	22.7	1.30			24.0		50.0	55	95%	90%	91%	77.55%	
25-oct.	EQ01-EC	OS-010168	19.80	1.9	21.7	0.00	1.1	22.8	1.20			24.0		49.0	55	95%	91%	89%	77.23%	
26-oct.	EQ01-EC	OS-010168	19.00	2.0	21.0	0.00	1.5	22.4	1.55			24.0		48.0	55	94%	91%	87%	74.03%	
27-oct.	EQ01-EC	OS-010168	20.00	1.4	21.4	0.00	1.2	22.6	1.40			24.0		40.7	55	94%	93%	74%	65.07%	
28-oct.	EQ01-EC	OS-010168	18.50	1.9	20.4	0.00	2.0	22.4	0.00	0.35	1.3	24.0		51.0	55	93%	91%	93%	78.31%	
29-oct.	EQ01-EC	OS-010168	19.35	2.0	21.4	0.00	1.1	22.4	1.60			24.0		50.0	55	93%	91%	91%	76.91%	
30-oct.	EQ01-EC	OS-010168	19.25	2.0	21.3	0.00	1.6	22.8	1.20			24.0	1.5	53.0	55	95%	91%	96%	82.94%	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						679.9											
			FALLAS(F)						3											
			MTBF						226.63											
											3.5		Tiempo de reparacion de maquina (TR)					PROMEDIO OEE		76.16%
											3		FALLAS(F)					PROMEDIO DISP		94%
											1.17		MTTR					PROMEDIO CALIDAD		90%
																		PROMEDIO EFCT		90%


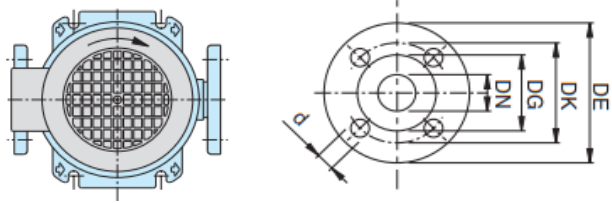

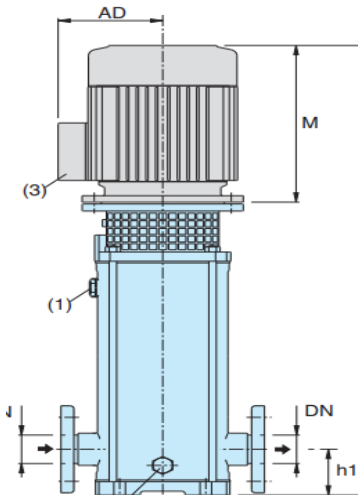
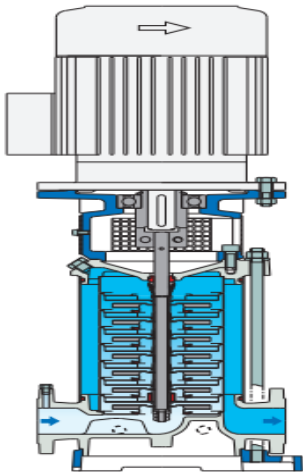
Anexo 14: Ficha de evaluación EQ-02 (Post-test)

			INSTRUMENTO OEE					AREA		Mantenimiento		MARCA		LOWARA		N°				
								RESPONSABLE		Chavez Cevallos		MODELO		MULTISTAGE		CAPACIDAD		7.50 HP		2
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)										Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE = X*Y*Z)		
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)							Tiempo de alternado/ simultaneo de B2 y B3 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparacion de maquina (TR)							TC=TOT +TL+TA +TR	Parada no forzada programada (Planificada)
			TIEMPO OPERATIVO REAL (TOR)			Parada de maquina o forzada no programada (B2)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B3)	TOT =TOR +B1+B2	Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)											
1-oct.	EQ02-EC	OS-010147	18.50	2.70	21.2					0.00	1.54	22.7	1.3			24.0	1.5	48.5	55	95%
2-oct.	EQ02-EC	OS-010147	19.20	2.45	21.7	0.00	1.31	23.0	1.0			24.0		48.5	55	96%	89%	88%	74.91%	
3-oct.	EQ02-EC	OS-010147	19.34	1.95	21.3	0.00	1.13	22.4	1.5			23.9		48.0	55	94%	91%	87%	74.47%	
4-oct.	EQ02-EC	OS-010147	19.68	1.7	21.4	0.00	1.79	23.2	0.8			24.0		47.6	55	97%	92%	87%	77.07%	
5-oct.	EQ02-EC	OS-010147	18.32	1.50	19.8	1.40	1.54	22.8	0.0	0.2	1	24.0		47.1	55	95%	92%	86%	75.23%	
6-oct.	EQ02-EC	OS-010147	19.80	1.63	21.4	0.00	1.84	23.3	0.7			24.0		47.6	55	97%	92%	87%	77.60%	
7-oct.	EQ02-EC	OS-010147	18.90	1.8	20.7	0.00	1.67	22.4	1.6			24.0		47.4	55	93%	91%	86%	73.48%	
8-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.85	1.95	21.8	0.00	1.00	22.8	1.2			24.0		49.6	55	95%	91%	90%	78.20%	
9-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.23	1.95	21.2	0.00	1.74	22.9	1.1			24.0		49.1	55	95%	91%	89%	77.41%	
10-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.50	2.20	21.7	0.00	1.77	23.5	0.5			24.0		49.1	55	98%	90%	89%	78.62%	
11-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.80	1.82	21.6	0.00	1.40	23.0	1.0			24.0		47.8	55	96%	92%	87%	76.24%	
12-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.75	2.00	21.8	0.00	1.10	22.9	1.1			24.0		47.0	55	95%	91%	86%	74.10%	
13-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.30	1.80	21.1	0.00	1.70	22.8	1.2			24.0		47.0	55	95%	91%	85%	74.29%	
14-oct.	EQ02-EC	OS-010152	18.80	2.91	21.7	0.00	1.30	23.0	1.0			24.0		46.8	55	96%	87%	85%	70.64%	
15-oct.	EQ02-EC	OS-010152	19.72	2.00	21.7	0.00	1.50	23.2	0.0	0.1	0.7	24.0	2.5	47.3	55	97%	91%	86%	75.56%	
16-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.90	1.8	21.7	0.00	1.53	23.3	0.7			24.0		47.4	55	97%	92%	86%	76.64%	
17-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.70	1.90	21.6	0.00	1.60	23.2	0.8			24.0		47.6	55	97%	91%	87%	76.32%	
18-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.69	2.20	21.9	0.00	1.20	23.1	0.9			24.0		50.0	55	96%	90%	91%	78.68%	
19-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.68	2.00	21.7	0.00	1.50	23.2	0.8			24.0		46.8	55	97%	91%	85%	74.67%	
20-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.40	2.00	21.4	0.00	1.00	22.4	1.6			24.0		47.9	55	93%	91%	87%	73.70%	
21-oct.	EQ02-EC	OS-010161	19.20	1.90	21.1	0.00	1.69	22.8	1.2			24.0		47.4	55	95%	91%	86%	74.56%	
22-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.50	1.90	21.4	0.00	1.78	23.2	0.8			24.0		47.5	55	97%	91%	86%	76.15%	
23-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.53	1.6	21.1	0.00	1.87	23.0	1.0			24.0		48.6	55	96%	92%	88%	78.33%	
24-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.68	2.00	21.7	0.00	1.40	23.1	0.9			24.0		47.2	55	96%	91%	86%	74.90%	
25-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.00	2.30	21.3	0.00	1.80	23.1	0.9			24.0		50.0	55	96%	89%	91%	78.05%	
26-oct.	EQ02-EC	OS-010168	18.77	2.10	20.9	0.00	1.40	22.3	1.7			24.0		49.3	55	93%	90%	90%	74.75%	
27-oct.	EQ02-EC	OS-010168	18.90	2.30	21.2	0.00	1.25	22.5	1.5			24.0		50.0	55	94%	89%	91%	76.03%	
28-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.20	2.10	21.3	0.00	1.70	23.0	1.0			24.0		50.0	55	96%	90%	91%	78.47%	
29-oct.	EQ02-EC	OS-010168	19.37	2.20	21.6	0.00	1.65	23.2	0.8			24.0		48.3	55	97%	90%	88%	76.29%	
30-oct.	EQ02-EC	OS-010168	18.40	1.90	20.3	0.00	1.40	21.7	0.0	0.5	1.8	24.0	1.5	48.5	55	90%	91%	88%	72.32%	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)						686.7			3.5	Tiempo de reparacion de maquina (TR)		PROMEDIO OEE			75.68%		
			FALLAS(F)						3			3	FALLAS(F)		PROMEDIO DISP			95%		
			MTBF						228.90			1.17	MTTR		PROMEDIO CALIDAD			91%		
															PROMEDIO EFCT			88%		


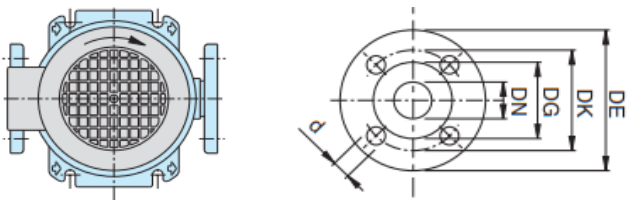

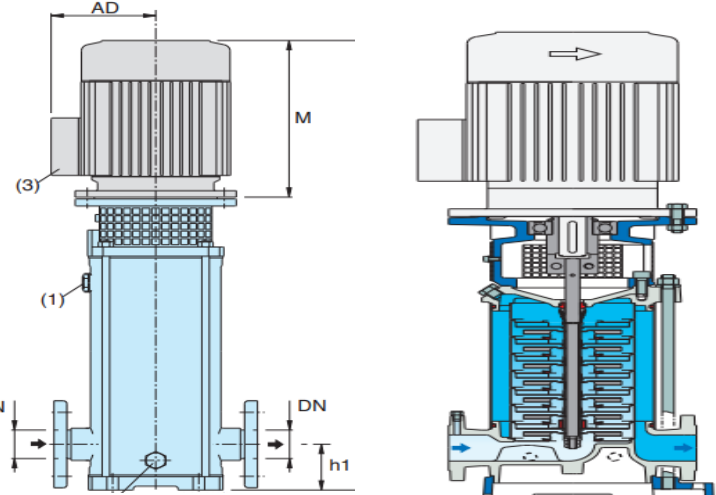
Anexo 15: Ficha de evaluación EQ-03 (Post-test)

			INSTRUMENTO OEE							AREA		Mantenimiento		MARCA		LOWARA			N°	
										RESPONSABLE		Chavez Cevallos		CODIGO DE EQUIPO		7.50 HP		EQ03-EC		
Fecha	EQ-EM	Orden de trabajo	TIEMPO DE CARGA (TC)											Caudal real (m³/d) (R)	Caudal planificado (m³/d) (T)	Disponibilidad (X=TOT/TC)	Calidad (Y=TOE/TOR)	Efectividad (Z=R/T)	Eficiencia Global I (OEE=X*Y*Z)	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)							Tiempo de alternado/simultaneo de B1 y B3 (TL)	Tiempo de averia (TA)	Tiempo de reparacion de maquina (TR)	TC=TOT+TL+TA+TR							Parada no forzada programada (Planificada)
			TIEMPO OPERATIVO EFECTIVO (TOE)	Tiempo de funcionamiento SIN falla (A1)	Tiempo de funcionamiento CON falla (A2)	TOR = A1+A2	Parada de maquina o forzada no programada (B2)	Tiempo operativo con reduccion de velocidad (B3)	TOT =TOR+B1+B2											
1-oct.	EQ03-EC	OS-010147	19.30	2.78	22.1	0.00	1.50	23.6	0.40			24.0	1.5	50.0	55	98%	87%	91%	78.14%	
2-oct.	EQ03-EC	OS-010147	19.65	1.80	21.5	0.00	1.18	22.6	1.36			24.0		48.0	55	94%	92%	87%	75.42%	
3-oct.	EQ03-EC	OS-010147	18.90	2.60	21.5	0.00	1.30	22.8	1.20			24.0		49.0	55	95%	88%	89%	74.40%	
4-oct.	EQ03-EC	OS-010147	19.67	1.74	21.4	0.00	1.50	22.9	1.10			24.0		48.0	55	95%	92%	87%	76.51%	
5-oct.	EQ03-EC	OS-010147	18.36	2.40	20.8	0.00	1.60	22.4	1.60			24.0		47.0	55	93%	88%	85%	70.54%	
6-oct.	EQ03-EC	OS-010147	19.27	2.10	21.4	0.00	1.37	22.7	1.30			24.0		47.6	55	95%	90%	86%	73.77%	
7-oct.	EQ03-EC	OS-010147	19.40	2.60	22.0	0.00	1.10	23.1	0.90			24.0		49.5	55	96%	88%	90%	76.39%	
8-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.71	2.39	22.1	0.00	1.30	23.4	0.60			24.0		49.4	55	98%	89%	90%	78.13%	
9-oct.	EQ03-EC	OS-010152	18.70	1.70	20.4	1.00	1.19	22.6	0.00	0.25	1.2	24.0		49.0	55	94%	92%	89%	76.74%	
10-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.78	1.60	21.4	0.00	1.20	22.6	1.40			24.0		47.4	55	94%	93%	86%	75.04%	
11-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.86	2.10	22.0	0.00	1.16	23.1	0.90			24.0		50.0	55	96%	90%	91%	79.13%	
12-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.65	1.50	21.1	0.00	1.90	23.0	1.00			24.0		51.0	55	96%	93%	93%	82.57%	
13-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.21	2.00	21.2	0.00	1.20	22.4	1.60			24.0		47.0	55	93%	91%	85%	72.22%	
14-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.80	1.70	21.5	0.00	1.00	22.5	0.00	0.45	1	24.0		49.8	55	94%	92%	91%	78.30%	
15-oct.	EQ03-EC	OS-010152	19.00	2.40	21.4	0.00	1.15	22.5	1.50			24.0	2.5	47.8	55	94%	89%	87%	72.41%	
16-oct.	EQ03-EC	OS-010161	18.95	2.20	21.2	0.00	1.10	22.3	1.70			24.0		46.5	55	93%	90%	84%	70.33%	
17-oct.	EQ03-EC	OS-010161	18.75	2.25	21.0	0.00	1.70	22.7	1.25			24.0		49.0	55	95%	89%	89%	75.39%	
18-oct.	EQ03-EC	OS-010161	19.40	2.24	21.6	0.00	1.50	23.1	0.90			24.0		45.6	55	96%	90%	83%	71.57%	
19-oct.	EQ03-EC	OS-010161	19.33	2.00	21.3	0.00	1.65	23.0	1.00			24.0		46.4	55	96%	91%	84%	73.19%	
20-oct.	EQ03-EC	OS-010161	19.80	1.80	21.6	0.00	1.20	22.8	1.15			24.0		46.5	55	95%	92%	85%	73.79%	
21-oct.	EQ03-EC	OS-010161	20.00	1.70	21.7	0.00	1.30	23.0	1.00			24.0		47.6	55	96%	92%	87%	76.43%	
22-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.25	2.40	21.7	0.00	1.30	22.9	1.10			24.0		49.0	55	95%	89%	89%	75.59%	
23-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.86	1.80	21.7	0.00	1.30	23.0	1.00			24.0		50.0	55	96%	92%	91%	79.87%	
24-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.64	2.65	22.3	0.00	1.10	23.4	0.62			24.0		51.0	55	97%	88%	93%	79.59%	
25-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.00	2.50	21.5	0.00	1.00	22.5	0.00	0.4	1.1	24.0		49.0	55	94%	88%	89%	73.81%	
26-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.95	2.20	22.1	0.00	1.25	23.4	0.60			24.0		48.0	55	97%	90%	87%	76.64%	
27-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.83	2.00	21.8	0.00	1.18	23.0	1.00			24.0		50.0	55	96%	91%	91%	79.06%	
28-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.34	1.50	20.8	0.00	1.60	22.4	1.55			24.0		48.0	55	94%	93%	87%	75.76%	
29-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.94	1.90	21.8	0.00	1.25	23.1	0.90			24.0		49.0	55	96%	91%	89%	78.29%	
30-oct.	EQ03-EC	OS-010168	19.87	1.25	21.1	0.00	1.60	22.7	1.25			24.0	1.5	50.3	55	95%	94%	92%	81.63%	
			TIEMPO OPERATIVO TOTAL (TOT)							685.6		3.3		Tiempo de reparacion de maquina (TR)		PROMEDIO OEE			76.02%	
			FALLAS(F)							3		3		FALLAS(F)		PROMEDIO DISP			95%	
			MTBF							228.55		1.10		MTTR		PROMEDIO CALIDAD			90%	
																PROMEDIO EFCT			88%	


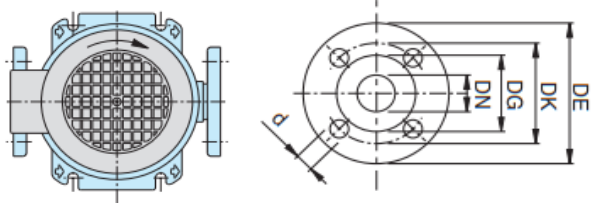

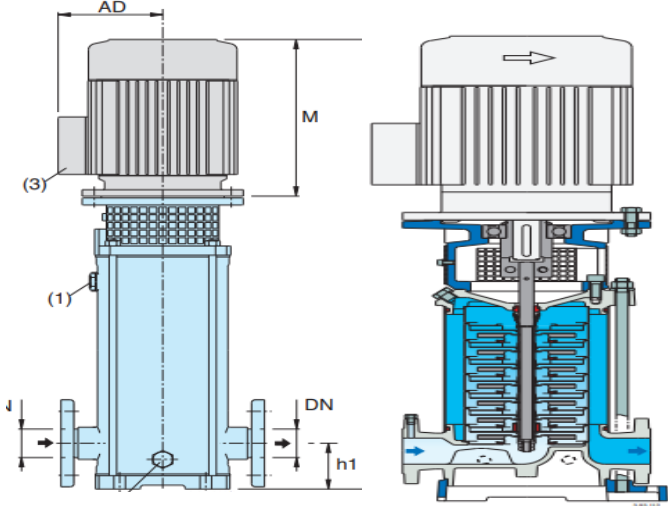
Anexo 16: Ficha técnica de EQ-01

		FICHA TECNICA DE EQUIPO		EQ-EC-01	
CARACTERISTICAS TECNICAS		ESPECIFICACIONES DE FLUIDO		FUNCIONALIDAD	
Marca	CALPEDA	Tipo de liquido	Agua limpia	Altura manométrica	360 m
Modelo	MXV50-1604/C	Categoría química de fluido	Líquidos no agresivos	Temperatura de liquido	-10°C Hasta +90°C
Potencia	10.00 hp	Fluido constante	Sin partículas abrasivas	Presión máxima	10 BAR
Material	Fierro fundido	Imagen 			
Impulsor	Acero inoxidable				
Conexión	Ø 1 ½"				
Voltaje/ Fase	Trifásico				
Color	Amarillo				
					

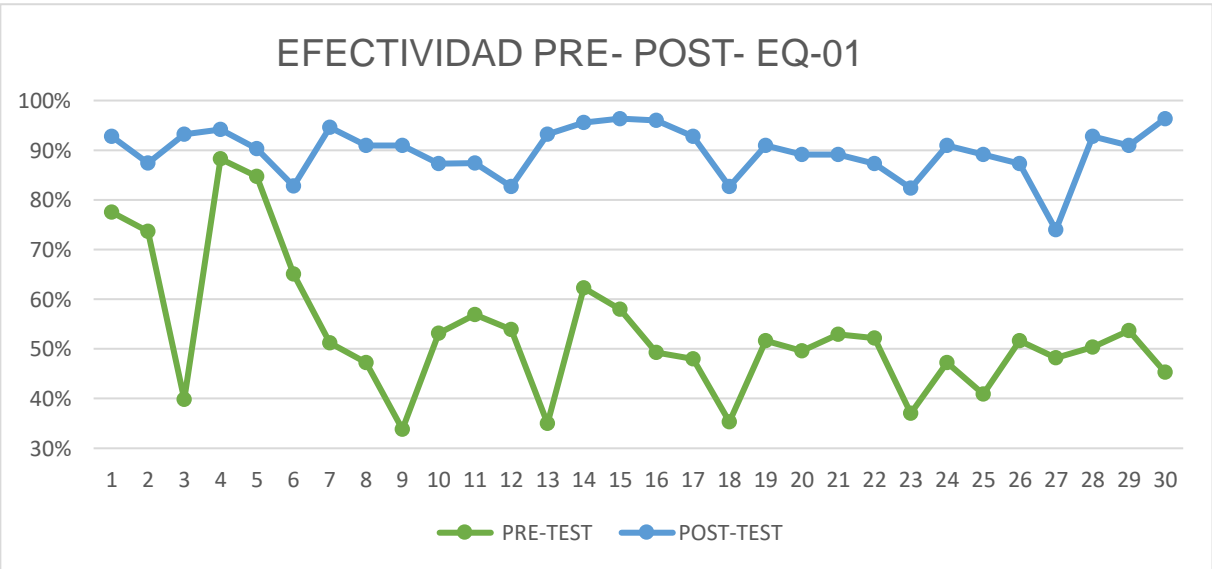
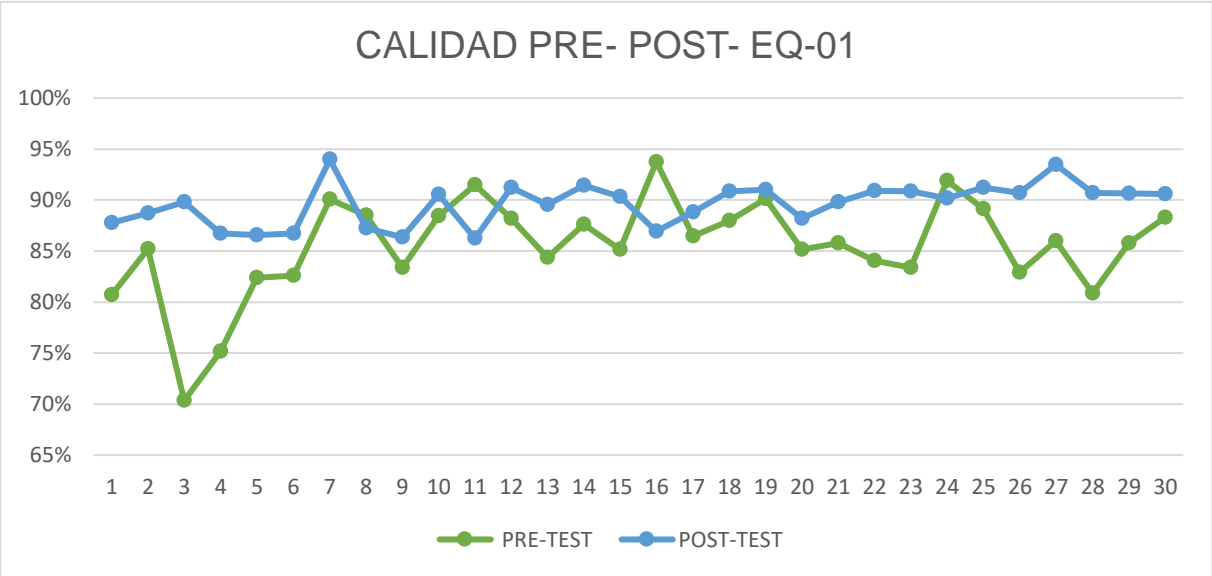
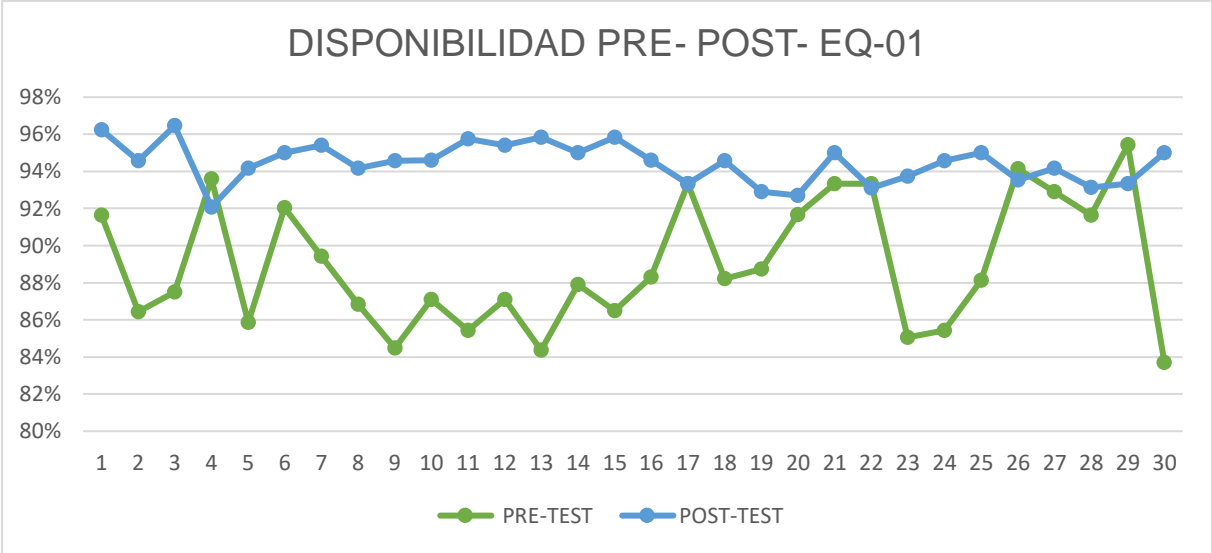
Anexo 17: Ficha técnica de EQ-02

		FICHA TECNICA DE EQUIPO		EQ-EC-02	
CARACTERISTICAS TECNICAS		ESPECIFICACIONES DE FLUIDO		FUNCIONALIDAD	
Marca	CALPEDA	Tipo de liquido	Agua limpia	Altura manométrica	360 m
Modelo	MXV50-1604/C	Categoría química de fluido	Líquidos no agresivos	Temperatura de liquido	-10°C Hasta +90°C
Potencia	10.00 hp	Fluido constante	Sin partículas abrasivas	Presión máxima	10 BAR
Material	Fierro fundido	Imagen 			
Impulsor	Acero inoxidable				
Conexión	Ø 1 ½"				
Voltaje/ Fase	Trifásico				
Color	Amarillo				
					

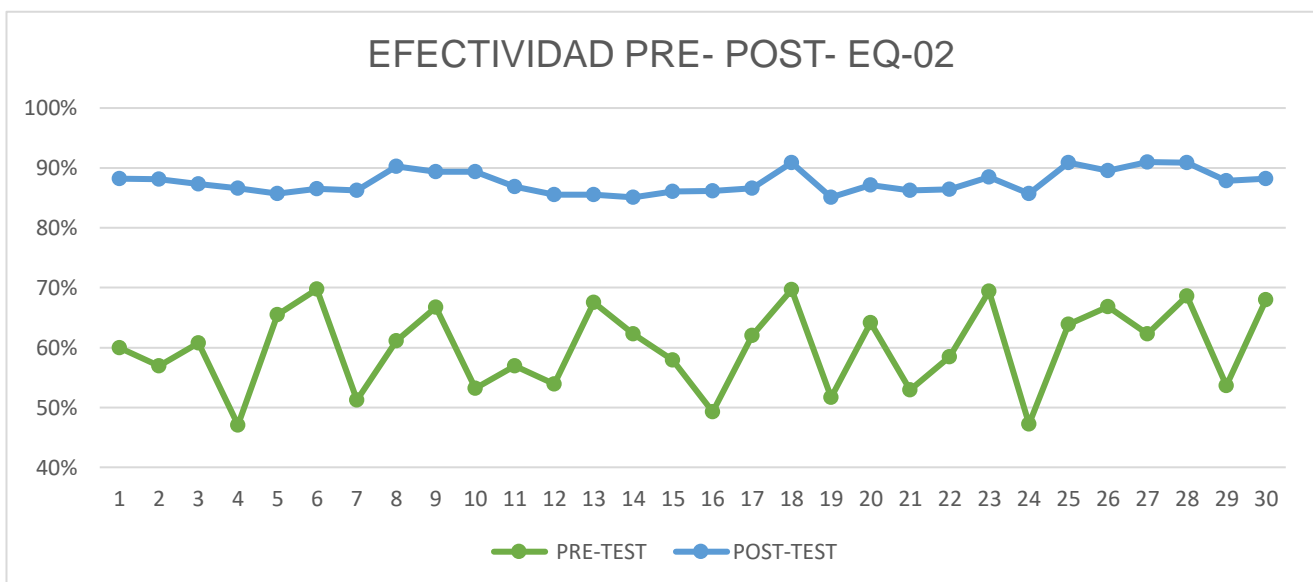
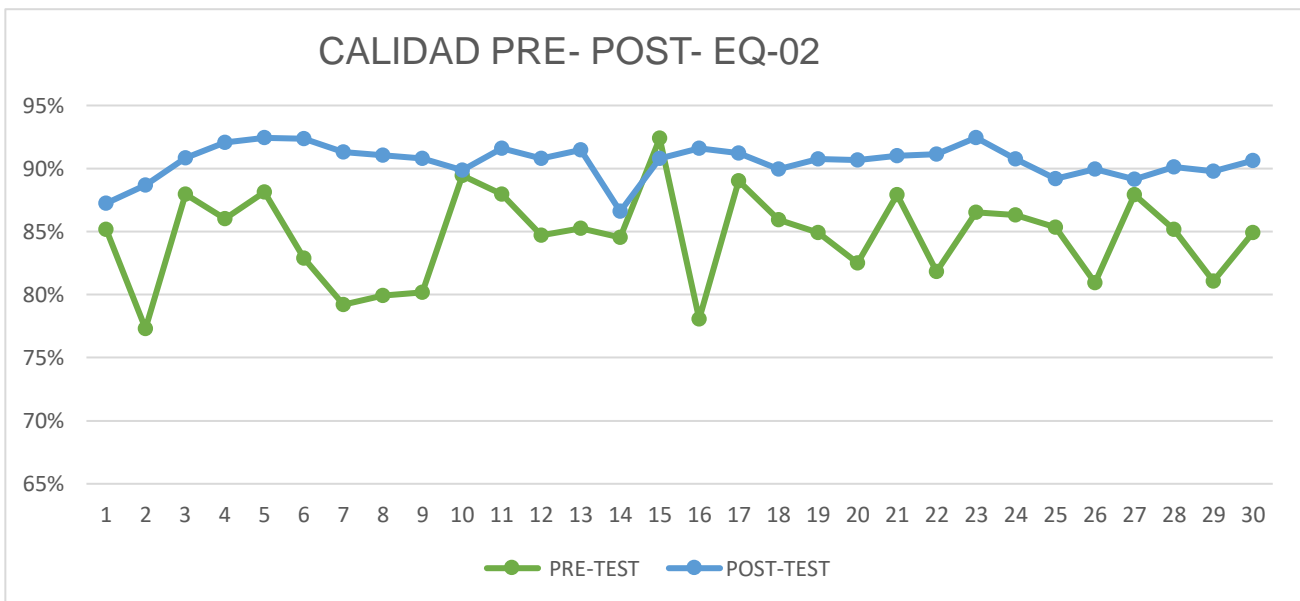
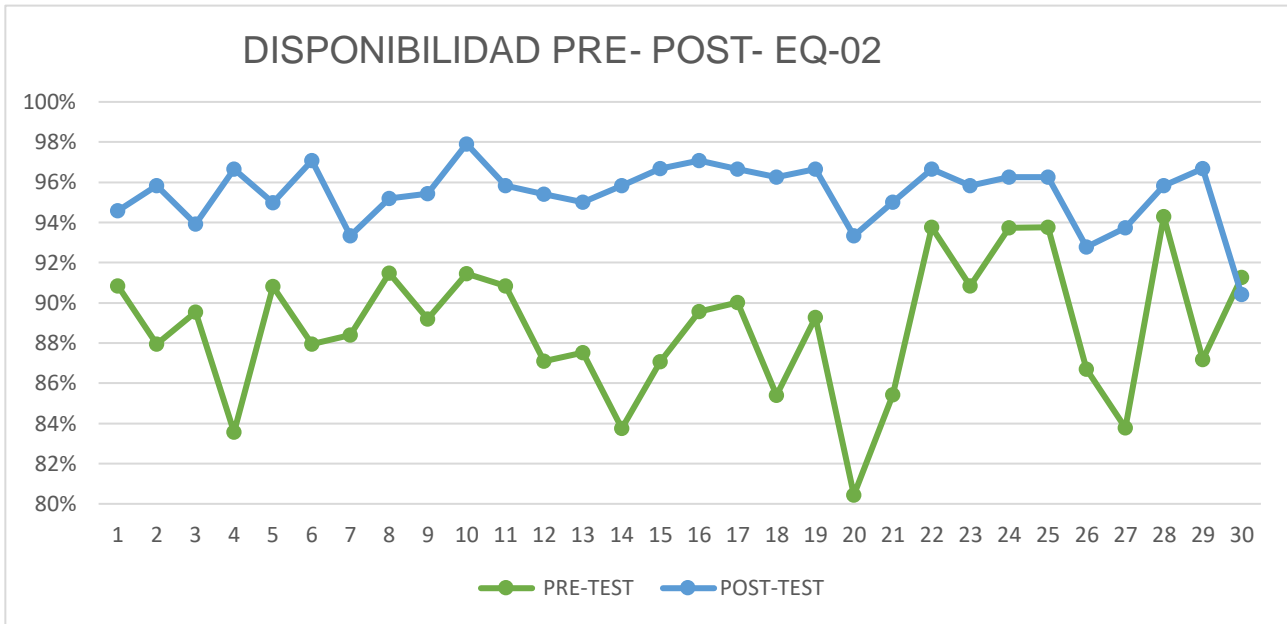
Anexo 17: Ficha técnica de EQ-03

		FICHA TECNICA DE EQUIPO		EQ-EC-03	
Marca	CALPEDA	Tipo de liquido	Agua limpia	Altura manométrica	360 m
Modelo	MXV50-1604/C	Categoría química de fluido	Líquidos no agresivos	Temperatura de liquido	-10°C Hasta +90°C
Potencia	10.00 hp	Fluido constante	Sin partículas abrasivas	Presión máxima	10 BAR
Material	Fierro fundido	Imagen			
Impulsor	Acero inoxidable				
Conexión	Ø 1 ½"				
Voltaje/ Fase	Trifásico				
Color	Amarillo				
Color	Amarillo				
					

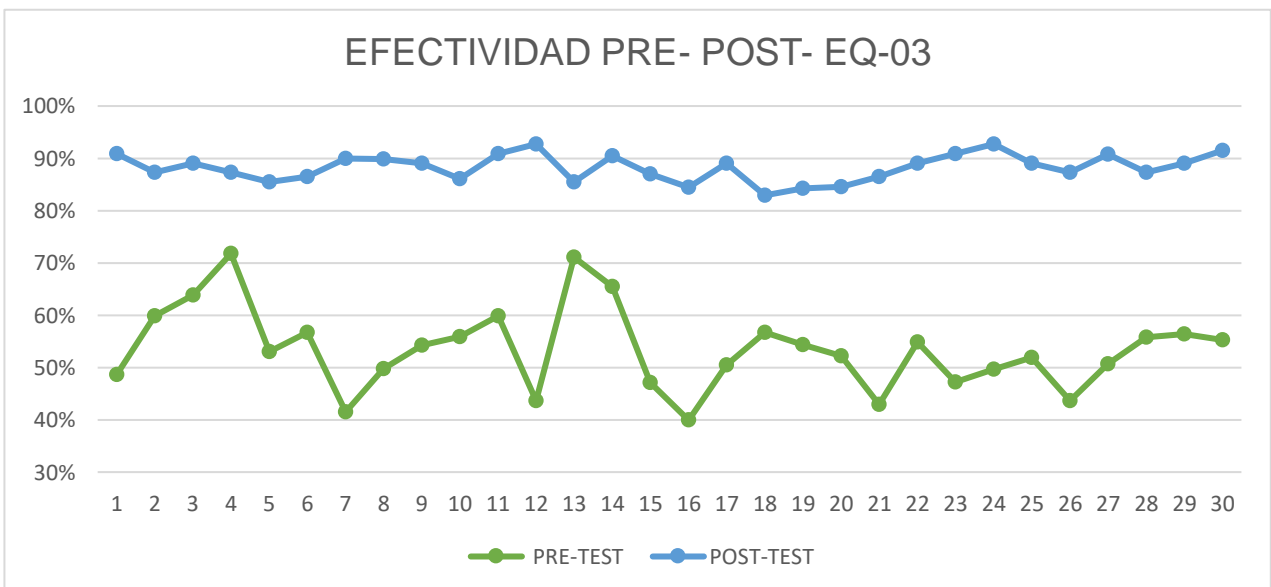
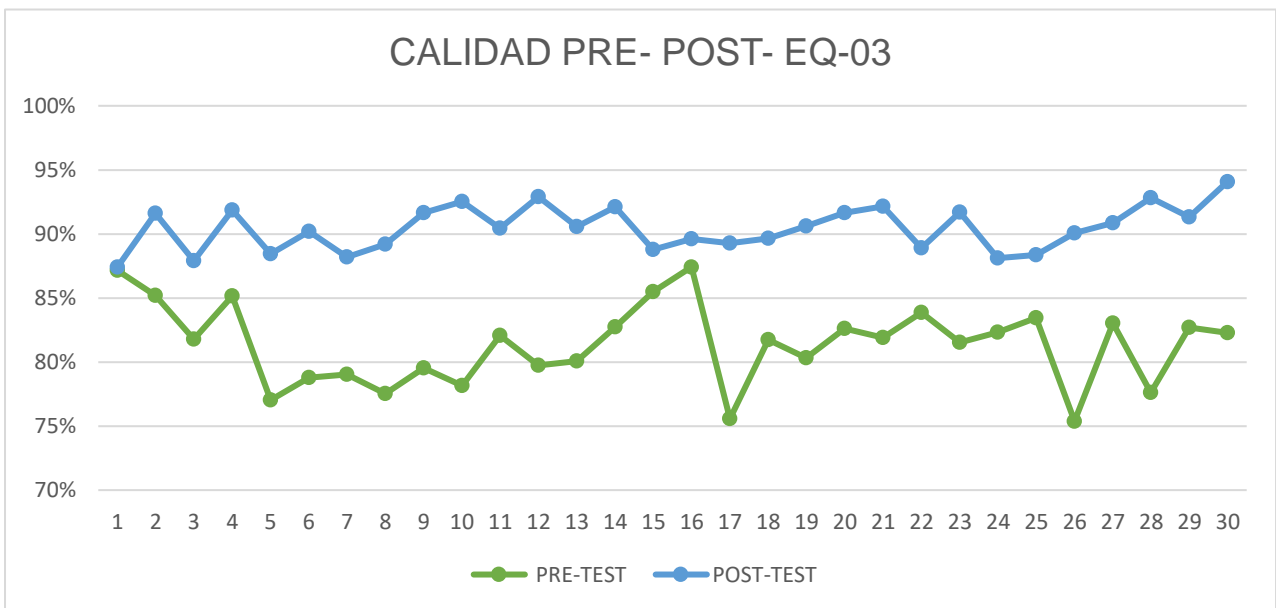
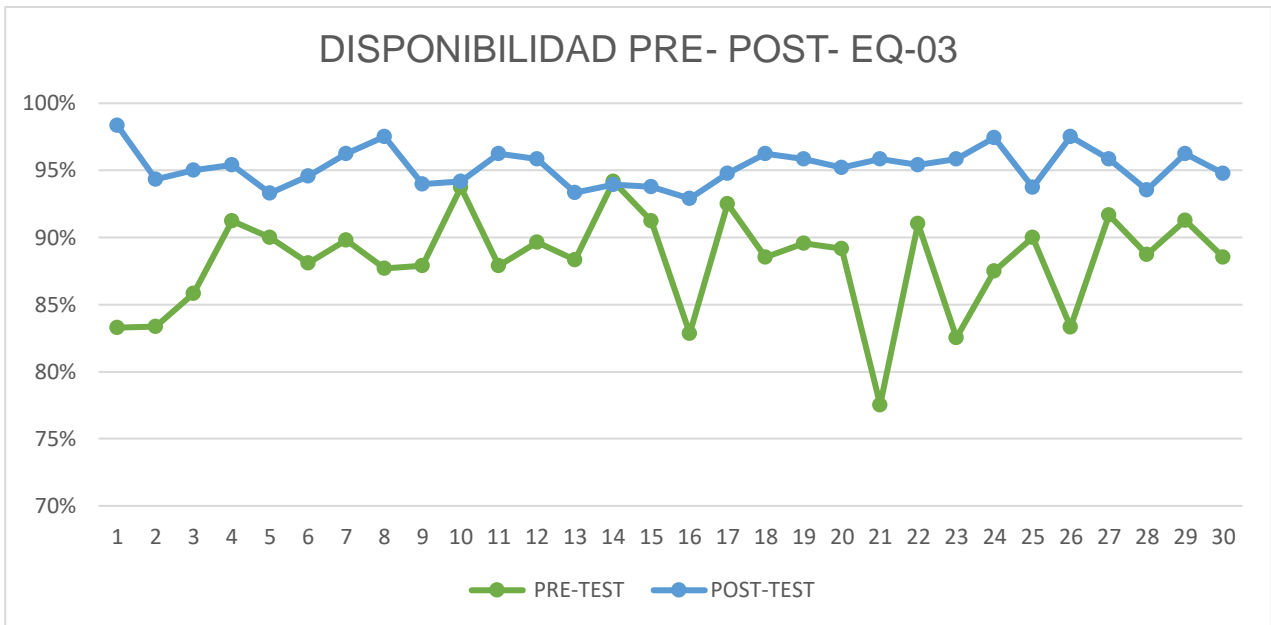
Anexo 19: Grafica de comportamiento de EQ-01



Anexo 20: Grafica de comportamiento de EQ-02



Anexo 21: Grafica de comportamiento de EQ-03



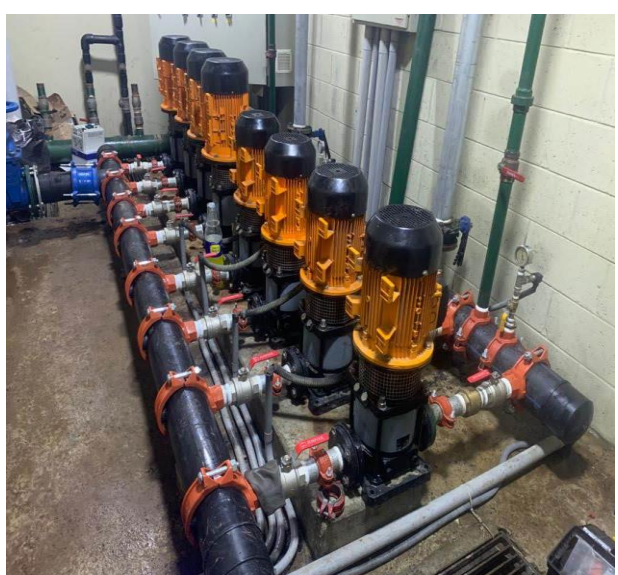
Anexo 22: Sala de máquinas – Post-Test



Anexo 23: Despiece de equipo en taller

Sala de máquinas 1A – Pre-test





Anexo 24: Consentimiento de empresa



PERMISO ACADEMICO

Lima, 17 de Abril del 2021

Huaranga Peralta Luis Miguel
Gerente General
HP General Services S.A.C

De mi consideración

Se le brinda permiso al Sr. Chavez Cavallos Antony Carlos con número de DNI 76628451, teniendo el cargo de supervisor de mantenimiento del área de soporte técnico y logística en la empresa HP General Services S.A.C para fines académicos en su proyecto de investigación "Aplicación de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa HPGS S.A.C- 2021"

Del cual al final de su proyecto de investigación se compromete a brindar una copia de esta, para que la empresa se involucre con la situación actual de operaciones.

Sin otro en particular

HP GENERAL SERVICES S.A.C
Luis Miguel Huaranga Peralta
Gerente General



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESPEJO PEÑA DENNIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA HPGS S.A.C - 2021", cuyos autores son CHAVEZ CEVALLOS ANTONY CARLOS, CORDOVA PERALTA MARIA ELENA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 12 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESPEJO PEÑA DENNIS ALBERTO DNI: 42362677 ORCID 0000-0002-0545-5018	Firmado digitalmente por: DESPEJOP el 12-12-2021 10:03:43

Código documento Trilce: TRI - 0219053