



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Gestión de mantenimiento planificado para mejorar la disponibilidad de
equipos en una empresa minera -Trujillo, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR :

Castañeda Bejarano, Elder Ulises (orcid.org/0000-0003-2731-0909)

ASESOR:

MSc. Malca Hernández, Alexander David (orcid.org/0000-0001-9843-7582)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico , empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ

2023

Dedicatoria

Primeramente, agradecer a Dios por la vida que me está regalando y brindar los conocimientos y darme a entender que con cada esfuerzo y planificación que hacemos y nos proponemos , se puede llegar a ser uno de los mejores.

A mi familia ,mi madre Bejarano Príncipe Eusebia, por todo su amor que me brinda a trascurrir de mis días, y hermanos Castañeda Bejarano en los cuales encontré el apoyo incondicional, paciencia y por entregarme lo mejor de ellos para lograr mis metas como persona y profesional

Agradecimiento

Mi agradecimiento se dirige a Dios por haber forjado mi camino, guiarme con sabiduría y enseñarme que todo lo que se propone se logra con sacrificio.

Mi gran estima y reconocimiento a toda la comunidad de profesionales Universidad César Vallejo, del cual me siento orgulloso de pertenecer y formar parte de la carrera de ingeniería industrial. A Mi madre Eucebia Bejarano Príncipe, y hermanos Castañeda Bejarano por inculcarme principios y valores morales, por haber estado en todo momento apoyándome en esta ardua misión y por su confianza depositada en mí



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MALCA HERNANDEZ ALEXANDER DAVID, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Gestión de mantenimiento planificado para mejorar la disponibilidad de equipos en una empresa minera -Trujillo, 2023", cuyo autor es CASTAÑEDA BEJARANO ELDER ULISES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MALCA HERNANDEZ ALEXANDER DAVID DNI: 09678936 ORCID: 0000-0001-9843-7582	Firmado electrónicamente por: AMALCAH el 11-01- 2024 09:34:44

Código documento Trilce: TRI - 0711891



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CASTAÑEDA BEJARANO ELDER ULISES estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Gestión de mantenimiento planificado para mejorar la disponibilidad de equipos en una empresa minera -Trujillo, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
CASTAÑEDA BEJARANO ELDER ULISES DNI: 73529717 ORCID: 0000-0003-2731-0909	Firmado electrónicamente por: EUCASTANEDAB el 29-12-2023 18:18:52

Código documento Trilce: INV - 1450817

índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	II
Agradecimiento.....	III
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	VII
Índice de figuras y gráficos.....	IX
Resumen	X
Abstract	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1 Tipo y diseño de investigación	9
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población , muestra, muestreo	12
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	18
3.6. Métodos de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	64

Índice de tabla

<i>Tabla 1. Datos para sacar el tamaño de muestra</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Máquinas en orden de criticidad según análisis AMEF.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3. Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento V. Independiente</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4. Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento V. dependiente</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5. Cronograma de actividades e insumos para la implementación del mantenimiento planificado</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 6. máquinas críticas</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 7. Análisis de criticidad según AMEF y priorización de trabajo</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8. costos por mantenimientos</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 09. Pre test control de mantenimientos.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 10. Pre test programación de mantenimientos.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 11. Pre test identificación de fallas.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 12. Pre test tiempo medio de reparación</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 13. Pre test disponibilidad de los equipos</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 14. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora Bosch)</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 15. Actividades de mantenimiento correctivo (perforadora Bosch)</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 16. Actividades de mantenimiento preventivo (Chancadora)</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 17. Actividades de mantenimiento correctivo (Chancadora)</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 18. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora makita).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 19. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora makita).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 20. Actividades de mantenimiento preventivo (máquina de soldar)</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 21. Actividades de mantenimiento correctivo (máquina de soldar)</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 22. Actividades de mantenimiento preventivo (Ventilador)</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 23. Actividades de mantenimiento correctivo (Ventilador)</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 24. Actividades de mantenimiento correctivo (Generador)</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 25. Actividades de mantenimiento correctivo (Generador)</i>	<i>34</i>

<i>Tabla 26. Repuestos de equipos críticos</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 27. pre test - post test del control de mantenimiento.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 28. pre test - post test de identificación de fallas</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 29. post test de programación de mantenimiento</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 30. Nivel de gestión de la disponibilidad en las maquinas críticas de planta de producción.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 31. Disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de las máquinas.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 32. Análisis descriptivo de la disponibilidad antes y después</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 33. Análisis descriptivo de la fiabilidad antes y después.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 34. Análisis descriptivo de la mantenibilidad antes y después.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 35. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 36. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 37. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 38. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 39. Prueba T de student de pares relacionados disponibilidad.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 40. Prueba T de student de pares relacionados fiabilidad</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 41. Prueba T de student de pares relacionados mantenibilidad.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 42. Prueba Wilcoxon de pares relacionados mantenibilidad.....</i>	<i>48</i>

Índice de figuras y gráficos

<i>Figura 1.- Esquema del diseño pre experimental.....</i>	<i>9</i>
<i>Gráfico 1.- organigrama de la empresa</i>	<i>22</i>
<i>Gráfica 2. Pre test y post tes de control de mantenimiento.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfica 3. Pre test y post tes del análisis de fallas.....</i>	<i>38</i>
<i>Gráfica 4. Pre test y post tes del cumplimiento de control de mantenimiento.....</i>	<i>39</i>

Resumen

La investigación titulada "Gestión del mantenimiento planificado para mejorar la disponibilidad de equipos en la empresa Minera, Trujillo 2023" tiene como objetivo principal implementar estrategias de mantenimiento planificado para optimizar la disponibilidad continua de los equipos en la empresa minera. Con un enfoque cuantitativo, se busca ofrecer soluciones prácticas a los problemas de producción, sintetizando tiempos y costos durante las actividades de extracción de mineral.

El diseño de investigación es preexperimental y aplicativo, calculando variables y realizando un análisis para implementar acciones recomendadas en el futuro. Se seleccionaron 10 máquinas de grado crítico como muestra, evaluadas mediante instrumentos de observación y análisis documental. La conclusión destaca los problemas que afectan la disponibilidad debido a una gestión deficiente de mantenimiento planificado, proponiendo mejorarla en más del 80%, esencial para satisfacer las necesidades operativas y lograr una producción óptima.

Las recomendaciones incluyen acciones preventivas para mantener las máquinas en condiciones óptimas, mejorando la extracción de mineral y asegurando una producción eficiente. La evaluación de datos se realiza con SPSS v.26 para un análisis estadístico preciso. El estudio busca abordar los desafíos actuales, destacando la importancia de la gestión proactiva del mantenimiento para garantizar el rendimiento continuo de los equipos en la empresa minera.

Palabras clave: Mantenimiento planificado , mantenimiento preventivo, gestión, condiciones óptimas, disponibilidad de equipos .

Abstract

The research titled "Planned Maintenance Management to Enhance Equipment Availability in Trujillo Mining Company, 2023" aims to implement planned maintenance strategies to optimize the continuous availability of equipment in the mining company. With a quantitative approach, it seeks to provide practical solutions to production problems by synthesizing times and costs during mineral extraction activities.

The research design is pre-experimental and applicative, calculating variables and conducting analysis to implement recommended actions in the future. Ten critical-grade machines were selected as the sample and evaluated through observation instruments and document analysis. The conclusion highlights problems affecting availability due to poor planned maintenance management, proposing an improvement of over 80%, crucial to meeting operational needs and achieving optimal production.

Recommendations include preventive actions to keep machines in optimal conditions, enhancing mineral extraction, and ensuring efficient production. Data evaluation is performed using SPSS v.26 for precise statistical analysis. The study aims to address current challenges, emphasizing the importance of proactive maintenance management to ensure the continuous performance of equipment in the mining company.

Keywords: Planned Maintenance, preventive maintenance, management, optimal conditions, equipment availability.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial , la minería se convirtió en una actividad que requiere de un alto nivel de inversión en maquinaria por lo que es importante saber que la disponibilidad de la maquinaria puede verse afectada por diversos factores, como el desgaste, la fatiga y la falta de mantenimiento planificado según Robatto, S.,Gamache,M. y Doyon ,P. (2022). Hardt, F. et al. (2021) manifestaron que “el mantenimiento planificado es muy importante para mantener una función de operación correcta en los equipos, también para proponer la jerarquización de cada máquina de acuerdo a su nivel de criticidad”. Además, Zineb,A.,Ezzine,L. y EL,H.(2019) sostuvieron que unas de las estrategias más importantes de la confiabilidad es el índice de fiabilidad, en el que se habló del indicador de tiempo medio entre fallos, el criterio de la fiabilidad se ve como la inversa de su indicador entre la finalización de reparación y el fallo siguiente. Por otro lado, Liu,Zhang,Ouyang y Huang (2021) indican que las plantas industriales que no funcionan correctamente implican pérdidas por tiempo de producción, que afectan a los costes y pérdidas de credibilidad, la confianza, además de pérdidas en la rentabilidad y competitividad; Zhu ,Chen y Borgonovo (2021) dicen que se puede reducir esos problemas ejecutando la función de mantenimiento, basándose en conceptos como fiabilidad y mantenibilidad.Jakkula, Mandela y Chivukula (2020) Afirman que el mantenimiento planificado debe estar ligado con seguridad y calidad proyectando un mejor trabajo dentro de la empresa para mejorar la disponibilidad de los equipos. Putri, Taufik y Buana (2020) en su artículo hablan sobre la programación de mantenimiento planificado, en el que se busca implementar modelos modulares para reducir los costes y mejorar la disponibilidad de las máquinas tal como (Orezana y Ninosca (2019) .Las causas mencionadas estan en el diagrama de Ishikawa (véase en anexo 2) , las que fueron dimensionadas en una matriz de operacionalización (véase en anexo 1) y fueron priorizadas por la matriz Vester (véase en anexo 3). Al no plantearse una mejora en la disponibilidad en lo equipos a partir de la gestión de un mantenimiento planificado se corre un riesgo de que la producción se reduzca más y que los equipos con el tiempo se deterioren más de lo esperado como nos dicen Caicedo y Hinostroza (2019). También es necesario evaluar la variable dependiente,

la disposición de las máquinas en una empresa es prioritario por lo que se tomó en cuenta, por ello fue necesario mantener los equipos en correcto funcionamiento, sin embargo, los costos por mantenimiento son exorbitantes, es por eso que se busca mantener la disponibilidad de un equipo y aplicar una evaluación de criticidad como nos los dice Espinoza (2018). El planteamiento del problema en la investigación en la empresa Minera se dio a partir de la siguiente pregunta ¿De qué forma la gestión del mantenimiento planificado mejorará la disponibilidad de los equipos en la empresa minera ? y de manera específica se planteó ¿De qué manera la gestión del mantenimiento planificado mejorará la fiabilidad de los equipos en la empresa minera?, ¿De qué modo la gestión del mantenimiento planificado mejorará la mantenibilidad de los equipos en la empresa minera? Tomando en cuenta los criterios de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018, p.45) se realizó una justificación de conveniencia ya que el trabajo elaborado es útil para ampliar la disposición de las máquinas y equipos de la empresa, disminuyendo de esa manera los mantenimientos correctivos, los costos elevados por mantenimiento pudiendo de esa manera tener una línea de extracción continua. La justificación de implicaciones prácticas y de desarrollo es que ayudo a resolver la situación de la baja disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de los equipos de la empresa. La justificación de utilidad metodológica es que se mejoró la aplicación del mantenimiento planificado incrementando la disponibilidad de los equipos, convirtiéndole en una guía o manual de enseñanza para los trabajadores de la empresa y para futuras investigaciones académicas relacionadas con las variables de estudio. El objetivo general fue Determinar la gestión del mantenimiento planificado para incrementar la disponibilidad de los equipos en una minera. Los objetivos específicos fueron: (1) Determinar la gestión del mantenimiento planificado para potenciar la fiabilidad de los equipos en una empresa minera y (2) realizar la gestión del mantenimiento planificado para mejorar la mantenibilidad de los equipos en una empresa minera. La hipótesis general planteada fue, la gestión del mantenimiento planificado mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa minera. Las hipótesis específicas fueron: (1) La gestión del mantenimiento planificado mejora la fiabilidad de los equipos en una empresa minera y (2) la gestión del mantenimiento planificado mejora la mantenibilidad de los equipos en una empresa minera.

II. MARCO TEÓRICO

En relación a los antecedentes internacionales , Ben, Mohamed y Muduli (2021) realizaron una investigación sobre el efecto del mantenimiento preventivo en la confiabilidad de las máquinas en una planta de envasado de bebidas. Su objetivo fue: Investigar sobre como el mantenimiento planificado aporta en la fiabilidad de los dispositivos de una planta de embotellado. La población fue la planta de envasado, donde se distinguieron 10 máquinas, esta información se obtuvo en la empresa, considerando que hay un conjunto de datos antes de que se permitiera la mejora, evaluado en un periodo de seis meses. Los instrumentos utilizados fueron: informes de la disponibilidad de la maquinaria con sus respectivas fallas (MTBF), el reporte de cantidad de mantenimientos que se realizó (MTTR) y tasa de decepción (λ) para cada máquina, además, a llenadora de envases y el paletizador se distinguen como las máquinas básicas de la planta. Los resultados fueron: la calidad constante de la llenadora aumentó del 55% al 71%, mientras que la EBI y el paletizador aumentaron del 89% y el 87% al 92% y el 91%, por separado, en conclusión: se observó una sorprendente disminución de las decepciones de las máquinas tras medio año de ejecución del programa. La temporada de averías absoluta de la llenadora se redujo de 104,52 horas a 93,41 horas. También se observaron patrones similares en las máquinas de control de recipientes sin rellenar y en las paletizadoras las averías de la EBI disminuyeron de 58,98 horas a 47,29 horas, mientras que las demás averías disminuyeron de 39,30 horas a 31,06 horas. Weichao et al (2020) en su Tesis " A hybrid predictive maintenance approach for CNC machine tool driven by Digital Twin. " tuvo como Objetivo: Desarrollar un modelo de mantenimiento predictivo para mejorar la disponibilidad de los centros de mecanizado CNC, Población estudiada fueron los centros de mecanizado CNC en una empresa de fabricación, los Instrumentos para la recopilación de datos fue el análisis de datos de sensores, software de mantenimiento predictivo, como resultado se obtuvo que el modelo de mantenimiento predictivo redujo el tiempo de inactividad de la máquina y mejoró la eficiencia del mantenimiento, en conclusión el modelo de mantenimiento predictivo es una herramienta útil para mejorar la disponibilidad de las máquinas. Por otro lado Shafiee ,M (2019) en su investigación

realizada sobre "Development of an Integrated Framework for Maintenance Planning and Scheduling of Mining Equipment" tuvo como Objetivo: Desarrollar un marco integrado para la planificación y programación del mantenimiento de equipos de minería, su población estudiada fueron los equipos de minería en una mina de cobre, Instrumentos empleados: Análisis de datos de sensores, software de gestión del mantenimiento, obteniendo como resultados: El marco integrado mejoró la disponibilidad de los equipos de minería y redujo los costos de mantenimiento, Conclusión: El marco integrado es una herramienta útil para mejorar la eficiencia del mantenimiento de los equipos de minería. Además Khalid (2020) en su tesis nos habla sobre "Development of a Condition-Based Maintenance Model for Gas Turbine" el cual tenía como Objetivo: Desarrollar un modelo de mantenimiento basado en el estado para mejorar la disponibilidad de la turbina de gas, la población estudiada fueron las turbinas de gas en una central eléctrica, Sus instrumentos empleados fueron el análisis de datos de sensores, software de mantenimiento basado en el estado, Resultados: El modelo de mantenimiento basado en el estado mejoró la eficiencia del mantenimiento y redujo los costos en conclusión: El modelo de mantenimiento basado en el estado es una herramienta útil para mejorar la disponibilidad de la turbina de gas. Zhang et al (2022) realizaron su tesis sobre "Research on Equipment RCM Maintenance Strategy Based on Importance Assessment and Online Fault Monitoring", el cual tenía como objetivo investigar la optimización de la estrategia de mantenimiento de equipos mediante el mantenimiento centrado en la confiabilidad, Población estudiada: Equipos en una planta química, como instrumentos empleados utilizaron el análisis de datos de fallos, software de mantenimiento centrado en la confiabilidad, Resultados: La estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad mejoró la disponibilidad de los equipos y redujo los costos de mantenimiento, en conclusión el mantenimiento centrado en la confiabilidad es una estrategia efectiva para mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir los costos de mantenimiento. Xitumul (2019) en su tesis sobre "Análisis de fallas y mantenimiento mecánico de una turbina tipo Francis de eje vertical de una central hidroeléctrica de fallas", tuvo como objetivo: Desarrollar un modelo de mantenimiento preventivo para turbinas hidráulicas basado en el análisis de fallas donde su población estudiada fueron las Turbinas

hidráulicas en una central hidroeléctrica, como Instrumentos empleados se tomó el análisis de fallas, software de mantenimiento preventivo, Resultados: El modelo de mantenimiento planificado redujo el tiempo de inactividad de las turbinas hidráulicas y mejoró la eficiencia del mantenimiento, Conclusión: El análisis de fallas es una herramienta efectiva para el mantenimiento preventivo de turbinas hidráulicas. Por otro lado, a nivel nacional Graus, Gómez y Enrique (2018) realizaron una tesis sobre Aplicación de la estrategia del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales, empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018. El motivo fue: Alcanzar mejoras en la disponibilidad de la maquinaria, propiedad de la compañía Siderperú S.A.A. Chimbote 2018, implementando un programa de mantenimiento preventivo. La población estuvo integrada por los equipos pesados de la empresa. La muestra seleccionada resultó a partir de lo que tomó el investigador de acuerdo a su conveniencia, en la cual uso teorías de algunos especialistas en el rubro de maquinarias de equipo pesado como lo es la manipuladora, los instrumentos empleados fueron: Plantilla detallada con el total de fallas, reporte de antecedentes de la maquinaria donde se encuentran la cantidad de reparaciones que se tuvo y los repuestos utilizados para ese fin , el formato de mantenimiento preventivo y por último la configuración de accesibilidad de los equipos. Los resultados obtenidos mostraron que el plan ejecutado en pre- mantenimiento arrojó un resultado del 91% de lo que se venía trabajando, sin embargo, El archivo de consistencia demuestra que está en un nivel adecuado, pero hay oportunidad de mejora utilizando los instrumentos ya mencionados. Por lo tanto, se analizó la accesibilidad subyacente del equipo, Después de la utilización de la programación de mantenimiento preventivo, fue posible ver un incremento en la última accesibilidad de los controladores 06-04, 06-05, 06-06, dando como resultado general un 97 %, por lo que se concluiría que, a causa de la programación de apoyo preventivo, la disponibilidad tuvo una expansión del 7 %

Tueros e Ymbertis (2020) realizaron una tesis que trata sobre la mejora de la disponibilidad de las máquinas en el área de extrusado de la empresa Vicco S.A. a través de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo. tuvo como finalidad : Utilizar un plan de mantenimiento de carácter preventivo en el sector de extrusado para remarcar el aspecto de disponibilidad de máquinas de la compañía

Vicco S.A, la población utilizada y encontrada en la información numérica de la empresa fue las maquinarias del sector de extrusado de la cual se busca mejorar su nivel de disponibilidad por ello se busca evaluar en un tiempo promedio de seis meses, en el que se tratara temas referidos al cuidado preventivo, confiabilidad, mantenibilidad y la disponibilidad de equipos del sector de extrusado, los instrumentos empleados fueron: El reconocimiento de datos de los equipos utilizados en el área y los antecedentes de fallos que se tuvo pre mantenimiento, por otro lado cabe decir que para la aprobación de los instrumentos fue concebible a través del juicio de los especialistas. Los resultados fueron: El nivel de accesibilidad estimado anteriormente fue de 67,1%, el cual está por debajo de la accesibilidad normal de la situación resultante con 93,1%; adicionalmente, se adquirió una significación de $0,002 < 0,05$, lo cual aprueba esta teoría. En conclusión: el grado de accesibilidad normal de la máquina antes era del 67,1%, que está por debajo de la accesibilidad normal después con el 93,1%; de este modo, se obtuvo un significado de 0,002 por debajo de 0,05, lo que aprueba el resultado. En el estudio realizado sobre " Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A" ", identificó que la aplicación de la Gestión de mantenimiento planificado (GMP) permitió aumentar la disponibilidad de los equipos en un 20%, realizado por los autores Aldana C (2019), se encontró que la implementación de un sistema de GMP permitió aumentar la disponibilidad de los equipos en un 30%.

Xiaomeng (2018) en su trabajo Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company tuvo como finalidad maximizar el nivel de efectividad con respecto al área de construcción de la Empresa S, por medio de la implementación de TPM, la población fue de 9 máquinas de la compañía , para los cual se empleó instrumentos de nivel de comportamiento de las máquinas, desempeño de los trabajadores con respecto a su máquina, clausulas , administración del cuidado autónomo, y de los diferentes procesos de esa sector, consiguiendo el resultado que en la ejecución del proyecto los operadores empezaron a mejorar en los tiempos muertos o menos productivos convirtiéndoles en tiempos más eficaces donde se tomó temas de planificación , producción ,inspección y limpieza, consiguiendo una reducción

en el tiempo paradas y fallas repentinos que no ayudan a una producción continua y con ello el resultando creció en el grado de fiabilidad gracias a una eficaz disponibilidad de los equipos. Concluyendo que a través de la utilización de los instrumentos de medición se hizo posible una mayor disponibilidad, abarcando las nueve máquinas que tienen diferentes procesos operativos, sin embargo, con participación de los colaboradores fue posible mejorar en ese tema.

Conceptos sobre la variable independiente

Hongan, Xi y Kaibo (2020), nos dicen que el mantenimiento preventivo (MP) ayuda a mejorar en tanto la disponibilidad de las máquinas y lo más importante, los costos por mantenimiento y por materia prima. Hung Wu et al (2020), manifiestan que el nivel de deterioro y conservación de las maquinas depende de la calidad de planificación de mantenimiento. Badiya, Adel y Amer (2020), aseguran que, para aumentar la fiabilidad, reducir paradas y obtener más seguridad se debe tener un buen plan de mantenimiento preventivo. Chuang et al (2021), detallan que el nuevo enfoque de optimización de costes por mantenimiento preventivo se basa en una idea de redistribución del personal. Couper (2020), no dice que el MP ayuda a detectar la degradación de los equipos tras la programación de revisión periódica. Wang, Li y Xie (2018), nos hablan sobre cómo se ejecuta el MP cuando se realiza arrendamiento de maquinaria, la fiabilidad y los costes por mantenimiento. Asimismo, Chang et al (2021) nos hablan sobre algunas estrategias de MP basado en datos y la precisión en los pronósticos de fallas.

Conceptos de cada una de la variable dependiente

Agrawal, Murthy y Chattopadhyaya (2019), nos dice que para alcanzar la máxima disponibilidad en los equipos se debe aumentar la fiabilidad y la capacidad de mantenimiento en los equipos. Por otro lado, Velásquez y Mejía (2018) nos comentan que tanto la fiabilidad, con la disponibilidad son factores importantes para tener un grado de confiabilidad en los equipos. También Gutiérrez, Rodríguez y Lavado (2020) en su artículo nos comentan sobre las mejoras que se realizó con el mantenimiento preventivo en sus máquinas durante sus siembras y cosechas. Ahmadi et al (2019), en su artículo nos dice que la evaluación de la mantenibilidad, la fiabilidad la disponibilidad, juegan un papel muy importante en la estimación del rendimiento de las

máquinas. También Ronceros (2022) define mantenimiento como prolongación de vida útil de una máquina. Vera (2022) , según su artículo nos dice que la baja disponibilidad de equipos es que se desconoce muchas veces las características del trabajo y no se realiza una correcta selección de maquinaria, además que depende mucho del trato del operario hacia su máquina. Tsarouhas (2019) , dice que la mantenibilidad es una herramienta esencial para evaluar la situación actual de una máquina y que además ayuda a predecir la fiabilidad para no tener muchas fallas en tiempos de parada. Barbarosoglu y Arditi (2018), en su artículo hace referencia a la mantenibilidad, pues nos dicen que la mantenibilidad se refiere a la medida que se toma con respecto a la situación actual de la máquina y como es su desempeño a través del tiempo de trabajo Así mismo, Leugner (2020) nos habla sobre la capacidad de mantenimiento que es el término utilizado para describir la facilidad con la que se puede inspeccionar, lubricar, probar, ajustar o reparar cualquier equipo industrial, también Heuser y Ocker (2018), comentan que, en el ámbito de la automatización hay diferentes disciplinas, a saber, cómo la mecánica, la electricidad/electrónica y el software que interactúan y dependen en gran medida unas de otras.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación : El desarrollo de la tesis presenta una investigación de enfoque cuantitativo, pues se utilizó la recopilación de datos seguido de un análisis detallado para responder preguntas de investigación y comprobar las hipótesis que se formularon anteriormente, además se confía en la evaluación de variables y herramientas de investigación (Andrade, Cabezas y Torres, 2018).

Además, es de tipo aplicada, pues se buscó resolver un problema de la realidad con un enfoque claro para analizar dichos problemas y encontrar una solución, según Rus (2021) “el propósito de este tipo de investigación es determinar la utilidad de los principios y de la teoría, probando hipótesis dentro de entornos específicos” (Godoy 2020).

3.1.2 Diseño de investigación: El diseño de la tesis es experimental pues se implica manipular de manera controlada la variable independiente para observar efectos en la variable dependiente , que se manifiestan de manera pre experimental puesto que es un diseño inicial el cual pretende demostrar la validez de los procedimientos ejecutados .(Hernández y Mendoza, 2018).

De nivel explicativo porque se profundizo en evaluar , comprender y explicar el problema o fenómeno a través de la investigación realizada .

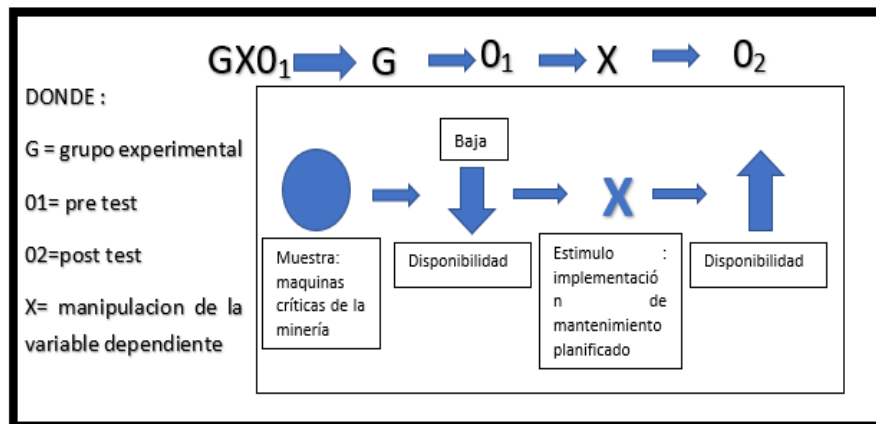


Figura 1.- Esquema del diseño pre experimental

3.2 Variables y operacionalización.

Variable independiente: Mantenimiento planificado

Es una estrategia de tratamiento rentable, para conservar las máquinas en correcto funcionamiento y así evitar problemas de producción en las diferentes áreas (Agnew *et al*, 2021) , véase en el anexo 1 .

Dimensión 1: Control de mantenimiento

Para realizar un control de mantenimiento debemos hacer un seguimiento a las tareas de mantenimiento donde se pueda apreciar los mantenimientos planificados y los mantenimientos realizados. Tener un registro ordenado y plantillas de tareas o inspección estandarizadas son una buena práctica que facilita el seguimiento y ejecución de los pendientes. Para lograr esto, podemos apoyarnos en un sistema de mantenimiento. Estableciendo indicadores de gestión se podrá monitorear el avance de tu equipo, tiempos de respuestas y tener control sobre los gastos (Mego, 2019).

$$\%CM = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos planificados}} \times 100$$

Dimensión 2: Identificar fallas

Es un catálogo con su respectivo examen de fallos que se usa para impedir fallas y que estos reincidan más adelante. Además, es servible para detectar fallos en la programación y fortuitos que conlleven a quiebras e inoperatividad en los equipos exponiendo las entidades que fueron probadas (Alberti, 2020).

$$\%TF = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Numero de unidades probadas}} \times 100$$

Dimensión 3: Programación del mantenimiento

El plan de mantenimiento es el componente, es un modelo de gestión de activos donde se mide las horas de mantenimiento planificado entre el total de horas de mantenimiento las cuales fueron programadas en actividades

periódicas preventivas y predictivas con actividades necesarias para definir las frecuencias, variables de control, presupuesto y procedimiento de cada actividad (López, 2019).

$$MP = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{horas totales de mantenimiento}} \times 100$$

Variable dependiente: Disponibilidad

Gallegos, Viscaíno y Villacrés (2020) mencionan que la disponibilidad es una medida de que algo está en un estado listo para ser asignado (es decir, disponible). Es el porcentaje de tiempo que un equipo está apto para su uso y operatividad, tomando en cuenta la sumatoria del tiempo por paradas imprevistas en los equipos. Véase en el anexo 1.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \times 100$$

Dimensión 1: Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que una unidad funcione satisfactoriamente en un intervalo de tiempo determinado teniendo en cuenta las horas de operación de la máquina, siempre que las máquinas se empleen en condiciones establecidas para detectar el número de fallas y poder sacar la resolución del tiempo medio entre fallas (Yepes, 2021).

$$Fiabilidad = \frac{\text{Número de horas de operacion}}{\text{Numero de fallas durante las horas de funcionamiento}} \times 100$$

Dimensión 2: Mantenibilidad

Es una medida de presentación que podemos constatar para cada pieza del engranaje. Los procedimientos de viabilidad deben centrarse en la ampliación de las ocasiones medias entre las decepciones y en la disminución de los plazos de reparación. Asumiendo que nos damos cuenta de cómo conseguir índices de potenciación, implica que, en caso de que el engranaje se quede corto, realmente queremos arreglarlo de una manera sencilla y segura.

Además, la practicidad nos ayuda a reconocer el grado de problema mientras se aplica el mantenimiento restaurador en un recurso, para salvaguardar la fiabilidad característica de las máquinas (Mancuzo,2020).

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Numero total de fallas detectadas}} \times 100$$

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

De acuerdo con Condori-Ojeda, Porfirio (2020): “La población se compone de diversos elementos que poseen atributos que requieren ser examinados. Existen dos tipos de población: la población objetivo, que suele ser de gran tamaño y no presenta limitaciones para que el científico pueda acceder a ella, y la población accesible, que está conformada por un número reducido de elementos y está delimitada por normas específicas.

Sujeto de estudio: Son los equipos de la empresa minera , en la que se cuenta con distintos tipos de equipos que son partes de la extracción de minerales como 3 perforadora o taladro bosh, 2 perforadora o taladro maquita , 2 generadores , 2 Perforadora jackleg, 3 wincha de izaje , 4 martillos neumáticos , 6 ventiladores , 2 compresor , 2 carros mineros , 2 chancadora de piedra, 2 máquina de soldar. Se determina la población es de 30 máquinas que son participes de la producción en la empresa.

Unidad de estudio: Es el indicador o KPI unitario de la disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad

La población está compuesta por datos cuantitativos recopilados de los equipos de una empresa minera, específicamente de los indicadores clave de rendimiento (KPI) que miden la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. Estos datos se calcularán o medirán a diario y se consolidarán semanalmente durante un período de 6 semanas antes y 6 semanas después de la evaluación. La selección de las máquinas se basó en su grado de criticidad de las cuales se eligieron 10, tomando en cuenta los 30 equipos que se utiliza para la extracción de minerales en el yacimiento .

Parámetros de inclusión: Días laborables.

Parámetros de exclusión: Domingos y feriados

Muestra

La muestra está constituida por datos cuantitativos tomados de los equipos de la planta de extracción de la empresa minera evaluados con los KPI's o indicadores de la disponibilidad, mantenibilidad, fiabilidad calculados o medidos de forma diaria y consolidados semanalmente en un tiempo de 6 semanas antes y 6 semanas la evaluación se realizó por grado de criticidad y se tomó 10 máquinas como tamaño de muestra después de realizar un cálculo, de esta manera convirtiéndose en nuestro objetivo de estudio.

Cálculo del tamaño de muestra :

Tabla 1. Datos para sacar el tamaño de muestra

Símbolo	Significado
n	Tamaño de muestra
N	Tamaño de población o universo
Z"	Parámetros estadísticos que depende el Nivel de Confianza (NC)"
e	Error de estimación máximo aceptado
p	Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)
q	(1-p)=Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

Fuente : elaboración propia

Datos

n = ¿?

N = 30 máquinas mineras

Z" = 95 % ---- (1.96)

e = 5 %

p = 50 %

q = (1 – p) = 50 %

n = (30*(1.96*1.96)*50%*50%)/ ((5%*5%)*(30-1)+ (1.96*1.96)*50%*50%)

n= 27.89

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Nota : A pesar de que la muestra salió 27,89 se escogió 10 máquinas por orden de criticidad ya que el tiempo de evaluación es corto y se necesita priorizar.

Tabla 2. Máquinas en orden de criticidad según análisis AMEF

NOMBRE DE LA MAQUINA	MARCA	MODELO	VOLTAJE / POTENCIA	CONDICIÓN	INICIO DE OPERACIÓN	NIVEL DE CRITICIDAD (AMEF)
Perforadora o taladro bosh	BOSCH	professional GBH 12-52 D	220V-1700 w	Regular	sep-04	
Perforadora o taladro bosh	BOSCH				sep-04	
perforadora o taladro bosh	BOSCH				sep-04	
Máquina de soldar	lincoln electric				sep-04	
perforadora o taladro makita	Makita	HR5212C	220v-1510W	Buena	nov-04	
perforadora o taladro makita	Makita				nov-04	
Ventiladores					nov-04	9
Chancadora de piedra					nov-04	9
Generador	cunmmis				ago-05	9
Ventiladores					ago-05	8
Máquina de soldar	lincoln electric				ago-05	8
Ventiladores					ene-06	6
Wincha de izaje	ELECTRIC WINCH – JAPONESA	KDJ-50DEI	380 V- 1.5 kw/2HP	regular	feb-07	5
Wincha de izaje					feb-07	4
Wincha de izaje					oct-07	4
Martillo neumático					oct-07	4

Martillo neumático					dic-07	4
Martillo neumático					feb-08	4
Martillo neumático	BOSCH	GSH 27 VC 62J EPTA	2000W 220V	regular	may-08	4
Mallas metálicas					nov-10	4
Ventiladores					nov-13	3
Ventiladores	VITIMSAC		220V ó 380V ó 440V		nov-13	3
Compresor					dic-13	3
Compresor					dic-13	2
Generador	CAT	DE88E0	80kVA/64kw	Regular	may-14	2
Perforadora jackleg					may-14	2
Perforadora jackleg	Atlas copco	PUMA BBC-16W	neumatica	regular	may-14	2
Carros mineros					may-14	2
Carros mineros					may-17	2
Chancadora de piedra					may-20	2
Ventiladores					oct-20	1

Fuente : elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para la recopilación de datos, se empleó las siguientes técnicas de investigación: la observación, que se utilizó para obtener información sobre la disposición inicial y final de las máquinas que son el material de estudio. Esto implica observar y registrar datos relevantes sobre las máquinas y su disponibilidad en diferentes momentos.

El análisis documental es otra técnica que se utilizó, y se empleó para examinar datos previos sobre el mantenimiento correctivo y las fallas frecuentes en etapas anteriores. Este análisis de documentos puede proporcionar antecedentes valiosos para comprender las variables independientes en el estudio.

El área encargada de mantener las máquinas en su óptimo funcionamiento es el área de mantenimiento, quienes deben garantizar el trabajo continuo de las

máquinas y el buen uso de las misma. El Principio de información se encuentran en el área donde se obtiene los registros de correctivos como actividades diarias con su respectivo reporte de máquinas la cual nos proporciona los datos de cada una.

Instrumentos

Garay (2020) dice que los instrumentos de exploración son necesidades que el científico utiliza para resolver problemas, peculiaridades y concentrar datos de los mismos: Inventarios en papel, artilugios mecánicos y electrónicos que se utilizan para recoger información o datos sobre un determinado problema o impedimento.

Instrumentos para la técnica de observación

- chek list de actividades realizadas de cada máquina
- Fotografías de las máquinas

Instrumentos para la técnica de análisis documental

- cronograma de mantenimiento programados(Guía).
- Tablas de control de mantenimientos.
- Formato MTTR, formato MTBF, formato disponibilidad.

Validez del instrumento de medición

La validez es el nivel en que un instrumento mide lo que debe evaluar (Fernández et al, 2019). Véase anexo 24 , anexo 25 , anexo 26.

Validez de contenido

El análisis de la validez de contenido se realiza utilizando los datos recopilados en la tabla de evaluación de los juicios de expertos. Además, se puede emplear el software SPSS para llevar a cabo la prueba binomial y analizar los resultados obtenidos (2013, p206).

Tabla 3. Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento V. Independiente

Nº	Grado Académico	Nombres y Apellidos del experto	Dictamen
01	Ingeniero Agroindustrial	Peralta García Hugo Alexander	Aplicable
02	Ingeniero Industrial	Acosta Regalado Gabriela Rosa	Aplicable
03	Ingeniero Mecánico Eléctrico	Delgado Pino Jorge Luis	Aplicable

Fuente : Elaboracion propia

Tabla 4. Validez de contenido por juicio de expertos del instrumento V. dependiente

Nº	Grado Académico	Nombres y Apellidos del experto	Dictamen
01	Ingeniero Agroindustrial	Peralta García Hugo Alexander	Aplicable
02	Ingeniero Industrial	Acosta Regalado Gabriela Rosa	Aplicable
03	Ingeniero Mecánico Eléctrico	Delgado Pino Jorge Luis	Aplicable

Fuente : Elaboracion propia

Validez de constructo

La validez de constructo refiere a los conceptos o constructos que sean acordes con lo que se piensa investigar y medir (Hernández y Mendoza, 2018)

Validez de criterio

La validez de criterio se dispone al validar una herramienta de medición contrastado con algún criterio externo que pretenda medir lo mismo (Marroquín 2019, cap. 14).

El estándar a utilizar para la gestión de mantenimiento planificado es la ISO 9001:2015.

Confiabilidad en esta investigación la información es adquirida de la plataforma de la empresa el cual es utilizado por el personal, es una información veraz y legítimo, puesto que la empresa tiene una formación de calidad, en el cual cada miembro busca conseguir mejorar día a día, el personal que ingresa información lo hace de manera ética, como investigador doy fe de que los datos son reales.

3.5. Procedimientos

Muestra la concordancia entre el motivo de la investigación y las estrategias de recopilación de información. Señala qué datos se reunió generalmente para los elementos del análisis y con qué instrumentos se evaluó . (Pezo 2020).

En el primer paso de mi investigación, me enfoque en identificar las causas subyacentes que estaban contribuyendo a la baja disponibilidad en el área de mantenimiento de la empresa minera. Para lograr esto, emplee una variedad de herramientas de análisis. Inicialmente, utilice un diagrama de Ishikawa para desglosar y visualizar las posibles causas. Luego, para priorizar estas causas, se creó una Matriz de Vester. para medir su importancia relativa, desarrolle una escala de frecuencia. Con esta información en mano, procedí a tabular los datos y utilizamos un Diagrama de Vester y de Pareto para identificar el 20% de las causas que probablemente estaban contribuyendo al 80% de la baja disponibilidad.

Además, lleve a cabo una estratificación de las causas para comprender más a fondo el panorama. Después de analizar exhaustivamente todas las opciones, llegamos a la conclusión de que la implementación del mantenimiento planificado era la mejor solución para mejorar la disponibilidad, respaldada por los análisis previamente realizados. Establecimos un acuerdo con el dueño y supervisor de la empresa , quien aceptó colaborar proporcionando la información necesaria y participando en el desarrollo del informe de investigación (consulte el anexo 23).

En una segunda etapa, procedimos con la recopilación de datos en un pre-test. Esto nos permitió establecer un punto de partida y comenzar la ejecución de la implementación propuesta en la empresa, centrándonos en las variables y dimensiones de estudio pertinentes.

Segunda etapa: procedimiento

En esta fase, se usó las herramientas informáticas, Microsoft Excel , que resulta esencial para facilitar la interpretación de las tablas y matrices que albergan los datos. Además, Excel nos permite generar gráficos y cuadros que enriquecen la descripción y comparación de las variables contenidas en los datos. Asimismo, empleamos el software SPSS para corroborar nuestras hipótesis mediante el

análisis del pre tests y post tests. Estos datos se someten a una comparación exhaustiva.

Tercera etapa: Análisis de la Información

En esta etapa, se evaluó las dimensiones e indicadores relacionados con la variable dependiente, que es la disponibilidad, lo que nos proporciona una visión de la situación de la empresa. También se consideró la evaluación de la confiabilidad del informe de investigación para determinar si se mantiene a un nivel aceptable. Utilizando información relevante, como los datos de mantenimiento preventivo, las horas de operación y los resultados alcanzados según la programación, se aplicó fórmulas para calcular índices como el cumplimiento del plan de mantenimiento, el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación. Esta información nos permite validar o refutar mis hipótesis y verificar las mejoras en la disponibilidad a partir del análisis de los datos recopilados en los pres tests y post tests.

Tabla 5. Cronograma de actividades e insumos para la implementación del mantenimiento planificado

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES				JULIO		AGOSTO					
ÍTEM	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO								
1	Información de manuales	03/07/2023	04/07/2023								
2	Procesamiento y análisis de datos	05/11/2023	08/07/2023								
3	Análisis de criticidad de las maquinas criticas	10/07/2023	11/07/2023								
4	Elaboración un plan de mantenimiento , actividades preventivas y correctivas para los equipos	12/07/2023	15/07/2023								
5	facilitar la información a los operarios	17/07/2023	17/07/2023								
6	Adquisición y almacenaje de los repuestos de los equipos mineros	18/07/2023	31/07/2023								
7	realización del cronograma de actividades de mantenimiento planificado	01/08/2023	19/08/2023								
8	Aplicación y evaluación del plan de mantenimiento preventivo	21/07/2023								

Fuente : elaboración propia

3.6. Métodos de análisis de datos

Dentro de la evaluación fáctica de los datos recogidos, se utiliza el programa SPSS v.25, producido para el examen medible y la información del tablero.

análisis estadístico y gestión de datos.

El software informático SPSS v.25 comprende rápidamente conjuntos de datos grandes y complejos utilizando procedimientos estadísticos avanzados, lo que garantiza una alta precisión para impulsar la toma de decisiones de calidad (IBM Company 2018).

Estadística descriptiva

La presentación de los factores se notará utilizando la información obtenida como son el rango, varianza, mediana, media, moda y desviación estándar.

Rango: Intervalo que se caracteriza desde las cantidades más extremas y las menos.

Moda: Según Mendoza (2019), la moda se define como el número que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos. Es aquel valor que se repite con mayor intensidad dentro de la muestra.

Mediana: La mediana es una medida de tendencia central que divide a la mitad un conjunto de datos, según Matos, Contreras y Olaya (2020). Es el valor que se encuentra en el centro de la distribución, separando la mitad de los datos por encima y la otra mitad por debajo de él.

Media: La media es otra medida de tendencia central que se obtiene sumando todos los valores de un conjunto de datos y dividiendo esta suma entre el número de datos, como se menciona en la fórmula presentada. Proporciona una representación del valor promedio de los datos.

Varianza: La varianza es una medida de dispersión que muestra la variabilidad de un conjunto de datos con respecto a su media, tal como indica García (2021).

Valores más grandes de varianza indican una mayor dispersión, mientras que valores más pequeños indican una menor dispersión en relación con la media.

Desviación Estándar: La desviación estándar es una medida de dispersión general que indica qué tan dispersos están los datos con respecto a la media. Es la raíz

cuadrada de la varianza y proporciona una medida de la variabilidad promedio de los datos.

Estadística inferencial: Porras (2017) menciona que la estadística inferencial permite hacer estimaciones sobre parámetros de una población a partir de una muestra y realizar pruebas de hipótesis. Su objetivo principal es proporcionar una base sólida para la toma de decisiones, utilizando la información recopilada de la muestra.

- Se ejecuto un test de hipótesis, y también una diferenciación de medias.
- Se efectuó un análisis de datos a través del software SPSS para la evaluación de los datos e información, además de desarrollar un análisis estadístico

3.7. Aspectos éticos

Respeto a la autonomía de las personas:

En la presente investigación se respetó la libertad de los colaboradores a ser partícipes del desarrollo de la investigación.

No maleficencia:

Como investigador no tengo intenciones de afectar a la empresa en estudio.

Beneficencia: Busco realizar mejoras en la empresa con respecto a la disponibilidad de las máquinas de producción, teniendo en cuenta la importancia del área correspondiente.

Justicia: Como investigador incluyo la imparcialidad del manejo de información obtenida, ya que no se busca interés de uso particular de dicha información.

(Ver Anexo 23).

IV. RESULTADOS

Organigrama de la empresa

En el siguiente organigrama se puede apreciar el sistema de trabajo de la empresa, y el área de ubicación donde se realizó la investigación.

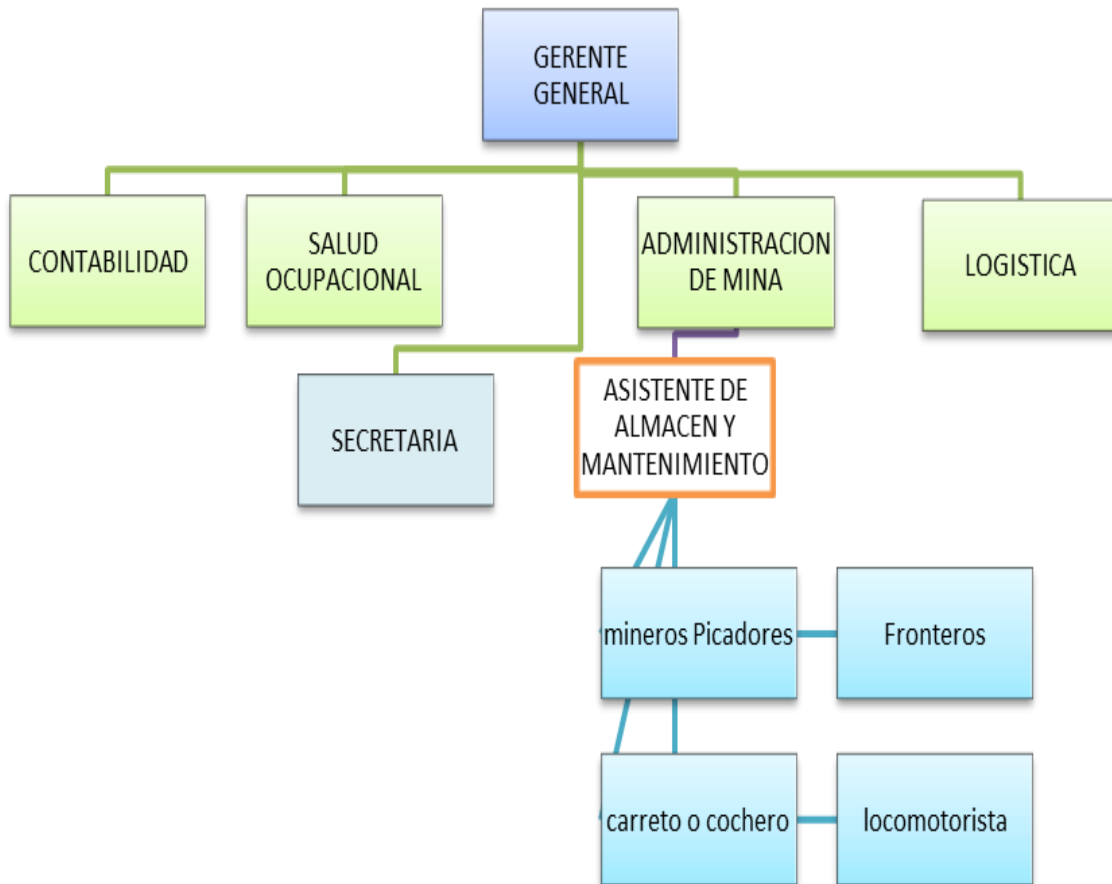


Gráfico 1.- organigrama de la empresa

Fuente : elaboración propia

Análisis de criticidad de equipos

La empresa tiene 10 máquinas críticas según un análisis de falla realizado (AMEF)
Los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. máquinas críticas

Nombre de la maquina	Marca	Modelo	Voltaje / potencia	Condición	Inicio de operación	Nivel de criticidad (AMEF)
Perforadora o taladro bosh	BOSCH	profesional GBH 12-52 D	220V-1700 w	Regular	sep-04	
Perforadora o taladro bosh	BOSCH				sep-04	
Perforadora o taladro bosh	BOSCH				sep-04	
Máquina de soldar	Lincoln electric				sep-04	
Perforadora o taladro makita	Makita	HR5212C	220v-1510W	Buena	nov-04	
Perforadora o taladro makita	Makita				nov-04	
Ventiladores					nov-04	9
Chancadora de piedra					nov-04	9
Generador	cunmmis				ago-05	9
Ventiladores					ago-05	8

Fuente : elaboración propia

Evaluación de las máquinas :

Tabla 7. Análisis de criticidad según AMEF y priorización de trabajo

Máquina	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad (S)	Frecuencia de Ocurrencia (O)	Detección (D)	AMEF
Perforadora o Taladro Bosch	Desgaste de la broca	Pérdida de precisión en la perforación	10	10	10	1000
Máquina de Soldar Lincoln Electric	Falla en la fuente de alimentación	Interrupción de la soldadura	10	10	10	1000
Perforadora o Taladro Makita	Rotura del motor	Incapacidad para perforar	10	10	10	1000
Ventiladores	Bloqueo de las aspas	Pérdida de ventilación	9	8	10	720
Chancadora de Piedra	Atasco del mecanismo de trituración	Parada de la trituradora	9	9	10	810
Generador Cummins	Fallo del sistema de arranque	Incapacidad para generar energía	9	9	10	810

Fuente : elaboración propia

Desarrollo de la solución

En la tabla se expone el presupuesto primordial para la ejecución del mantenimiento, con la que se realizara los mantenimientos preventivos y correctivos, reparaciones, cambio de partes de máquinas tanto eléctricas como mecánicas en estado deplorable

Tabla 8. costos por mantenimientos

Máquina	cantidad	Tipo de Mantenimiento	Costo de Mano de Obra Preventiva (soles)	Costo de Materiales Preventivos (soles)	Costo Total Preventivo (soles)	Costo de Mano de Obra Correctiva (soles)	Costo de Materiales Correctivos (soles)	Costo Total Correctivo (soles)	Total, Anual por Máquina (soles)
Perforadora Bosh	3	Preventivo	S/.561	S/.374	S/.2805	Correctivo	S/.748	S/.448.8	S/.3590.4
Máquina de Soldar	1	Preventivo	S/.561	S/.748	S/.1309	Correctivo	S/.1122	S/.935	S/.2057
Perforadora Makita	2	Preventivo	S/.448.8	S/.299.2	S/.1496	Correctivo	S/.561	S/.374	S/.1870
Ventiladores	2	Preventivo	S/.185.5	S/.112.2	S/.595.4	Correctivo	S/.224.4	S/.149.6	S/.748
Chancadora de Piedra	1	Preventivo	S/.1122	S/.748	S/.1870	Correctivo	S/.1496	S/.1122	S/.2618
Generador	1	Preventivo	S7.748	S/.561	S/.1309	Correctivo	S/.935	S/.748	S/.1683
Total, gasto por mantenimiento			S/.9384.4			S/.12566.4			
						S/.21950.8			

Fuente : elaboración propia

Planificación del mantenimiento en máquinas críticas

La metodología para efectuar el plan mantenimiento de carácter preventivo es:

Detallada de la siguiente manera:

- ✓ Ejecutar una determinación situacional de la máquina en actividad.
- ✓ Distinguir el lugar del establecimiento
- ✓ Conocer los cambios mecánicos, eléctricos y de calor.
- ✓ Evaluar el marco eléctrico y mecánico
- ✓ Evaluar el estado del motor
- ✓ Investigar el estado de los componentes de la máquina.

Programación y ejecución del mantenimiento

Pre test

Para focalizar el material de estudios se presentó un análisis de criticidad de máquinas ,y la información recopilada en las tablas de mantenimientos correctivos , en los que están el número de averías ,y los tiempos determinados para realizar cada una de las actividades correctivas y preventivas de los equipos en la empresa minera.

Mantenimiento planificado : para identificar y poder analizar la situación de los equipos con los que respecta a nuestra variable independiente se utilizó formatos de control de mantenimiento ,y programación de mantenimiento , con los cuales se pudo recolectar la información, además del cumplimiento del cronograma de actividades de mantenimiento.

Control de mantenimiento : para el control de mantenimiento se utilizó una tabla en el cual se puede observar que el cumplimiento de mantenimientos tuvo un promedio de un 30 % con respecto a las horas de mantenimiento planificadas según los manuales de trabajo de los equipos en condiciones ideales.

Tabla 09. Pre test control de mantenimientos

PRE-TEST					
formato recolección de datos - control de mantenimiento					
Semana	Fecha de inicio	Horas de mantenimiento realizados	Horas de Mantenimientos planificados	% CM	
1	03/04/2023-08/04/2023	1.15	6.3	18%	
2	10/04/2023-15/04/2024	1.05	6.3	17%	
3	17/04/2023-21/04/2024	1.58	6.3	25%	
4	24/04/2023-29/04/2025	1.40	6.3	22%	
5	01/05/2023-06/05/2026	2.40	6.3	38%	
6	08/05/2023-13/05/2027	4.40	6.3	70%	
7	15/05/2023-20/05/2028	2.05	6.3	33%	
8	22/05/2023-27/05/2029	2.57	6.3	41%	
9	05/06/2023-10/06/2023	1.79	6.3	28%	
10	12/06/2023-17/06/2024	2.05	6.3	33%	
11	19/06/2023-23/06/2025	2.05	6.3	33%	
12	26/06/2023-30/06/2026	2.40	6.3	38%	
promedio			33%		

Fuente : elaboración propia

Programación de mantenimiento : luego de realizar una recopilación de información se analizó la situación del programa de mantenimiento , para lo cual se realizó un formato en el que se presenta el tiempo de mantenimiento planificado, y el tiempo de mantenimiento correctivos en el que se puede identificar un promedio de 23 % del índice de mantenimiento planificado.

Se tomo en cuenta algunos datos de post test , se realizó la siguiente grafica.

Tabla 10. Pre test programación de mantenimientos

PRE-TEST					
Formato recolección de datos - Programación de mantenimiento					
Semana	Fecha de inicio	Tiempo de mantenimiento planificado (min)	Tiempo de mantenimiento correctivo (min)	Tiempo total de mantenimiento	IMP
1	03/04/2023-08/04/2023	3024	14352	17376	17%
2	10/04/2023-15/04/2024	3024	14712	17736	17%
3	17/04/2023-21/04/2024	3024	14361.6	17385.6	17%
4	24/04/2023-29/04/2025	3024	12292.8	15316.8	20%
5	01/05/2023-06/05/2026	3024	6408	9432	32%
6	08/05/2023-13/05/2027	3024	8188.8	11212.8	27%
7	15/05/2023-20/05/2028	3024	9897.6	12921.6	23%
8	22/05/2023-27/05/2029	3024	11145.6	14169.6	21%
9	05/06/2023-10/06/2023	3024	8884.8	11908.8	25%
10	12/06/2023-17/06/2024	3024	10334.4	13358.4	23%
11	19/06/2023-23/06/2025	3024	11145.6	14169.6	21%
12	26/06/2023-30/06/2026	3024	8332.8	11356.8	27%
promedio		23%			

Fuente : elaboración propia

Identificación de fallas : la recopilación de información y análisis de la identificación de fallas se dio a partir de evaluar el número de horas de funcionamiento y el número de horas de falla de la máquina , lo cual se puede apreciar en la siguiente tabla en la cual se puede ver una tasa de fallas del 49 %.

Tabla 11. Pre test identificación de fallas

PRE-TEST						
Formato recolección de datos - Identificación de fallas						
Semana	Fecha de inicio	Numero de (HORAS) funcionamiento	Número de horas de fallas	Tasa de fallas	fiabilidad	fiabilidad en horas
1	03/04/2023-08/04/2023	46	29.90	0.65	0.52	24.01
2	10/04/2023-15/04/2024	46	30.65	0.67	0.51	23.63
3	17/04/2023-21/04/2024	46	29.92	0.65	0.52	24.00
4	24/04/2023-29/04/2025	46	25.61	0.56	0.57	26.36
5	01/05/2023-06/05/2026	46	13.35	0.29	0.75	34.41
6	08/05/2023-13/05/2027	46	17.06	0.37	0.69	31.75
7	15/05/2023-20/05/2028	46	20.62	0.45	0.64	29.38
8	22/05/2023-27/05/2029	46	23.22	0.50	0.60	27.77
9	05/06/2023-10/06/2023	46	18.51	0.40	0.67	30.76
10	12/06/2023-17/06/2024	46	21.53	0.47	0.63	28.81
11	19/06/2023-23/06/2025	46	23.22	0.50	0.60	27.77
12	26/06/2023-30/06/2026	46	17.36	0.38	0.69	31.54
Promedio		49%			28.35	

Tiempo medio de reparación : se evaluó el tiempo medio de reparación a partir de las actividades programadas ideales concernientes al análisis de cada una de los equipos, y sus actividades realizadas en periodo de tiempos, en el que se aprecia un promedio de 18 .32 horas en las 12 semanas del pre test.

Tabla 12. Pre test tiempo medio de reparación

PRE-TEST					
Mes	Registro semanal	Horas totales de mantenimiento	N° de averías	Valor MTTR	Valor MTTR (horas)
Abril	semana 1	29.90	35.00	0.85	25.54
	semana 2	30.65	32.00	0.96	29.36
	semana 3	29.92	32.00	0.94	27.98
	semana 4	25.61	27.00	0.95	24.29
Mayo	semana 5	13.35	27.00	0.49	6.60
	semana 6	17.06	30.00	0.57	9.70
	semana 7	20.62	24.00	0.86	17.72
	semana 8	23.22	27.00	0.86	19.97
Junio	semana 9	18.51	28.00	0.66	12.24
	semana 10	21.53	29.00	0.74	15.98
	semana 11	23.22	28.00	0.83	19.26
	semana 12	17.36	27.00	0.64	11.16
promedio				18.32	

Disponibilidad de las maquinas :Después de haber realizado una recopilación de datos y un análisis exhaustivo de las condiciones de los equipos y las acciones que se ha venido haciendo , se realizó una tabla en la cual presenta la situación en la que se encontraban los equipos en lo que respecta a su disponibilidad de operatividad , en la que se aprecia un promedio de 53%.

Tabla 13. Pre test disponibilidad de los equipos

PRE-TEST															
MES	Registro semanal	N° inspecciones realizadas	N° inspecciones programadas	Cumplimiento de inspecciones(%)	S	O	D	NPR	Horas de paradas	N° de averías	Valor MTTR	Horas disponibles	N° de averías	Valor MTBF	Disponibilidad de equipos
ABRIL	semana 1	1.15	6.3	18%	7	7	7	343	29.90	35.00	0.85	18.1	35.00	0.52	38%
	semana 2	1.05	6.3	17%	8	8	5	320	30.65	32.00	0.96	17.4	32.00	0.54	36%
	semana 3	1.58	6.3	25%	8	10	5	400	29.92	32.00	0.94	18.1	32.00	0.57	38%
	semana 4	1.40	6.3	22%	6	5	5	150	25.61	27.00	0.95	22.4	27.00	0.83	47%
MAYO	semana 5	2.40	6.3	38%	8	6	4	192	13.35	27.00	0.49	34.7	27.00	1.28	72%
	semana 6	4.40	6.3	70%	5	7	7	245	17.06	30.00	0.57	30.9	30.00	1.03	64%
	semana 7	2.05	6.3	33%	8	5	8	320	20.62	24.00	0.86	27.4	24.00	1.14	57%
	semana 8	2.57	6.3	41%	6	10	5	300	23.22	27.00	0.86	24.8	27.00	0.92	52%
JUNIO	semana 9	1.79	6.3	28%	4	8	10	320	18.51	28.00	0.66	29.5	28.00	1.05	61%
	semana 10	2.05	6.3	33%	8	8	10	640	21.53	29.00	0.74	26.5	29.00	0.91	55%
	semana 11	2.05	6.3	33%	5	8	5	200	23.22	28.00	0.83	24.8	28.00	0.89	52%
	semana 12	2.40	6.3	38%	6	6	8	288	17.36	27.00	0.64	30.6	27.00	1.13	64%
														PROMEDIO	53%

La información donde está la base de datos que me sirvió para el análisis de los indicadores se puede encontrar en el formato de mantenimiento véase en el anexo 7 , anexo 8 y anexo 9

Implementación de mantenimiento planificado :

Para las acciones de implementación del mantenimiento planificado , se evaluó cada una de las maquinas realizando un check list , donde están las fallas más frecuentes y las acciones que se deben realizar para cada una de ellas .

Mantenimientos Perforadora Bosh

Para realizar el mantenimiento de la perforadora bosch se planteó las siguientes actividades preventivas y correctivas .

Tabla 14. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora Bosch)

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Limpieza general	Antes de cada uso	Eliminar polvo y residuos con un cepillo o aire comprimido.
Lubricación de partes móviles	Antes de cada uso	Aplicar aceite o grasa según las recomendaciones del fabricante.
Inspección de cables y enchufes	Antes de cada uso	Verificar que el cable y el enchufe estén en buen estado.
Cambio de escobillas	mensual	Sustituir las escobillas si están desgastadas.
Verificación de sistemas de seguridad	Antes de cada uso	Asegurarse de que las protecciones y sistemas de seguridad funcionen correctamente.
Afilado y revisión de brocas	Antes de cada uso	Asegurarse de que las brocas estén afiladas y en buenas condiciones.

Tabla 15. Actividades de mantenimiento correctivo (perforadora Bosch)

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identificar y solucionar problemas o fallos en el funcionamiento.
Reemplazo de piezas dañadas	Sustituir cualquier componente o pieza que esté dañada o desgastada.
Calibración y ajuste	Ajustar la máquina si no perfora de manera precisa o recta.
Mantenimiento de motor y cableado	Reparar o reemplazar el motor o cableado en caso de daños.

Fuente : elaboración propia

Mantenimientos chancadora:

Tabla 16. Actividades de mantenimiento preventivo (Chancadora)

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Lubricación de rodamientos	Diaria	Lubrica los rodamientos de las partes móviles según las recomendaciones del fabricante para evitar el desgaste prematuro.
Inspección visual	Diaria	Realiza una inspección visual para buscar signos de desgaste, daños o acumulación de material en las partes móviles, como las mandíbulas o conos trituradores.
Limpieza general	Semanal	Limpia la chancadora para eliminar polvo y acumulación de material. Asegúrate de que no haya obstrucciones en el sistema de alimentación.
Verificación eléctrica	DIARIA	Realiza una comprobación eléctrica para asegurarte de que los cables estén en buen estado y que los controles y sistemas de seguridad funcionen correctamente.
Inspección de correas y poleas (si corresponde)	SEMANAL	Verifica el estado de las correas de transmisión y las poleas, ajústalas o reemplázalas si es necesario.
Alineación de la chancadora (si corresponde)	Semanal	Realiza la alineación de la chancadora si se observan problemas de alineación que afecten al funcionamiento.
Inspección del sistema de seguridad	diario	Asegúrate de que los sistemas de seguridad, como interruptores de límite, funcionen adecuadamente.

Tabla 17. Actividades de mantenimiento correctivo (Chancadora)

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identificar y solucionar problemas en el funcionamiento del generador, como falta de arranque, pérdida de potencia o problemas eléctricos.
Cambio de piezas dañadas	Sustituir componentes o piezas dañadas, como el motor de arranque, la batería o el regulador de voltaje.
Reparación de fugas de aceite	Solucionar fugas de aceite en el motor o en el sistema de combustible.
Reparación del sistema de escape	Solucionar problemas en el sistema de escape, como daños en el silenciador o tuberías.

Fuente : elaboración propia

Mantenimiento perforadora Makita :

Tabla 18. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora makita)

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Limpieza general	Después de cada uso	Limpia la perforadora para eliminar polvo y residuos. Asegúrate de que no haya obstrucciones en las entradas de aire o ventilación.
Lubricación de partes móviles	semanal	Aplica aceite o grasa según las recomendaciones del fabricante en los puntos de lubricación, como rodamientos y engranajes.
Inspección de cables y enchufes	diario	Verifica el estado del cable de alimentación y el enchufe. Reemplaza si es necesario.
Verificación de escobillas (si corresponde)	mensual	Inspecciona las escobillas del motor y reemplaza si están desgastadas.
Comprobación de interruptores y protecciones	diario	Asegúrate de que todos los interruptores y protecciones funcionen correctamente.
Verificación de la broca	Antes de cada uso	Asegúrate de que la broca esté afilada y en buen estado.

Tabla 19. Actividades de mantenimiento preventivo (perforadora makita)

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identifica y soluciona problemas como falta de potencia, ruidos anormales o vibraciones excesivas.
Reemplazo de piezas desgastadas	Sustituye componentes o piezas desgastadas, como el interruptor, el cable o el motor.
Calibración y ajuste	Ajusta la perforadora si no está perforando de manera precisa o recta.
Mantenimiento del motor y cableado	Repara o reemplaza el motor o el cableado si presentan problemas o daños.

Fuente : elaboración propia

Mantenimiento Maquina de soldar :

Tabla 20. *Actividades de mantenimiento preventivo (máquina de soldar)*

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Limpieza general	DIARIO	Eliminar polvo, virutas y residuos del equipo.
Inspección de cables y enchufes	DIARIO	Verificar el estado de cables y enchufes.
Verificación de toberas y difusores	DIARIO	Inspeccionar y limpiar o reemplazar toberas y difusores desgastados.
Inspección de pistola de soldadura	DIARIO	Comprobar el estado de la pistola, cables y gatillo.
Verificación de gas de protección	DIARIO	Asegurarse de que el flujo de gas sea adecuado.
Mantenimiento del sistema de enfriamiento (si corresponde)	DIARIO	Verificar el funcionamiento y limpiar o reemplazar el refrigerante.

Tabla 21. *Actividades de mantenimiento correctivo (máquina de soldar)*

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identificar y solucionar problemas en el funcionamiento.
Reemplazo de piezas dañadas	Sustituir componentes o piezas dañadas, como cables o pistolas de soldadura.
Calibración y ajuste	Ajustar la máquina para soldaduras de calidad.
Mantenimiento del sistema de enfriamiento (si corresponde)	Reparar el sistema de enfriamiento si hay problemas.
Revisión de cables y conexiones	Inspeccionar y reparar cables y conexiones.

Fuente : elaboración propia

Mantenimiento a ventilador :

Tabla 22. Actividades de mantenimiento preventivo (Ventilador)

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Inspección visual	Diaria	Realiza una inspección visual para buscar signos de desgaste, daños o acumulación de suciedad en la carcasa, aspas y motor.
Lubricación de cojinetes y ejes	semanal	Lubrica los cojinetes y ejes según las recomendaciones del fabricante para asegurar un funcionamiento suave y evitar el desgaste.
Limpieza general	diario	Limpia la carcasa y las aspas del ventilador para eliminar polvo y suciedad. Asegúrate de que no haya obstrucciones en las entradas y salidas de aire.
Verificación eléctrica	diaria	Realiza una comprobación eléctrica para asegurarte de que los cables estén en buen estado y que los controles y sistemas de seguridad funcionen correctamente.
Inspección de correas (si corresponde)	diaria	Verifica el estado de las correas de transmisión y ajústalas o reemplázalas si es necesario.
Inspección de sistema de seguridad	semanal	Asegúrate de que los sistemas de seguridad, como interruptores de límite, funcionen adecuadamente.

Tabla 23. Actividades de mantenimiento correctivo (Ventilador)

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identificar y solucionar problemas en el funcionamiento del ventilador, como ruidos inusuales, vibraciones excesivas o pérdida de potencia.
Reemplazo de piezas dañadas	Sustituir componentes o piezas dañadas, como cojinetes, aspas, correas, o motor.
Alineación de ejes (si corresponde)	Realizar la alineación de ejes si se observan problemas de alineación que afecten al funcionamiento.
Mantenimiento del sistema eléctrico	Reparar o reemplazar cables o componentes eléctricos en caso de daños.
Reparación del sistema de seguridad	Solucionar problemas en los sistemas de seguridad para garantizar un funcionamiento seguro.

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento a generador :

Tabla 24. Actividades de mantenimiento correctivo (Generador)

Mantenimiento Preventivo:		
Actividad Preventiva	Frecuencia	Descripción
Cambio de aceite del motor	Según horas de funcionamiento o recomendación del fabricante	Cambiar el aceite y el filtro de aceite.
Inspección visual	diario	Realiza una inspección visual del generador para buscar signos de desgaste, fugas de aceite o daños en las conexiones eléctricas.
Limpieza general	diario	Limpia el generador para eliminar polvo y suciedad. Asegúrate de que no haya obstrucciones en las entradas y salidas de aire.
Verificación del nivel de combustible	diario	Comprueba y rellena el tanque de combustible si es necesario.
Inspección del sistema de escape	semanal	Verifica que el sistema de escape esté en buen estado y que no haya fugas.
Comprobación de las conexiones eléctricas	s	Verifica el estado de las conexiones eléctricas y aprieta los terminales si es necesario.
Prueba de funcionamiento	diario	Realiza una prueba de funcionamiento para asegurarte de que el generador arranque y produzca electricidad correctamente.
Cambio del filtro de aire	semestral	Reemplaza el filtro de aire para mantener una buena calidad del aire que ingresa al motor.

Tabla 25. Actividades de mantenimiento correctivo (Generador)

Mantenimiento Correctivo:	
Actividad Correctiva	Descripción
Reparación de averías	Identificar y solucionar problemas en el funcionamiento del generador, como falta de arranque, pérdida de potencia o problemas eléctricos.
Cambio de piezas dañadas	Sustituir componentes o piezas dañadas, como el motor de arranque, la batería o el regulador de voltaje.
Reparación de fugas de aceite	Solucionar fugas de aceite en el motor o en el sistema de combustible.
Reparación del sistema de escape	Solucionar problemas en el sistema de escape, como daños en el silenciador o tuberías.

Fuente :elaboración propia

Repuestos de las maquinas : las minerías por lo general se encuentran en ubicaciones poco accesibles , por lo que se debe tener en cuenta los repuestos para las máquinas , ya que son muy importantes para que el tiempo de reparación sea menor por lo que se realizó un listado de los principales dispositivos que se utiliza para el mantenimiento correctivo de los equipos.

Tabla 26. *Repuestos de equipos críticos*

Máquina	Repuestos y Consumibles
Perforadora o Taladro Bosch/Makita	- Brocas de repuesto
	- Puntas y extensiones
	- Portabrocas de repuesto
Máquina de Soldar	diodos ,SCR , Condensadores
	- Alambre de aporte de repuesto
	- Componentes de seguridad (interruptores, fusibles)
Ventiladores Industriales	- Aspas de repuesto
	- Lubricantes recomendados por el fabricante
Chancadora de Piedra	- Correas de transmisión de repuesto
	- Repuestos de correas de seguridad (si aplica)
Generador	- Filtros de aire y aceite de repuesto
	- Bujías y cables de bujía de repuesto
	- Aceite de motor recomendado por el fabricante
	- Cables eléctricos de repuesto
	- Repuestos específicos del fabricante (según el modelo)

Fuente : elaboración propia

Cronograma de actividades de mantenimiento planificado :

Después de que se realizó la evaluación de las máquinas y sus diferentes acciones que se puede aplicar , se ajustó un cronograma de mantenimientos, donde está el check list , con el día y la semana en que se va a ejecutar cada una de las actividades correspondiente a las máquinas criticas mencionadas , para poder ver la evolución en el tiempo con lo que respecta a su disponibilidad de trabajo. Véase anexo 13.

Análisis estadístico descriptivo

Análisis de la variable independiente

Aplicación de un de plan de cuidado planificado :

Para considerar el desarrollo de esta variable, se ha detallado la información acerca de los porcentajes del cumplimiento de las inspecciones periódicas, las inspecciones llevadas a cabo sobre el total de las programadas y el examen de modo de fallas, que se calcula como la dureza, ocurrencia, descubrimiento. Esa evaluación comprende desde los meses de MAYO, JUNIO y JULIO del 2023, donde se registra las horas de parada, de trabajo y la disponibilidad de cada máquina en lo que concierne a la variable dependiente, así mismo con los de datos del post -test es registrada en los meses SEPTIEMBRE, OCTUBRE y NOVIEMBRE del año 2023.

Análisis de la variable independiente

Post test

Se aprecia los cambios producidos en las dimensiones como parte del cuidado preventivo, el examen de errores y las inspecciones detalladas en las dos graficas se ve que la línea de inclinación es muchísimo más pronunciada luego de la aplicación de la optimización, con el procedimiento del cuidado preventivo se ha incrementado el indicio de las inspecciones y el examen de errores.

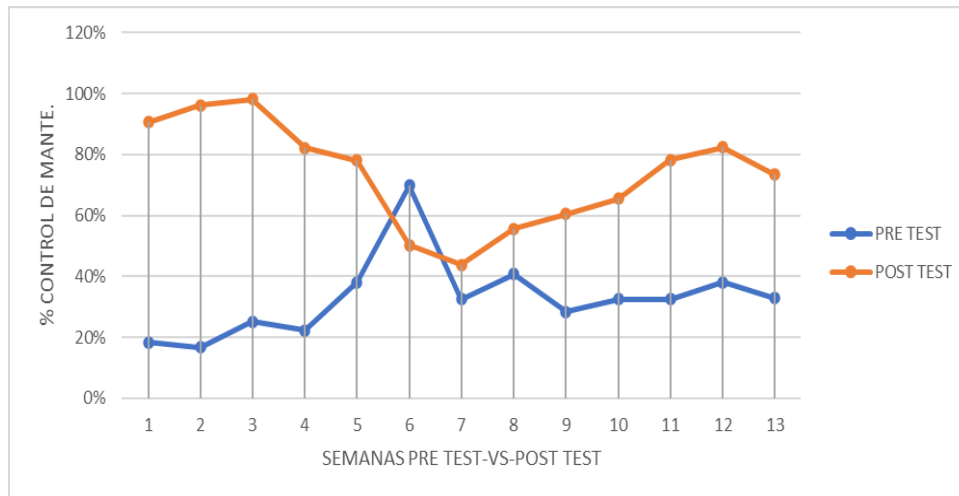
Dimensión 1 : Control de mantenimiento

$\%CM = \text{Mantenimientos realizados} / \text{Mantenimientos planificados} \times 100$

Tabla 27. pre test - post test del control de mantenimiento

CONTROL DE MANTENIMETO		
SEM	PRE TEST	POST TEST
1	18%	91%
2	17%	96%
3	25%	98%
4	22%	82%
5	38%	78%
6	70%	50%
7	33%	44%
8	41%	56%
9	28%	61%
10	33%	66%
11	33%	78%
12	38%	82%
Prom.T	33%	73%

Fuente : elaboración propia



Gráfica 2. Pre test y post tes de control de mantenimiento

Según el análisis realizado en la tabla y el grafico sobre el control de mantenimiento se puede notar de manera estadística que el control de mantenimiento fue mejorando con el pasar de las semanas , y hay una diferencia considerable del 40 % del control actual al anterior.

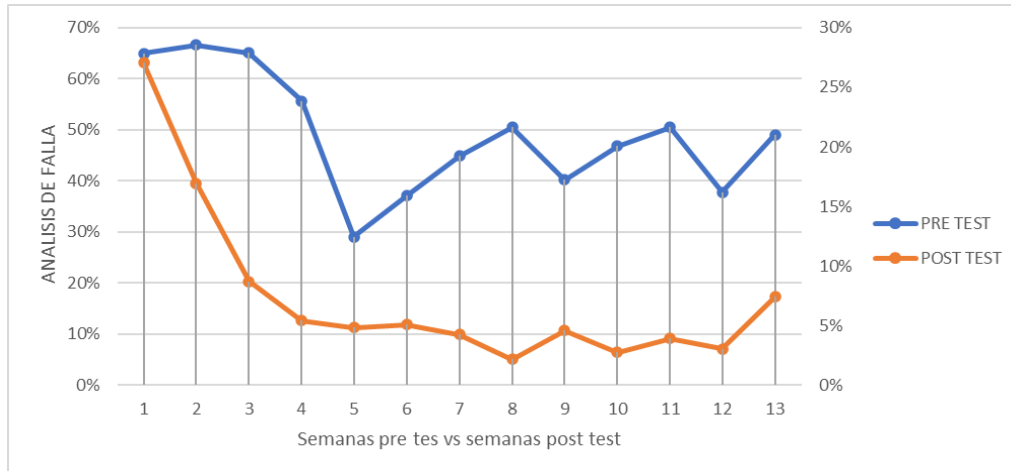
Dimensión 2 : Identificar fallas

$$TF\% = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100$$

Tabla 28. pre test - post test de identificación de fallas

ANALISIS DE FALLA		
SEM	PRE TEST	POST TEST
1	65%	27%
2	67%	17%
3	65%	9%
4	56%	5%
5	29%	5%
6	37%	5%
7	45%	4%
8	50%	2%
9	40%	5%
10	47%	3%
11	50%	4%
12	38%	3%
Prom.T	49%	7%

Fuente : elaboración propia



Gráfica 3. Pre test y post tes del análisis de fallas

Según el análisis realizado en la tabla y el grafico sobre el control de mantenimiento se puede notar de manera estadística que el índice de falla de los equipos fue disminuyendo con el pasar de las semanas , y hay una reducción considerable del 42 % del control actual al anterior.

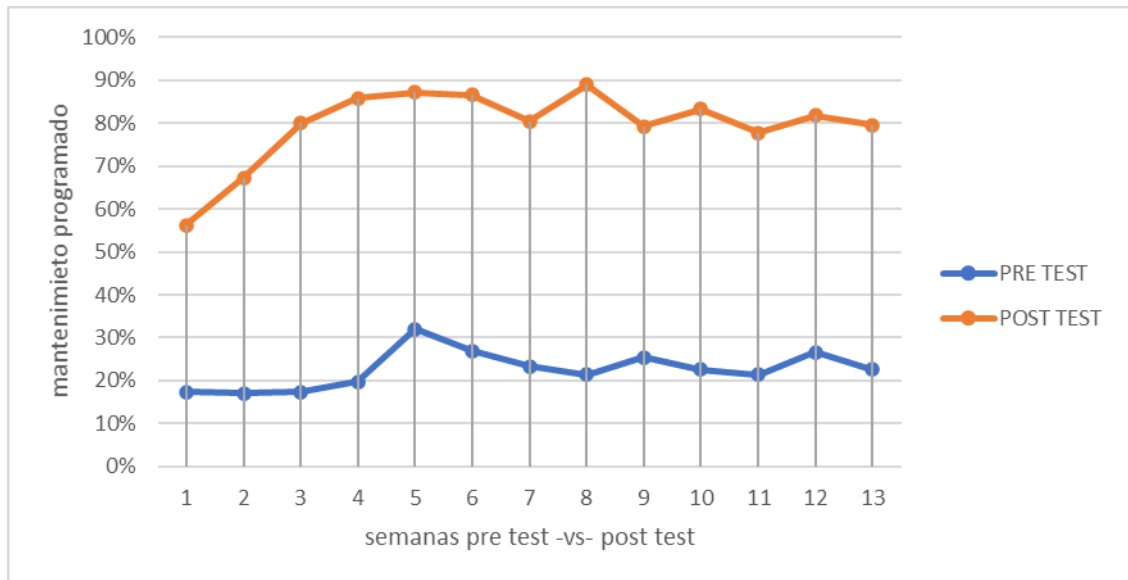
Dimensión 3 : Programación del mantenimiento

$$MP = \text{Horas de mantenimiento preventivo} / \text{Horas totales de mantenimiento} \times 100$$

Tabla 29. post test de programación de mantenimiento

MANTE PROGRAMADO		
SEM	PRE TEST	POST TEST
1	17%	56%
2	17%	67%
3	17%	80%
4	20%	86%
5	32%	87%
6	27%	87%
7	23%	80%
8	21%	89%
9	25%	79%
10	23%	83%
11	21%	78%
12	27%	82%
Prom.T	23%	80%

Fuente : elaboración propia



Gráfica 4. Pre test y post tes del cumplimiento de control de mantenimiento

Según el análisis realizado en la tabla y el grafico sobre el control de mantenimiento se puede notar de manera estadística del cumplimiento del programa de mantenimiento fue mejorando con el pasar de las semanas , y hay una diferencia considerable del 57 % del control actual al anterior.

Análisis de la variable dependiente

Disponibilidad de las máquinas críticas de producción

Para determinar efectos de mejora, es conveniente un análisis de los indicadores correspondientes a la variable dependiente, el objetivo es corroborar la disponibilidad de las máquinas. La revisión de esta variable requiere examinar sus dimensiones que son el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio para las reparaciones. A continuación, mediante una tabla, se puede observar cambios y las mejoras que se dio con el transcurrir de los meses en la disponibilidad, considerando una tabla anterior y posterior a la mejora.

Tabla 30. Nivel de gestión de la disponibilidad en las maquinas críticas de planta de producción.

		HORAS DE PARADAS	N° DE AVERIAS	VALOR MTTR	HORAS EN FUNC.	N° DE AVERIAS	VALOR MTBF
PRE-TEST	ABRIL	116.1	126.0	0.92	192	126.0	1.52
	MAYO	74.3	108.0	0.69	192	108.0	1.78
	JUNIO	80.6	112.0	0.72	192	112.0	1.71
POSTTEST	SEPTIEMBRE	26.73	55	0.49	192	55	3.49
	OCTUBRE	7.50	25	0.30	192	25	7.7
	NOVIEMBRE	6.56	16	0.41	192	16	12.0

Fuente: Elaboración propia

Se observa cambios que abordan el estado de disponibilidad de los equipos en el análisis. Por ello, se han mostrado la información del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio entre correcciones. correspondiente al primer indicador se especifica que en los primeros meses el máximo valor del análisis muestra un MTTR es de 0,99 y un mínimo de 0.72, además un MTBF de 1.59 y 1.71, esta situación se muestra en la tabla de pre-test. Sin embargo, en la inserción de cambios basados en el mantenimiento preventivo para la disponibilidad de equipos se observa un cambio positivo con resultado máximo de 0.49 y mínimo de 0.41 en el MTTR y en cuanto el MTBF un 12.0 y un mínimo de 3.49 lo cual evidencia la mejora que se dio a lo largo de los meses post-test.

Tabla 31. Disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de las máquinas

Disponibilidad Antes	Disponibilidad Después	Diferencia Disponibilidad	fiabilidad Antes	fiabilidad Después	Diferencia Confiabilidad	Mantenibilidad Antes	Mantenibilidad Después	Diferencia Mantenibilidad
0.38	0.74	-0.36	24.014	35.09	-11.078	25.54	7.75	-17.79
0.36	0.84	-0.48	23.626	38.83	-15.200	29.36	4.35	-25.01
0.38	0.92	-0.54	24.004	42.17	-18.165	27.98	1.23	-26.74
0.47	0.95	-0.48	26.361	43.59	-17.224	24.29	0.77	-23.52
0.72	0.95	-0.23	34.413	43.83	-9.420	6.60	0.62	-5.98
0.64	0.95	-0.31	31.746	43.73	-11.982	9.70	0.78	-8.93
0.57	0.96	-0.39	29.382	44.09	-14.709	17.72	0.63	-17.08
0.52	0.98	-0.46	27.767	45.01	-17.243	19.97	0.25	-19.72
0.61	0.96	-0.34	30.761	43.95	-13.186	12.24	0.88	-11.35
0.55	0.97	-0.42	28.806	44.76	-15.951	15.98	0.79	-15.19
0.52	0.96	-0.45	27.767	44.23	-16.467	19.26	0.54	-18.72
0.64	0.97	-0.33	31.540	44.62	-13.081	11.16	0.65	-10.51

Fuente : elaboración propia

Análisis descriptivo spss

Tabla 32. Análisis descriptivo de la disponibilidad antes y después

		Estadísticos	
		Disponibilidad Antes	Disponibilidad Después
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		,5266	,9285
Error estándar de la media		,03421	,02064
Mediana		,5336	,9550
Moda		,37	,74 ^a
Desv. Desviación		,11851	,07149
Varianza		,014	,005
Asimetría		-,116	-2,159
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-1,017	4,259
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		,36	,24
Mínimo		,36	,74
Máximo		,72	,98
Suma		6,32	11,14
Percentiles	25	,3925	,9246
	50	,5336	,9550
	75	,6322	,9687
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos en la tabla de disponibilidad se ven que en la tabla antes tiene una media de 0,53 y después 0,95 ; es decir se incrementó la disponibilidad en un 42 %.

Análisis de la dimensión N° 1 Fiabilidad (R)

Tabla 33. Análisis descriptivo de la fiabilidad antes y después

Estadísticos			
		Fiabilidad Antes	Fiabilidad Después
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		28,3481	42,8241
Error estándar de la media		,99331	,84931
Mediana		28,2865	43,8895
Moda		27,77	35,09 ^a
Desv. Desviación		3,44093	2,94209
Varianza		11,840	8,656
Asimetría		,087	-2,119
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-,831	4,143
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		10,79	9,92
Mínimo		23,62	35,09
Máximo		34,41	45,01
Suma		340,18	513,89
Percentiles	25	24,6007	42,5223
	50	28,2865	43,8895
	75	31,3445	44,5243
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos en la tabla de fiabilidad se ven que en la tabla antes tiene una media de 28,35 y después 42,82, Es decir, Esto significa que, en promedio, el sistema puede operar 14,47 horas antes de experimentar una falla.

Análisis de la dimensión N° 2 Mantenibilidad (MTTR)

Tabla 34. Análisis descriptivo de la mantenibilidad antes y después

		Estadísticos	
		Mantenibilidad Antes	Mantenibilidad Después
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		18,3157	1,6030
Error estándar de la media		2,15351	,63829
Mediana		18,4860	,7715
Moda		6,60 ^a	,25 ^a
Desv. Desviación		7,45999	2,21109
Varianza		55,651	4,889
Asimetría		-,002	2,466
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-1,187	5,811
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		22,76	7,50
Mínimo		6,60	,25
Máximo		29,36	7,75
Suma		219,79	19,24
Percentiles	25	11,4298	,6203
	50	18,4860	,7715
	75	25,2300	1,1430
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos en la tabla de mantenibilidad se ven que en la tabla antes tiene una media de 18,32 y después 1,60 , es decir el tiempo por reparación de un equipo disminuyo en 16,72 horas respecto al inicio.

Pruebas de normalidad

La tabla 29 muestra que el conjunto de datos o KPIs de la disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad analizados según la prueba de Shapiro Wilk por tratarse de 12 semanas las cuales son menores a 30 datos, según IBM (2021) cuando la significancia es mayor a 0.05 se dice que el conjunto de datos es paramétrico, se puede observar que la disponibilidad, fiabilidad son paramétricos ,en el caso de la mantenibilidad es no paramétrica por lo que se realizara una prueba de wilcoxon.

Tabla 35. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Disponibilidad	,118	12	,200 [*]	,977	12	,967
Diferencia Fiabilidad	,122	12	,200 [*]	,955	12	,713
Diferencia_Mantenibilidad	,126	12	,200 [*]	,967	12	,877
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Tabla 36. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la disponibilidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_Antes	,157	12	,200 [*]	,939	12	,485
disponibilidad_despues	,359	12	,000	,673	12	,000
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Tabla 37. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la fiabilidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
fiabilidad_antes	,146	12	,200*	,951	12	,648
fiabilidad_despues	,352	12	,000	,692	12	,001
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Tabla 38. Pruebas de normalidad del conjunto de datos de la mantenibilidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
mantenibilidad_antes	,126	12	,200*	,960	12	,779
mantenibilidad_despues	,400	12	,000	,576	12	,000
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Contrastación de la hipótesis

Hipótesis general:

Ha: La gestión del mantenimiento planificado mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa minera, Trujillo 2023.

Ho: La gestión del mantenimiento planificado no mejora la disponibilidad de los equipos en la empresa minera, Trujillo 2023.

Como los datos son paramétricos la hipótesis general se comprobará con la prueba T de student.

Tabla 39. Prueba T de student de pares relacionados disponibilidad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Disponibilidad Antes	,5266	12	,11851	,03421
	disponibilidad después	,9285	12	,07149	,02064

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Disponibilidad Antes & disponibilidad después	12	,669	,017

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad Antes Disponibilidad después	- ,4018 8	,08842	,02552	-,45806	-,34570	- 15, 74 5	11	,000

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Según IBM (2021) en la prueba T de student de pares relacionados cuando la significancia es menor a 0.05 indica que hubo cambios, mejoras en la disponibilidad con la gestión del mantenimiento preventivo.

Hipótesis específica 1:

Ha: La gestión del mantenimiento planificado mejora la fiabilidad de los equipos en la empresa minera , Trujillo 2023.

Ho: La gestión del mantenimiento planificado no mejora la fiabilidad de los equipos en la empresa minera , Trujillo 2023.

Como los datos son paramétricos la hipótesis general se comprobará con la prueba T de student.

Tabla 40. Prueba T de student de pares relacionados fiabilidad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Fiabilidad Antes	28,3481	12	3,44093	,99331
	Fiabilidad_Despues	42,8241	12	2,94209	,84931

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Fiabilidad Antes	12	,642	,024
	Fiabilidad_Despues			

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Fiabilidad Antes -	-	2,73826	,79047	-16,21581	-12,73619	-	11	,000
	Fiabilidad_Despues	14,47600							

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Según IBM (2021) en la prueba T de student de pares relacionados cuando la significancia es menor a 0.05 indica que hubo cambios, mejoras en la fiabilidad con la gestión del mantenimiento planificado.

Hipótesis específica 2:

Ha: La gestión del mantenimiento planifica mejora la mantenibilidad de los equipos en la empresa minera, Trujillo 2023.

Ho: La gestión del mantenimiento planifica no mejora la mantenibilidad de los equipos en la empresa minera, Trujillo 2023.

Como los datos no son paramétricos la hipótesis general se comprobará con la prueba wilcoxon.

Tabla 41. Prueba T de student de pares relacionados de la mantenibilidad

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	mantenibilidad_antes	18,3157	12	7,45999	2,15351
	mantenibilidad_despues	1,6030	12	2,21109	,63829

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	mantenibilidad_antes & mantenibilidad_despues	12	,525	,080

A pesar de haber visto que en la prueba de normalidad los resultados salían paramétricos se puede confirmar que la mantenibilidad no es paramétrica por lo que se realizó una prueba Wilcoxon.

Tabla 42. Prueba Wilcoxon de pares relacionados mantenibilidad

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Mantenibilidad Después - Mantenibilidad Antes	Rangos negativos	12 ^a	6,50	78,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		
a. mantenibilidad_despues < mantenibilidad antes				
b. mantenibilidad_despues > mantenibilidad antes				
c. mantenibilidad_despues = mantenibilidad antes				

Estadísticos de prueba ^a	
	Mantenibilidad Después Mantenibilidad Antes
Z	-3,059 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente : IBM SPSS statistics 26

Según Pujay et al (2018) en la prueba Wilcoxon de pares relacionados cuando la significancia es menor a 0.05 indica que hubo cambios, por lo que nos dice que la mantenibilidad post tes fue menor que la mantenibilidad pre test , mejoras en la mantenibilidad con la gestión de mantenimiento planificado.

V. DISCUSIÓN

La disponibilidad antes era 53% y la disponibilidad después 95% se incrementa 42%, esto se comprueba en la tesis de Espinoza (2018) donde determina que hay una mejora con respecto al antes y después de la disponibilidad del 21.4 %.

La fiabilidad antes era 28,35 horas de operación y la fiabilidad después 42,82 horas de operación con lo que se incrementa 14.47 horas de operación, es esto se comprueba en la tesis de Orezano y Ninosca (2019) donde determina que hay una mejora con respecto al antes y después de la fiabilidad de 98.7 horas de operación.

La mantenibilidad antes era 18.32 horas de reparación y la mantenibilidad después de 1.61 horas de reparación demostrando una reducción de 16,72 horas, esto se comprueba en la tesis de Tueros e Ymbertis (2020) donde determina que hay una mejora en la reducción de 65 horas con respecto al antes y después de la mantenibilidad.

Control de Mantenimiento en comparación con estudios anteriores: La mejora del 40% en el control de mantenimiento es consistente con los hallazgos de Ben, Mohamed y Muduli (2021), Weichao et al (2020), y otros, que resaltaron la eficacia de estrategias de mantenimiento en el control y gestión de equipos. Estos resultados respaldan la importancia de una planificación adecuada y la implementación de programas de mantenimiento.

En el índice de Falla de Equipos en comparación con estudios anteriores:** La reducción del 42% en el índice de falla coincide con los resultados observados en varios estudios, como el de Xitumul (2019) y Zhang et al (2022), que demostraron que el mantenimiento planificado y centrado en la confiabilidad contribuye significativamente a la disminución de fallas en equipos.

El cumplimiento del Programa de Mantenimiento en comparación con estudios anteriores la mejora del 57% en el cumplimiento del programa de mantenimiento es coherente con las conclusiones de Graus, Gómez y Enrique (2018) y Tueros e Ymbertis (2020), que destacaron la relevancia de implementar programas preventivos para mejorar la disponibilidad.

La disponibilidad de equipos en comparación con estudios anteriores se ve el incremento del 42% en la disponibilidad es congruente con resultados obtenidos por diversos autores, como Ben, Mohamed y Muduli (2021) y Khalid (2020). Estos estudios respaldan la noción de que el mantenimiento adecuado impacta positivamente la disponibilidad de los equipos.

La fiabilidad en comparación con estudios anteriores: El aumento en la fiabilidad, con el sistema operando 14,47 horas más antes de experimentar una falla, coincide con los resultados de Khalid (2020) y Zhang et al (2022). Estos hallazgos indican que un mantenimiento efectivo puede prolongar la vida útil operativa de los equipos.

La Mantenibilidad en comparación con estudios anteriores: La disminución de 16,72 horas en el tiempo de reparación se alinea con los resultados de Weichao et al (2020) y Xitumul (2019), que resaltaron la eficiencia de modelos predictivos y análisis de fallas en la reducción de tiempos de inactividad.

El aumento del 57% en el cumplimiento del programa de mantenimiento es particularmente destacable y respalda la conclusión de estudios similares como el de Tsarouhas (2019) y Barbarosoglu y Arditi (2018), quienes destacaron la importancia de seguir rigurosamente los programas de mantenimiento para mejorar la eficiencia operativa.

La mejora simultánea del control de mantenimiento, la reducción del índice de falla y el aumento del cumplimiento del programa de mantenimiento reflejan un enfoque integral y eficaz. Esta sinergia entre variables es coherente con la idea de Hung Wu et al (2020) sobre la interdependencia entre la planificación de mantenimiento y el rendimiento de los equipos.

Los resultados presentados sugieren no solo mejoras en términos de fiabilidad y disponibilidad, sino también una significativa disminución en el tiempo de inactividad durante las reparaciones. Esta observación se alinea con los resultados de Xiaomeng (2018) y Gutiérrez, Rodríguez y Lavado (2020), quienes destacaron el impacto positivo del mantenimiento preventivo en la eficiencia operativa.

Contrastando con los estudios anteriores, aunque no se mencionan explícitamente en tus resultados, es importante considerar los factores humanos en la mejora de la eficiencia del mantenimiento. La participación de los colaboradores, como se observó en Xiaomeng (2018), puede tener un papel crucial en la implementación exitosa de programas de mantenimiento.

En tanto a la perspectiva a futuro, aunque los resultados indican mejoras sustanciales, es crucial evaluar la sostenibilidad de estos beneficios a largo plazo. Este aspecto se alinea con la consideración de Hung Wu et al (2020) sobre la calidad continua de la planificación de mantenimiento como factor clave para la sostenibilidad de mejoras operativas.

Relación con Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (R)

El aumento del 42% en la disponibilidad respalda las conclusiones de Zhang et al (2022), quienes destacaron que estrategias como el mantenimiento centrado en la fiabilidad contribuyen a mejorar la disponibilidad de los equipos. Esto sugiere una correlación positiva entre la implementación de estrategias de mantenimiento eficientes y el aumento en la disponibilidad.

Fiabilidad y Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

Comparación con Modelos Predictivos: El aumento del MTBF de 28.35 a 42.82 horas sugiere un incremento significativo en la fiabilidad. Este resultado se alinea con investigaciones similares, como la de Ahmadi et al (2019), que destacaron la importancia de evaluar la fiabilidad mediante el MTBF para predecir y prevenir fallas.

Reducción en Tiempo de Reparación:

Impacto en Costos y Eficiencia

La reducción del tiempo por reparación en 16.72 horas es un indicador importante de eficiencia en el proceso de mantenimiento. Este resultado respalda las conclusiones de Khalid (2020), quien encontró que modelos de mantenimiento basados en el estado pueden reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

Validación de Teorías

Los resultados observados en el estudio ofrecen una validación práctica de los conceptos teóricos presentados en el marco. Esto refuerza la relevancia y aplicabilidad de las teorías existentes en el campo del mantenimiento industrial.

Adaptación a la Realidad Organizacional

La mejora en el control de mantenimiento y los indicadores de rendimiento puede indicar una buena adaptación de las estrategias propuestas a la realidad específica de la organización. Esto se alinea con la idea de Graus, Gómez y Enrique (2018) sobre la importancia de ajustar las estrategias de mantenimiento a las necesidades y características de la empresa.

Evaluación Continua y Mejora Iterativa

Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)

A pesar de las mejoras evidentes, es fundamental destacar la necesidad de un ciclo continuo de evaluación y mejora. Este enfoque está en línea con la metodología PDCA,

donde la retroalimentación constante y los ajustes iterativos garantizan un mantenimiento efectivo a largo plazo.

Involucramiento del Personal

La mejora en el cumplimiento del programa de mantenimiento puede indicar un aumento en la confianza y compromiso del personal hacia las prácticas de mantenimiento. Este aspecto puede influir positivamente en la cultura organizacional, como se sugiere en Xiaomeng (2018).

Comparación con Enfoques Predictivos

La reducción del índice de falla también destaca la importancia de la recopilación y análisis de datos en tiempo real. Este enfoque se asemeja a la propuesta de Weichao et al (2020) sobre el mantenimiento predictivo basado en gemelos digitales.

VI. CONCLUSIONES

1.-La disponibilidad antes era 53% y la disponibilidad después 95% con lo que se incrementa 42%. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de trabajo al tener una significancia aproximada de 0.00, concluye que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad.

2.-La fiabilidad antes era 28.35 horas de operación y la fiabilidad después 42,85 horas de operación con lo que se incrementa 14.47 horas de operación. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de trabajo al tener una significancia aproximada de 0.00, concluye que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad.

3.-La mantenibilidad antes era 18.32 horas de reparación y la mantenibilidad después de 1.61 horas de reparación demostrando una reducción de 16.72 horas. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de trabajo al tener una significancia aproximada de 0.00, concluye que la gestión del mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación para mejorar la disponibilidad.

Para mejorar la disponibilidad, se recomienda mantener monitoreado las máquinas, para poder definir en número de fallas más frecuentes, de esa manera poder realizar la programación del plan de mantenimiento, además de poseer el control de tiempo medio de reparaciones y saber que máquinas son más críticas, para ello es recomendable efectuar el programa de mantenimiento por el tiempo de vida que lleva trabajando la máquina, y así poder prolongar su tiempo.

Recomendación para mejorar la fiabilidad

En cuanto a la fiabilidad es recomendable evaluar las fallas detectadas en un cierto tiempo con ayuda de los reportes de las máquinas cuando se realiza los correctivos, para poder reducir el número de fallas, teniendo una cantidad de máquinas como muestra con las principales fallas debemos programar su pronta ejecución de mantenimiento, para no tener problemas inesperados, la capacitación de los colaboradores también es una buena estrategia puesto que ellos pasan más tiempo con la máquina y pueden detectar hasta las mínimas fallas.

Recomendación para mejorar la mantenibilidad

Es una necesidad mantener la producción constante en las empresas, y la disponibilidad de las máquinas debe ser óptima, por ello es recomendable que las máquinas que presentan problemas, ya sea por tiempo de trabajo o problemas (x) sean revisadas por un especialista para poder alargar el tiempo de trabajo, por ello es necesario tener una lista de máquinas con sus respectivos tiempos de fallas, tiempo de trabajo, juntamente con el número de reparación por las que estuvo intervenido.

REFERENCIAS

- AGNEW Et At. 2021. Reducing treatment machine downtime with a preventative MLC maintenance procedure. [En línea] Science, 30 de Abril de 2021. [Citado: 22 de Mayo del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1120179721001691>.
- AGRAWAL , Murthy y Chattopadhyaya. 2019. Investigations into reliability, maintainability and availability of tunnel boring machine operating in mixed ground condition using Markov chains. [En línea] Science, 02 de Julio de 2019. [Citado:22 de Mayo del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350630718312901>.
- AHMADI Et aL. 2019. Reliability, availability and maintainability analysis of the conveyor system in mechanized tunneling. [En línea] Science, 10 de Junio de 2019. [Citado: 24 de Mayo del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224119305755> .
- ALBERTI. 2020. Análisis de fallas en equipos mecánicos. [En línea] Alsglobal, 06 de Abril de 2020.[Citado: 24 de Mayo del 2023.] <https://www.alsglobal.com/en/News-and-publications/2022/06/lines-and-solutions-in-the-maintenance-of-mining-equipment>.
- ALDANA . 2019. Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad en los equipos mineros de transporte en la unidad Inmaculada-Ayacucho de la empresa Unión de Concreteras S.A. [En línea] Universidad Nacional del Callao, 2019. [Citado el: 24 de Mayo del 2023.] <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4374>
- ANDRADE, Cabezas y Torres. 2018. Introducción a la metodología de la investigación científica. [En línea] Repositorio, Octubre de 2018. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>.
- BADIEL, Adel y Aamer. 2020. Effect of Preventive Maintenance on the Production Line Machines and Systems Reliability: Case Study. [En línea] Researchgate, 27 de 05 de 2020. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] https://www.researchgate.net/publication/341776962_Effect_of_Preventive_Maintenance_on_the_Production_Line_Machines_and_Systems_Reliability_Case_Study.

- BARBAROSOGLU Y Arditi. 2018. A System for Early Detection of Maintainability Issues Using BIM. [En línea] Springer, 04 de Octubre de 2018. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00220-6_40.
- BEN , Mohamed y Muduli. 2021. Effect of Preventive Maintenance on Machine Reliability in a Beverage Packaging Plant. [En línea] ResearchGate, 2021. [Citado el: 27 de Mayo del 2023.] https://www.researchgate.net/publication/351223134_Effect_of_Preventive_Maintenance_on_Machine_Reliability_in_a_Beverage_Packaging_Plant.
- CAICEDO y Hinostroza 2019. Propuesta de implementación de la gestión de mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa metalmecánica MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L., LIMA –2019. [En línea] Lima : Universidad Privada del norte , 2019. [Citado el: 27 de Mayo del 2023 .].<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28194/Caicedo%20Barrrios%2C%20Luis%20Alberto%20-%20Hinostroza%20Poma%2C%20Ruben%20Edison.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- CHUANG Et al 2021 . A data-driven predictive maintenance strategy based on accurate failure prognostics [En línea] 19 de Febrero del 2021. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-2623ee04-4a99-4237-98a7-cd1cf18ff5b8>
- CONDORI 2020 . Universo, población y muestra [En línea] Febrero del 2020. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] <https://www.academica.org/cporfirio/18.pdf>
- COUPER. 2020. The importance of preventative maintenance on flow measurement instrumentation. [En línea] Proquest, Junio de 2020. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] <https://www.proquest.com/openview/32d029149e7ea9f2a1505804795b0410/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.
- ESPINOZA . 2018. Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., Lima 2018. [En línea] Lima : Universidad César Vallejo, 2018. [Citado el:27 de Mayo del 2023.] https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41272/Espinoza_BJFJ-SD.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

- GALLEGOS, Viscaíno y Villacrés. 2020. Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime. [En línea] Cienciadigital, 03 de Julio de 2020.[Citado:27 de Mayo del 2023.] <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/126>.
- GARAY. 18. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN . [En línea] Crubocas, 2020 de Julio de 18. .[Citado: 27 de Mayo del 2023.] <https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020-07/3%20Módulo%2C%20%2C%20EVIN%20300.pdf>.
- GIURIA , Noriega y Altamirano 2019 . Maintenance management model based on RCM and TPM to optimize times and costs within the useful life cycle of nautical assets [En línea] 18 de julio del 2019. [Citado:24 de Mayo del 2023.] https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/full_papers/FP747.pdf
- GODOY. 2020. Lo que no sabías sobre Investigación Aplicada. [En línea] Tesisdeceroa, 15 de Agosto de 2020. [Citado: 24 de Mayo del 2023.] <https://tesisdeceroa100.com/lo-que-no-sabias-sobre-investigacion-aplicada/>.
- GRAUS, Gomez y Enrique. 2018. Aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales, empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018. [En línea] Repositorio, 15 de diciembre de 2018. [Citado:24 de Mayo del 2023.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27585>.
- GUTIERREZ , Rodriguez y Lavado 2020 . Improvements to enhance the availability of the light aquatic units [En línea] 01 de abril del 2020. [Citado: 22 de Mayo del 2023.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442020000100002&script=sci_arttext
- HARDT Et al. 2021. Innovative Approach to Preventive Maintenance of Production Equipment Based on a Modified TPM Methodology for Industry 4.0. [En línea] MDIP, 28 de Julio de 2021[Citado: 22 de Mayo del 2023.]. <https://doi.org/10.3390/app11156953>. 1.
- HERNANDEZ y Mendoza. 2018. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. [En línea] Cuautitlan, 2018. [Citado el: 18 de Abril del 2023.] <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.

- HERNANDEZ y Mendoza. 2018. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. [En línea] Cuautitlan, 2018. [Citado: 18 de Abril del 2023.] <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.
- HEUSER y Ocker. 2018. Maintainability and evolvability of control software in machine and plant manufacturing — An industrial survey. [En línea] 10 de Diciembre de 2018. [Citado: 05 de Abril del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066118304118>.
- HONGAN, Xi y Kaibo. 2018. Adaptive Preventive Maintenance for Flow Shop Scheduling With Resumable Processing. [En línea] IEEE, 2020 de Marzo de 2018. [Citado: 05 de abril del 2023.] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9040876>.
- HUNG Wu Et al. 2020. Dynamic dispatching and preventive maintenance for parallel machines with dispatching-dependent deterioration. [En línea] Science, Enero de 2020. [Citado: 12 de Junio del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305054819302217>.
- JAKKULA, Mandela y Chivukula. 2020. Reliability, availability and maintainability (RAM) investigation of Load Haul Dumpers (LHDs): a case study. [En línea] Springer, 2021 de Junio de 2020. [Citado el: 12 de Junio 2023 .] <https://link.springer.com/article/10.1007/s13198-021-01154-3>
- KHALID. 2020. Development of a Condition-Based Maintenance Model for Gas Turbine. Tesis de doctorado, Universiti Teknologi Malaysia. [Citado el: 02 de Agosto del 2023.]
- LEUGNER. 2020. Designing Equipment for Maintainability and Reliability. [En línea] MRO, 29 de Junio de 2020. [Citado: 02 de Agosoto del 2023.] <https://www.mromagazine.com/features/designing-equipment-for-maintainability-and-reliability/>.
- LIU, Zhang,Ouyang y Huang. 2021. Integrated production planning and preventive maintenance scheduling for synchronized parallel machines. [En línea] Elsevier, 19 de junio de 2021. [Citado el: 22 de Mayo 2023.] <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107869>.
- LÓPEZ. 2019. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL. [En línea] Utnay, Abril de 2019. [Citado: 12 de Junio del 2023.] <https://www.utnay.edu.mx/files/memorias/1556760964.pdf>.

- MARROQUÍN. 2019. Confiabilidad y Validez de Instrumentos de investigación. [En línea] 2019. [Citado: 07 de Abril del 2023.] <http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESSION-4-Confiabilidad%20y%20Validez%20de%20Instrumentos%20de%20investigacion.pdf>.
- MEGO. 2019. ¿Cómo mejorar el seguimiento y control de mantenimiento? [En línea] Qimi, 10 de Noviembre de 2019. [Citado: 22 de Mayo del 2023.] <https://blog.qimiapp.com/mejorar-seguimiento-y-control-de-mantenimiento>.
- OREZANO y Ninosca. 2019. Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en Nuevo Mundo S.A., Cercado 50 de Lima, 2019. [En línea] Lima : Universidad César Vallejo, 2019. [Citado el: 27 de Mayo del 2023 .] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45403> .
- PUTRI, Taufik y Buana. 2020. Preventive Maintenance Scheduling by Modularity Design Applied to Limestone Crusher Machine. [En línea] Science, 30 de Abril de 2020. [Citado el: 27 de Mayo del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920307009>. Volumen 43.
- PUJAY Et al . (2018). Volumen II-N° 4 marzo 2018; Aplicación de las pruebas de Wilcoxon y Mann-Whitney con SPSS. II. 15. [En línea] Researchgate 30 de Abril de 2020. [Citado el: 28 de Noviembre del 2023.] https://www.researchgate.net/publication/351335051_Volumen_II-N_4_marzo_2018_Aplicacion_de_las_pruebas_de_Wilcoxon_y_Mann-Whitney_con_SPSS
- ROBATTO, Gamache y Doyon. 2022. Current Practices for Preventive Maintenance and Expectations for Predictive Maintenance in East-Canadian Mines. [En línea] MDIP, 29 de Diciembre de 2022. [Citado: 27 de Mayo del 2023.] <https://doi.org/10.3390/mining3010002>. 1.
- RONCEROS 2022 . Modelado de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de la plataforma de telecomunicaciones y transmisión de datos [En línea] 30 de Junio del 2022. [Citado: 22 de Mayo del 2023.] <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/914>
- RUS. 2020. Investigacion aplicada. [En línea] Economipedia, 10 de Diciembre de 2020. [Citado:22 de Mayo del 2023.] <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>.

- SHAFIEE. 2019. Development of an Integrated Framework for Maintenance Planning and Scheduling of Mining Equipment. Tesis de doctorado, Universidad de Queensland. [Citado el: 22 de Mayo del 2023.]
- TSAROUJAS. 2019. Evaluation of reliability, availability and maintainability of a milk production line. [En línea] researchgate, 29 de Marzo de 2019. [Citado: 20 de Mayo del 2023.] https://www.researchgate.net/publication/332163029_Evaluation_of_reliability_availability_and_maintainability_of_a_milk_production_line.
- TUEROS e Ymbertis . 2020. Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de máquinas en el área de extrusado de la Empresa Vicco S.A. [En línea] Universidad César Vallejo, 2020. [Citado el: 22 de Mayo del 2023.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59432>
- VELÁSQUES Y MEJÍA. 2018. Reliability, availability and maintainability study for failure analysis in series capacitor bank. [En línea] Science, 15 de Febrero de 2018. [Citado: 18 de Abril del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350630717310555> .
- VERA 2022 . The maintenance management . [En línea] 04 de julio del 2022. [Citado: 16 de Abril del 2023.] <https://www.intechopen.com/chapters/82473>
- WANG , Li y Xie. 2018. Optimal preventive maintenance strategy for leased equipment under successive usage-based contracts. [En línea] Tandfonline, 8 de Noviembre de 2018[Citado: 18 de Abril del 2023.] <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2018.1542181>.
- WEICHAO Et al 2020. A hybrid predictive maintenance approach for CNC machine tool driven by Digital Twin. [En línea] Science, octubre del 2020. [Citado el: 18 de Abril del 2023.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584519306660>
- XIAOMENG. 2018. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company. [En línea] Wku, 15 de Mayo de 2018. [Citado 10 de Agosto del 2023.] <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2663/>.
- XITUMUL A. 2019. Análisis de fallas y mantenimiento mecánico de una turbina tipo francis de eje vertical de una central hidroeléctrica[Citado el: 10 de Agosto del 2023.] <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUSAC13678>

- YEPES. 2021. Fiabilidad de los equipos de maquinaria . [En línea] Cienciadigital, 07 de mayo de 2021.[Citado: 07 de Junio del 2023.] <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/05/07/fiabilidad-de-los-equipos-de-maquinaria/>
- ZHANG et al 2022. Development of a Condition-Based Maintenance Model for Gas Turbine. Tesis de doctorado, Universiti Teknologi Malaysia. [Citado el: 07 de Junio del 2023.] <https://ieeexplore.ieee.org/document/10073244>
- ZHU, Chen y Borgonovo. 2021. Remaining-useful-lifetime and system-remaining-profit based importance measures for decisions on preventive maintenance. [En línea] Science, Diciembre de 2021. . [Citado el: 12 de Agosto del 2023.] <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107951>.
- ZINEB .,Ezzine, y EL. 2019. Impact of Improving Machines' Availability Using Stochastic Petri Nets on the Overall Equipment Effectiveness. [En línea] INTECHOPEN, 26 de junio de 201. [Citado el: 07 de Junio del 2023.]. <https://www.intechopen.com/chapters/67869>. 1.

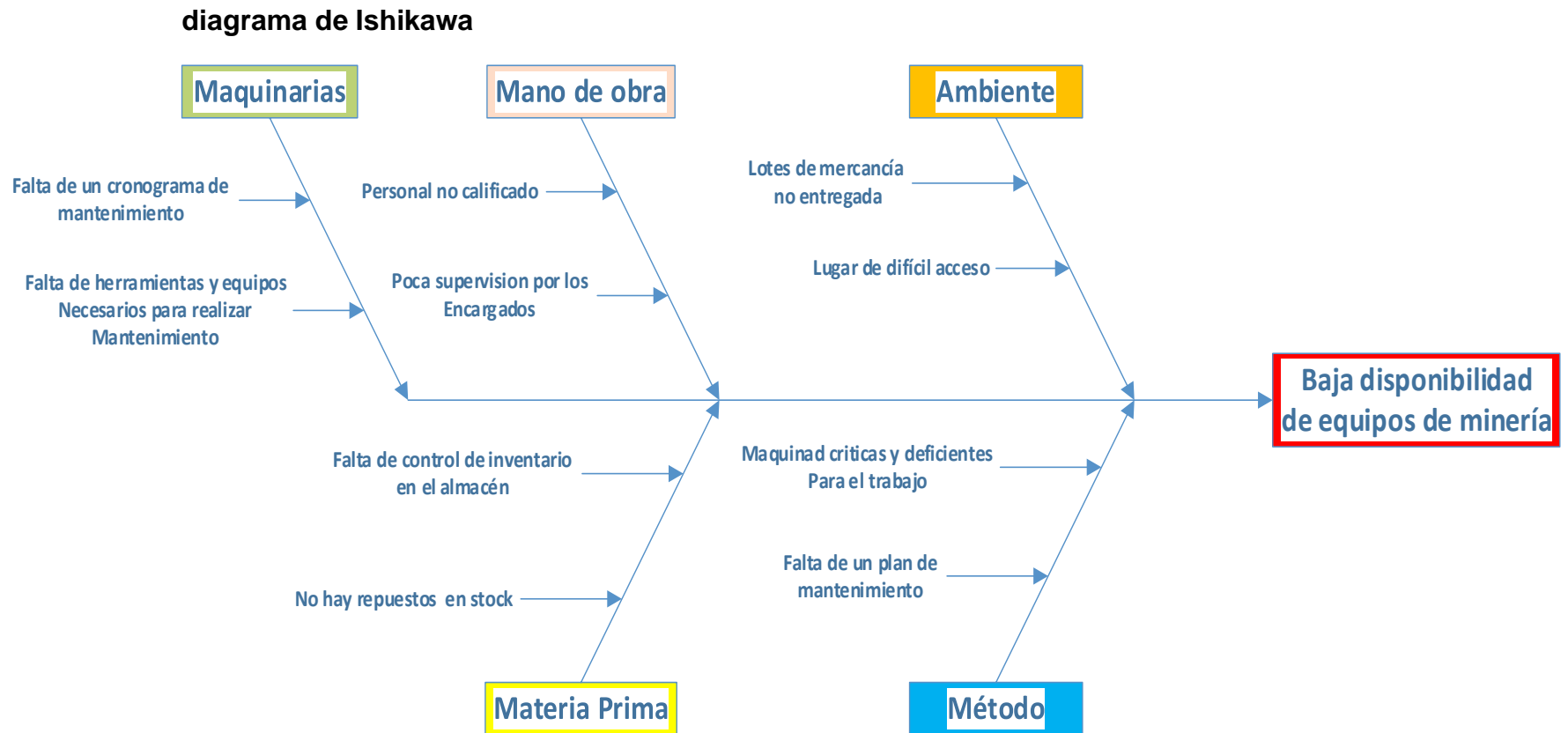
ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE (MANTENIMIENTO PLANIFICADO)	Es una estrategia de tratamiento rentable, para conservar las máquinas en correcto funcionamiento y así evitar problemas de producción en las diferentes áreas (Giuria, Noriega y Altamirano 2019).	En la medición de los instrumentos, se emplearán las fórmulas del control de mantenimiento, tales como el porcentaje de tasa de fallas y la programación del mantenimiento. Para llevar a cabo esta medición, se utilizarán datos relacionados con el total de mantenimientos realizados y planificados, así como el número de fallas y las horas de mantenimiento. (Ayulo y Cuvas, 2023).	CONTROL DE MANTENIMIENTO	$\%CM = (\text{Mantenimientos realizados} / \text{Mantenimientos planificados}) * 100$	Razón
			ANÁLISIS DE FALLAS	$(\% \text{tasa de fallas}) \% TF = (\text{Numero de fallas} / \text{Número de unidades probadas}) * 100$	Razón
			PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	$MP = (\text{Horas de mantenimiento preventivo} / \text{Horas totales de mantenimiento}) * 100$	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE (DISPONIBILIDAD)	Es una medida de que algo está en un estado listo para ser asignado (es decir, disponible). Es el porcentaje de tiempo que esta un equipo se apto para su uso y operatividad, tomando en cuenta la sumatoria del tiempo por paradas imprevistas en los equipos. (Gallegos, Viscaíno y Villacrés 2020).	La medición de la fiabilidad se realizará utilizando las horas de operación de las máquinas y el total de numero de fallas detectas. (Yepes, 2021), Con lo que respecta a la mantenibilidad la medición se realizará con tiempo total de mantenimiento entre el número de reparación (Mancuzo, 2020).	FIABILIDAD	$\text{fiabilidad (R)} = (\text{número de horas de funcionamiento} / \text{Numero de fallas durante las horas de funcionamiento}) * 100$	Razón
			MANTENIBILIDAD	$MTTR = (\text{Tiempo total de mantenimiento} / \text{Número total de reparaciones}) * 100$	Razón

Fuente : elaboración propia

Anexo 2.- Diagrama Ishikawa



Fuente : elaboración propia

Anexo 3.- Matriz vester

Variables		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total Influencia
P1	Excesivos mantenimientos correctivos		3	2	2	0	0	3	2	1	1	14
P2	falta de equipos necesarios para el mantenimiento correctivo	2		2	2	0	0	1	2	1	2	12
P3	personal no calificado	1	2		2	0	0	2	1	0	1	9
P4	falta de supervisión	1	1	0		0	0	0	1	1	1	5
P5	lotes de mercancía no entregada	0	0	0	0		0	2	1	1	1	5
P6	lugar de poco acceso	0	0	0	0	0		0	1	0	1	2
P7	Análisis de máquinas críticas y deficientes	3	2	0	0	0	0		2	0	0	7
P8	Falta de procedimientos	3	2	2	3	1	0	3		2	2	18
P9	falta de control de inventarios	1	2	1	1	0	0	0	2		3	10
P10	falta de repuestos	2	1	1	1	0	0	2	3	2		12
Total		13	13	8	11	1	0	13	15	8	12	

Escala de valoración	
Influencia	Escala
Alta	3
Media	2
Baja	1
Nula	0

Fuente : elaboración propia

Anexo 4.- mantenibilidad y fiabilidad de equipos

MANTENIBILIDAD	FIABILIDAD
Probabilidad que tiene un equipo de en estado de falla ,de ser diagnosticado reparado con éxito en un determinado tiempo .	La fiabilidad está relacionada directamente con la disponibilidad ya que las maquinas tienen que estar disponibles y a las ves tienen que dar la seguridad de que su funcionamiento es el correcto
Programar rutinas definidas en los planes de mantenimiento correctivo	
Factores de la mantenibilidad	Factores de la fiabilidad
Normal : tiempo total de reparación (MTTR) es empleado para desarmado y armado	Tasa de fallo , naturaleza y distribución de fallo
Exponencial :aquellas situaciones donde el MTTR es bajo	Nivel operativo de la máquina , número de horas de funcionamiento
Log-normal : MTTR se constituye en diferente tiempo como diagnóstico ,desarme , armado , disponibilidad , herramienta , etc	número de horas de funcionamiento
Concepto	
se necesita poco tiempo para restaurar	Pasa mucho tiempo para fallar
Existe alta probabilidad de completar la restauración	Existe baja probabilidad de falla
El tiempo medio para la restauración es bajo	El tiempo medio entre fallas es grande

Fuente : elaboración propia

Anexo 5.- matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p align="center">Problema General</p> <p>¿De qué forma la gestión del mantenimiento planificado mejorará la disponibilidad de los equipos en la empresa minera ?</p>	<p align="center">Objetivo General</p> <p>Determinar la gestión del mantenimiento planificado para incrementar la disponibilidad de los equipos en una minera.</p>	<p align="center">Hipótesis General</p> <p>la gestión del mantenimiento planificado mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa minera</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Mantenimiento planificado</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Disponibilidad</p>	<p align="center">Población</p> <p>Son los equipos de la empresa minera , que son partes de la extracción de minerales como 3 perforadora o taladro bosh, 2 perforadora o taladro maquita , 2 generadores , 2 Perforadora jackleg, 3 wincha de izaje , 4 martillos neumáticos , 6 ventiladores , 2 compresor , 2 carros mineros , 2 chancadora de piedra, 2 máquina de soldar. Se determina la población es de 30 máquinas que son partícipes de la producción en la empresa.</p> <p align="center">Muestra</p> <p>la evaluación se realizó por grado de criticidad y se tomó 10 máquinas como tamaño de muestra , convirtiéndose en nuestro objetivo de estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de investigación • Aplicada • Diseño de investigación • pre experimental • Enfoque • Transversal • Técnicas • Instrumento
<p align="center">Problema Especifico</p> <p>¿De qué manera la gestión del mantenimiento planificado mejorará la fiabilidad de los equipos en la empresa minera?</p> <p>¿De qué modo la gestión del mantenimiento planificado mejorará la mantenibilidad de los equipos en la empresa minera?</p>	<p align="center">Objetivo Especificos</p> <p>Determinar la gestión del mantenimiento planificado para potenciar la fiabilidad de los equipos en una empresa minera</p> <p>Realizar la gestión del mantenimiento planificado para mejorar la mantenibilidad de los equipos en una empresa minera</p>	<p align="center">Hipótesis específicas</p> <p>La gestión del mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de los equipos en una empresa minera</p> <p>La gestión del mantenimiento planificado mejora la mantenibilidad de los equipos en una empresa minera</p>		

Anexo 7.- reporte de mantenimientos

semanas	ABRIL	fecha	DIAS	MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL		promedio	probadas																							
				MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP			MC	M.progra																					
1		03/04/2023	L	0	0	0	0	0	0	0.55	0	1.3	0	0	0	0.55	0	1.1	0	1	0	0	0	4.5	0																									
		04/04/2023	M	0.3	0	0.55	0	0	0.55	0.55	0	2.3	0	0	0	0.55	0	0	0	0	0	1	0	5.25	0.55																									
		05/04/2023	MI	0	0	0.55	0	0	0	0.5	0	0.3	0	0	0.6	1.3	0	1.1	0	1	0	1.3	0	6.05	0.6																									
		06/04/2023	J	0.45	0	0.35	0	0	0	1.3	0	0.3	0	0	0	1	0	0	0	1.2	0	1	0	5.6	0																									
		07/04/2023	V	0.6	0	0	0	0	0	2.3	0	0.2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5.1	0																									
		08/04/2023	S	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.1	0	0	0	3.4	0																									
TOTAL				1.35	1.45	0.55	0.55	6.5	4.4	0.6	3.4	4.2	5.3	3.3	6.3																																			
2		10/04/2023	L	0	0	0	0	0	1	0	1.1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4.1	0																										
		11/04/2023	M	1.35	0	1.1	0	0	0.3	1.2	0	1.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6.75	0.3																									
		12/04/2023	MI	0	0.3	1	0	0	0	0	1.1	0	0	0.2	1.2	0	1	0	1	0	1.3	0	6.6	0.5																										
		13/04/2023	J	0	0	1.3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.25	0	0	1.1	0	1	0	5.4	0.25																										
		14/04/2023	V	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4.7	0																										
		15/04/2023	S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1.1	0	0	0	3.1	0																										
TOTAL				1.65	3.4	0.3	4.6	5.6	0.2	3.45	4	5.2	3.3	6.3																																				
3		17/10/2023	L	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4	0																										
		18/10/2023	M	1.3	0	1.5	0	0	0.14	1.32	0	1.3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	7.42	0.14																										
		19/10/2023	MI	0	0.15	1.3	0	0	0	0	0	0.24	0	0	1.28	0	0	0.35	1	0	1.35	0	4.93	0.74																										
		20/10/2023	J	0	0	1	0.25	0	0	0	1.25	0	0	0	1.32	0	0	0	1.23	0	1	0	5.8	0.25																										
		21/10/2023	V	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1.42	0	1	0.45	0	0	4.42	0.45																										
		22/10/2023	S	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1.35	0	0	0	3.35	0																										
TOTAL				1.45	4.05	0.14	4.32	4.79	0	3.6	3.77	6.03	3.35	6.3																																				
4		24/10/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0																										
		25/10/2023	M	1.35	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1.1	0	0	0	1.3	0.18	6.75	0.18																											
		26/10/2023	MI	1.2	0	0	1.35	0	1.35	0	1.25	0	1.26	0	0	0.25	0	0.27	1	0	0	0	7.41	0.52																										
		27/10/2023	J	0	0	1.25	0	1.25	0	0	0	0	0	0	1	0	1.35	0	1.5	0	0	0.35	6.35	0.35																										
		28/10/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	1.1	0	2.1	0.35																										
		29/10/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									
TOTAL				2.55	1.25	3.6	1.35	3.25	2.61	2.25	3.72	2.5	3.93	6.3																																				

Anexo 8.- reporte de mantenimientos

MAYO		MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL						
semanas		MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP					
1	01/05/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0.3	0	0	0	0.5	0	1	0				
	02/05/2023	M	1.1	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0.15	0	0	0.35	1.35	0	0	0	1.5	0.35	5.1	0.7				
	03/05/2023	MI	0.5	0	0	0	0.25	0	1.2	0	0.25	0	0.2	0	0	0	0	0.2	0.25	0	0	0	2.65	0.2				
	04/05/2023	J	0	0	1	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0	1.2	0	1	0	0	0.5	3.95	0.5				
	05/05/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0.65	1			
	06/05/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
TOTAL			1.6	1	1.05	1.2	1.05	1.35	1	3.05	1.25	3.2													6.3	13.4	2.4	0.4944444
2	07/05/2023	L	0	0	0	0.5	0.3	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0.55	0	0	0	2.1	0	3.5	0.3					
	08/05/2023	M	0.55	0	0	0	0.35	0	0	0.55	0	0.55	0.3	0.55	0	0.35	0	0	0	1.5	0.45	4.4	0.75					
	09/05/2023	MI	1.1	0	0	0	0.25	0.25	0.35	0	0.35	0	0.45	0	0	0	0	0.55	0.53	0	0	0	3.03	0.8	averias 27			
	10/05/2023	J	0	0	0.35	0	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	1.53	0	1.55	0	0	0	4.23	0				
	11/05/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	1.9	0.35				
	12/05/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
TOTAL			1.65	0.35	2.1	0.35	1.45	1.65	1.25	2.98	2.08	5.4													6.3	17.1	2.2	0.5686667
3	13/05/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0.5	0	0	0	1.25	0	3.25	0					
	14/05/2023	M	1.35	0	0	0	0.5	0	0	0	1.1	0	0.5	0	0	0	1.23	0	0	0	1.55	1	6.23	1				
	15/05/2023	MI	0.5	0	0	0	0.25	0	1.35	0	1.25	0	1.55	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	4.9	0.5	averias 30			
	16/05/2023	J	0	0	1.2	0	0.36	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0.5	0	1.23	0	0	0	4.49	0				
	17/05/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.55	0	0	0	0	0	0	1.25	0	1.75	0.55				
	18/05/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
TOTAL			1.85	1.2	1.11	1.35	2.85	2.6	2.7	2.23	1.73	5.05													6.3	20.6	2.05	0.8591667
4	20/05/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	1.2	0	0	0	0.5	0	2.25	0					
	21/05/2023	M	1.1	0	0	0	1.25	0	0	0	0.54	0	1.25	0	0	0	1.35	0	0	0	1.25	1	6.74	1				
	22/05/2023	MI	1.25	0	0	0	1.2	0	1.55	0.35	1.5	0	1.35	0	0	0.55	0	0.25	1.55	0	0	0	8.4	1.15	averias 24			
	23/05/2023	J	0	0	0.5	0	0.55	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0.5	0	0.55	0	0	0	3.35	0				
	24/05/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	1.23	0	2.48	0.42				
	25/05/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
TOTAL			2.35	0.5	3	1.9	3.29	3.02	2.35	3.3	2.1	3.98													12.43	23.2	2.57	0.86

Anexo 9.- reporte de mantenimientos

JUNIO		MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL		promedio	averias	2'		
semanas		MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP					
1	05/06/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	1.5	0	0.2	0	0	0	1.1	0	4	0					
	06/06/2023	M	1.2	0	0	0	0.55	0	0	0	0.25	0	0.55	0	0	0	0.5	0	0.45	0.55	0.2	3.6	0.65					
	07/06/2023	MI	0.55	0	0	0	1.1	0	0.45	0	1.55	0	1.23	0	0	0	0.54	0.53	0	0	0	5.41	0.54					
	08/06/2023	J	0	0	1.25	0	1.2	0	0	0	0	0.35	0	0	1.1	0	0.25	0	0.25	0	0	0	4.05	0.35				
	09/06/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0.25	0	1.45	0.25				
	10/06/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			1.75	1.25	2.85	0.45	4.55	2.03	2.6	1.49	1.23	2.1	6.3	18.5	1.79										10	0.6610714		
2	12/05/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	1.25	0	0.55	0	0	0	0.55	0	3.7	0					
	13/05/2023	M	0.5	0	0	0	0.55	0	0	0	1.52	0	0.55	0	0	0	1.25	0	0.45	0.25	0	4.62	0.45			averias	2'	
	14/05/2023	MI	1.1	0	0	0.55	0.45	0	1.25	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0.35	0.55	0	0	0	3.77	0.9				
	15/05/2023	J	0.25	0	0.25	0	0.54	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0	1.35	0	1.25	0	0	0	5.19	0				
	16/05/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0	0.45	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	2.7	0.45			
	17/05/2023	S	1.55	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0.25			10	
TOTAL			3.4	0.8	1.79	1.25	4.12	1.42	2.8	3.5	2.25	2.25	6.3	21.5	2.05										10	0.7424138		
3	19/06/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0	1.45	0	1.23	0	0	0	1.35	0	4.58	0					
	20/06/2023	M	0.55	0	0	0	0.5	0	0	0	0.35	0	0.25	0	0	0	1.54	0	0.45	0.45	0	3.64	0.45			averias	2'	
	21/06/2023	MI	0	0	0	0	1.25	0	1.25	0	1.35	0	0.35	0	0	0	1.35	0.25	1.2	0	0	0	6.75	0.25				
	22/06/2023	J	0	0	1.55	0	1.35	0	0	0	0	0.55	0.45	0	1.55	0	1.45	0	0.55	0	0	0	6.9	0.55				
	23/06/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0.45	0	0	0	0	0	0.35	0	0	1.35	0.8				
	24/06/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			0.55	1.55	3.1	1.25	4.15	1.5	3	5.82	2.55	1.8	6.3	23.2	2.05										10	0.8292857		
4	26/06/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0	0.55	0	0.25	0	0	0	0.35	0	1.7	0					
	27/06/2023	M	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0.45	0	0.45	0	0	0	0.54	0	0	0	0.2	0	1.89	0			averias	2'
	28/06/2023	MI	1.25	0	0	0	0.45	0	1.45	0	1.35	0	0.55	0	0	0	0.2	0.55	0	0.22	0	5.82	0.2					
	29/06/2023	J	0	0	0.55	0	1.25	0	0	0	0	1.2	1.45	0	1.35	0	1.35	0	0.2	0	0	0	6.15	1.2				
	30/06/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.55	0	1.8	1				
		S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			1.25	0.55	1.95	1.45	4.8	3.45	1.9	2.34	0.75	1.32	6.3	17.4	2.4										10	0.642963		
																							80.62					

Anexo 10 .- reporte de mantenimientos

SEPTIEMBRE	FECHA	DIAS	MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL		promedio	maquinas probadas
			MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP		
1	04/09/2023	L	0	0.5	0	1.35	0	0	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.55	1.85	horas 12.5 14.5	maqui 10 0.6225
	05/09/2023	M	0	0	0.55	0	0.5	0	0	0	0.5	1.2	0.35	0	0.55	0	0	0	0	1.55	0	0	2.45	2.75		
	06/09/2023	MI	0.3	0	0	0	0	0	0.5	1.25	0.5	0	0	1.1	1.3	0	1.1	1.5	0	0	1.3	0	5	3.85		
	07/09/2023	J	0	1.1	0.3	1.25	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	1.2	0	0	1.3	0	1.5	5.85		
	08/09/2023	V	0	0	0	0	0.55	0	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0.2		
	09/09/2023	S	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	1.1	0	0	1.9	0		
TOTAL			0.3	0.85	1.05	1.85	1	0.35	1.85	1.6	2.3	1.3	12.5	14.5												
2	10/09/2023	L	0	0.55	0	1.1	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	1.65	averias 20	10 0.55714286	
	11/09/2023	M	0.1	0	0.2	0	0.25	1.55	0	0	1.55	0.2	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0.75	3.65			
	12/09/2023	MI	0	0	0	0	0	0.3	1.55	0.5	0	0	1.1	1.3	0	1.3	1.23	0	0	1.3	0	4.7	3.88			
	13/09/2023	J	0	1.2	0	1.1	0.2	1.1	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0	1.2	0	0	0	1.4	4.65			
	14/09/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0.3	1.55			
	15/09/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0			
TOTAL			0.1	0.2	0.45	0.45	0.8	0.2	1.3	1.8	1.2	7.8	15.4													
3	17/09/2023	L	0	0.23	0	1.1	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	1.33	averias 14	9 0.30769231	
	18/09/2023	M	0.1	0	0.2	0	0.25	1.2	0	0	1.55	0.2	0	0	0	0	0	1.55	0	0	0.75	4.3				
	19/09/2023	MI	0	0	0	0	0	0.3	1.1	0.5	0	0	1.1	0	0	1.5	0	0	0	0	0.8	3.7				
	20/09/2023	J	0	1.23	0	1.25	0.1	1.1	0	0	0	0	0	0	1.25	1.2	0	0.2	0	0	0	1.5	4.83			
	21/09/2023	V	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0.1	1.55				
	22/09/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0.2	0	0.7	0			
TOTAL			0.2	0.2	0.35	0.45	0.5	0.2	0	1.7	0.2	4	15.7													
4	24/09/2023	L	0	0.55	0	1.1	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0.38	1.65	averias 13	8 3.22580645	
	25/09/2023	M	0	0	0	0	1.2	0	0	1.55	0.35	0	0	0	0	0.35	0	0.25	0	0.95	2.75					
	26/09/2023	MI	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	1.1	0	0	1.5	0	0	0	0	0	3.7				
	27/09/2023	J	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.25	0	0	1.23	0	0	0.5	2.48				
	28/09/2023	V	0.1	0	0	0.2	0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0.65	1.75				
	29/09/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
TOTAL			0.1	0.5	0.55	0.15	0	0.35	0	0.23	0.35	0.25	2.48	12.3												
26.73																										

Anexo 11 .- reporte de mantenimientos

OCTUBRE			MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL	
semanas			MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	02/10/2023	L	0	0.3	0	1.1	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.35	1.4
	03/10/2023	M	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0.35	0	0.23	0	0.58	2.4	
	04/10/2023	MI	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	1.1	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	3.7
	05/10/2023	J	0.12	0	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	1.25	0	0	0	1.2	0	0	0.77	2.45
	06/10/2023	V	0	0	0	0.2	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.55	0.52	1.75
	07/10/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			0.12	0.45	0.52	0.15	0	0.2	0	0.2	0	0.2	0.35	0.23	2.22	11.7								
2	09/10/2023	L	0	0.55	0	1.1	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0.38	1.65	
	10/10/2023	M	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	1.55	0.33	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0.68	2.75	
	11/10/2023	MI	0	0	0	0.2	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.2	
	12/10/2023	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	13/10/2023	V	0	0	0	0	0	1.2	0	0	0	1.55	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0.23	2.75	
	14/10/2023	S	0	0	0	0.2	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.2	
TOTAL			0.55	1.5	3.44	0.15	3.1	0.33	0	0.23	0.35	0.23	2.33	7.55										
3	16/10/2023	L	0	0.2	0	1.1	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	1.3	
	17/10/2023	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0.6	0	
	18/10/2023	MI	0	0	0	0.3	0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0.3	
	19/10/2023	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.2	0	
	20/10/2023	V	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23	1.7	
	21/10/2023	S	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	
TOTAL			0.2	1.6	0.72	0.4	1.5	0.25	0	0.2	0.35	0.23	1.95	3.5										
4	23/10/2023	L	0	0.1	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	
	24/10/2023	M	0	0	0	0	0	1.25	0	0	0	0.25	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	1.5	
	25/10/2023	MI	0	0	0	0.2	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0.52	0	0	0	0.67	0.75	
	26/10/2023	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	27/10/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0.23	1	
	28/10/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL			0.1	1.3	1.4	0	1.25	0.1	0.55	0	0.52	0.23	1	4.45										

averias	8
horas	8
2.22 11.7	0.2775
maqui	8
averias	8
horas	9
2.33 7.55	0.33285714
maqui	9
averias	7
horas	9
1.95 3.5	0.325
maqui	6
averias	6
horas	8
1 4.45	8
7.5	

Anexo 12 .- reporte de mantenimientos

NOVIEMBRE			MQ 1		MQ 2		MQ 3		MQ 4		MQ 5		MQ 6		MQ 7		MQ 8		MQ 9		MQ 10		TOTAL	
semanas			MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	01/11/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	02/11/2023	M	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	1.5
	03/11/2023	MI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.8
	04/11/2023	J	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0.54	0	0	0	2.54
	06/11/2023	V	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3
	07/11/2023	S	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	1.8
TOTAL			1.7	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.8	0.5	0.8	0.5	0.8	0.54	0.3	2.1	4.84					
2	08/11/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	09/11/2023	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10/11/2023	MI	0	0.6	0	0.56	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0	1.93
	11/11/2023	J	0	0	0	0	0	0.5	0	0.58	0	0	0	0.52	0	0	0	0.25	0	0	0	0.35	0	2.20
	12/11/2023	V	0.5	0	0.56	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.26
	13/11/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			1.1	1.12	0.5	0.78	0.35	0.52	0.42	0.25	0	0.35	1.26	4.13										
3	15/11/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16/11/2023	M	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.1
	17/11/2023	MI	0	0	0.2	0	0	0	0	0.35	0	0.25	0	0	0	0.45	0	0	0	0	0.3	0	0.5	1.05
	18/11/2023	J	0	1.1	0	0	0	0.58	0	0	0.3	0	0	1.1	0.2	0	0	0	0.5	0	0	0	1	2.78
	20/11/2023	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21/11/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			1.1	1.3	0.58	0.35	0.55	1.4	0.65	0	0.5	0.3	1.8	4.93										
4	22/11/2023	L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23/11/2023	M	0	0	0.55	0	0.25	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0
	24/11/2023	MI	0.35	0	0	0.3	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0.54	0	0	0	0	0	0.35	1.09	
	25/11/2023	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	1.1	0	0	0	0.55	0	0.55	0	2.45	
	27/11/2023	V	0	0.2	0	0	0	0.35	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.65
	28/11/2023	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			0.55	0.85	0.6	0.5	1.1	0.25	1.1	0.54	0.55	0.55	1.4	5.19										

averias	4
maqui	10
horas	2.1 4.84
0.42	
averias	5
maqui	9
horas	1.26 4.1
0.63	
averias	2
maqui	9
horas	1.8 4.93
0.3	
averias	6
10	
1.4 5.2	0.4666667
6.56	
averias	3

Anexo 13 .- cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVOS (PLANIFICADOS)

MESES

ACTIVIDADES

		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Checklist de Mantenimiento - Perforadora o Taladro Bosch 1:		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
M1	Acciones de Mantenimiento:												
	Lubricar los puntos designados.	<i>lunes</i>	x	x	x	x	x	x	x				
	Asegurar que las brocas estén afiladas.	<i>martes</i>								x			
	Revisar cables y conexiones eléctricas.	<i>miercoles</i>									x		
	Verificar y ajustar los mecanismos de velocidad y potencia.	<i>jueves</i>	x	x	x							x	
		<i>viernes</i>											
	<i>sabado</i>												
Checklist de Mantenimiento - Perforadora o Taladro Bosch 2:		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
M2	Acciones de Mantenimiento:												
	Lubricar los puntos designados.	<i>lunes</i>	x	x	x	x	x	x	x				
	Asegurar que las brocas estén afiladas.	<i>martes</i>											
	Revisar cables y conexiones eléctricas.	<i>miercoles</i>					x	x	x				x
	Verificar y ajustar los mecanismos de velocidad y potencia.	<i>jueves</i>	x	x	x						x		
		<i>viernes</i>				x	x						
	<i>sabado</i>						x	x					
Checklist de Mantenimiento - Perforadora o Taladro Bosch 3:		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
M3	Acciones de Mantenimiento:												
	Lubricar los puntos designados.	<i>lunes</i>											
	Asegurar que las brocas estén afiladas.	<i>martes</i>		x	x	x	x	x		x	x		
	Revisar cables y conexiones eléctricas.	<i>miercoles</i>										x	
	Verificar y ajustar los mecanismos de velocidad y potencia.	<i>jueves</i>	x	x	x								
		<i>viernes</i>						x	x				
	<i>sabado</i>												

Checklist de Mantenimiento - Máquina de Soldar 1:		SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				
M4	Acciones de Mantenimiento:	<i>lunes</i>													
		<i>martes</i>													
	Inspeccionar cables y conexiones eléctricas.	<i>miercoles</i>	X	X	X	X	X								X
	Verificar la condición de los electrodos y reemplazar si es necesario.	<i>jueves</i>										X	X		
	Comprobar que los sistemas de seguridad estén funcionando correctamente.	<i>viernes</i>	X												
		<i>sabado</i>													
Checklist de Mantenimiento - Máquina de Soldar 2:		SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				
M5	Acciones de Mantenimiento:	<i>lunes</i>													
		<i>martes</i>	X	X	X	X	X	X		X					
	Inspeccionar cables y conexiones eléctricas.	<i>miercoles</i>								X		X			
	Verificar la condición de los electrodos y reemplazar si es necesario.	<i>jueves</i>													
	Comprobar que los sistemas de seguridad estén funcionando correctamente.	<i>viernes</i>						X	X	X					X
		<i>sabado</i>													
Checklist de Mantenimiento - Ventiladores Industriales 1:		SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				
M6	Acciones de Mantenimiento:	<i>lunes</i>													
		<i>martes</i>													
	Limpiar las aspas para garantizar un flujo de aire adecuado.	<i>miercoles</i>	X	X	X	X	X								
	Lubricar los motores según las recomendaciones del fabricante.	<i>jueves</i>										X	X		
	Verificar el sistema eléctrico y reparar cualquier cableado defectuoso.	<i>viernes</i>													
		<i>sabado</i>													
M7	Checklist de Mantenimiento - Chancadora de Piedra 1:	SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				

Asegurar que las brocas estén afiladas.
Revisar cables y conexiones eléctricas.
Verificar y ajustar los mecanismos de velocidad y potencia.

jueves
viernes
sabado

x									x		
	x	x	x	x							

Fuente : elaboración propia

Anexo 15.- Formato de reportes de mantenimiento

REPORTE DE MANTENIMIENTO										
Código:	RE0		Versión:	00						
FECHA:	HORA:		N° de Reporte:	0000						
MÁQUINA:		MODELO:								
SERIE:		CÓDIGO:								
AREA:		OPERARIO:								
DESCRIPCIÓN										
OBSERVACIONES										
DIAGNOSTICO										
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">_____</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">_____</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tec. Encargado:</td> <td style="text-align: center;">Jefe. De area:</td> <td style="text-align: center;">Supervisor:</td> </tr> </table>					_____	_____	_____	Tec. Encargado:	Jefe. De area:	Supervisor:
_____	_____	_____								
Tec. Encargado:	Jefe. De area:	Supervisor:								

Fuente : Elaboración propia

Anexo 16 .- Formato para la recolección de información de tiempo de actividad de trabajo

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES				MES 1								MES 2								MES 3							
ITEM	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO																								

Fuente : Elaboración Propia

Anexo 17.- Formato tabla de disponibilidad de máquinas

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS (horas)												
	SEMANA	MQ 1	MQ 2	MQ 3	MQ 4	MQ 5	MQ 6	MQ 7	MQ 8	MQ 9	MQ 10	TOTAL
PRE-	semana 1											
	semana 2											
	semana 3											
	semana 4											
	semana 5											
	semana 6											
	semana 7											
	semana 8											
	semana 9											
	semana 10											
	semana 11											
	semana 12											
POST-	semana 1											
	semana 2											
	semana 3											
	semana 4											
	semana 5											
	semana 6											
	semana 7											
	semana 8											
	semana 9											
	semana 10											
	semana 11											
	semana 12											

Fuente : Elaboración Propia

Anexo 18.- Formato recolección de datos - Programación de mantenimiento

PRE-TEST					
formato recolección de datos - Programación de mantenimiento					
semana	fecha de inicio	tiempo de mantenimiento preventivo (min)	tiempo de mantenimiento correctivo (min)	tiempo total de mantenimiento	IMP

Anexo 19.- Formato de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de las máquinas

POST-TEST					
formato recolección de datos - Programación de mantenimiento					
semana	fecha de inicio	tiempo de mantenimiento preventivo (min)	tiempo de mantenimiento correctivo (min)	tiempo total de mantenimiento	IMP

Fuente : Elaboracion propia

Anexo 20.- Formatos de recopilación de datos pre-test y pos- test

Semanas	Disponibilidad Antes	Disponibilidad Después	Diferencia Disponibilida d	fiabilidad Antes	fiabilidad Después	Diferencia Confiabilidad	Mantenibilidad Antes	Mantenibilidad Después	Diferencia Mantenibilidad

Fuente :Elaboracion propia

Anexo 21.- Recolección de datos - control de mantenimiento pre-post

PRE-TEST				
formato recolección de datos - control de mantenimiento				
semana	fecha de inicio	mantenimientos realizados	Mantenimientos planificados	% CM
POST-TEST				
formato recolección de datos - control de mantenimiento				
semana	fecha de inicio	mantenimientos realizados	Mantenimientos planificados	% CM

Fuente : Elaboracion propia

Anexo 22.- Formato recolección de datos - Identificación de fallas pre- test y post -test

PRE-TEST				
formato recolección de datos - Identificación de fallas				
semana	fecha de inicio	Numero de fallas	número de unidades probadas	Tasa de fallas

POST-TEST				
formato recolección de datos - Identificación de fallas				
semana	fecha de inicio	Numero de fallas	número de unidades probadas	Tasa de fallas

Fuente : Elaboración propia

Anexo 23.- Autorización uso de información

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo, Domínguez castillo Yuri Leonardo , identificado con DNI 47839986, en mi calidad de Gerente general del área de Gerencia y Administración de minas de la empresa Mining goldom E.I.R.L con R.U.C N° 20606259655, ubicada en la ciudad de Trujillo

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Castañeda Bejarano Elder Ulises, Identificado(s) con DNI N°73529717, de la Carrera profesional de ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa: Objetivos y estrategias de mantenimiento ,organización y estructura del área de trabajo , procedimientos y políticas del departamento, coordinación del sistema de gestión de mantenimiento , métricas y desempeño en el área , por último, la capacitación y desarrollo del personal con el que se viene trabajando.

con la finalidad de que pueda desarrollar su (x) Informe estadístico, (x)Trabajo de Investigación, (x)Tesis para optar el Título Profesional.

(x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

(x) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

() Mencionar el nombre de la empresa.



TITULAR GERENTE
Yuri Leonardo Domínguez Castillo
MINING GOLDOM E.I.R.L

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 47839986

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Anexo 24.- Validación de instrumentos de medición

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: 3 EJEMPLARES

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y DISPONIBILIDAD

- CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1- Control de mantenimiento							
1	%CM= (Mantenimientos realizados/ Mantenimientos planificados) *100	X		X		X		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 2 -Análisis de fallas							
2	TF% = (Número de fallas / Número unidades probadas) *100	X		X		X		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 3 - Programación del mantenimiento							
3	MP= (Horas de mantenimiento preventivo / Horas totales de mantenimiento) * 100	X		X		X		

• CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Fiabilidad							
1	fiabilidad (R) =(número de horas de funcionamiento / Numero de fallas durante las horas de funcionamiento	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Mantenibilidad							
2	MTTR= (Tiempo total de fallas /Número total de fallas detectadas)*100	X		X		X		

Observaciones: (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión aplicable: Aplicable: (x) Aplicable después de corregir: () No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validado. Dr./Mg.: _____ ING. GABRIELA ROSA ACOSTA REGALADO _____

Especialidad del validador: _____Ingeniero Industrial _____

Fecha: 17 de 06 del 2023



**GABRIELA ROSA
 ACOSTA REGALADO
 Ingeniera Industrial
 CIP Nº 258796**

Firma del experto informante.

DNI: 71465864

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** 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.

Anexo 25.- Validación de instrumentos de medición

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: 3 EJEMPLARES

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y DISPONIBILIDAD

- CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1- Control de mantenimiento							
1	%CM= (Mantenimientos realizados/ Mantenimientos planificados) *100	x		x		x		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 2 - Análisis de fallas							
2	TF% = (Número de fallas / Número unidades probadas) *100	x		x		x		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 3 - Programación del mantenimiento							
3	MP= (Horas de mantenimiento preventivo / Horas totales de mantenimiento) * 100	x		x		x		

• CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Fiabilidad							
1	fiabilidad (R) =(número de horas de funcionamiento / Número de fallas durante las horas de funcionamiento	x		x		x		
	DIMENSIÓN 2 Mantenibilidad							
2	MTTR= (Tiempo total de fallas /Número total de fallas detectadas)*100	x		x		x		

Observaciones: (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión aplicable: Aplicable: (x) Aplicable después de corregir: () No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validado. Dr./Mg.: _____ ING. Jorge Luis Delgado Pino _____

Especialidad del validador: _____ Ingeniero Mecánico Eléctrico _____

Fecha: 17 de 06 del 2023



 JORGE LUIS
 DELGADO PINO
 Ingeniero Mecánico Electricista
 CIP N° 277009

Firma del experto informante.

DNI: 45272857

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** 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.

Anexo 26.- Validación de instrumentos de medición

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: 3 EJEMPLARES

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: MANTENIMIENTO PLANIFICADO Y DISPONIBILIDAD

- CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1- Control de mantenimiento							
¹	%CM= (Mantenimientos realizados/ Mantenimientos planificados) *100	X		X		X		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 2 -Análisis de fallas							
²	TF% = (Número de fallas / Número unidades probadas) *100	X		X		X		

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 3 - Programación del mantenimiento							
³	MP= (Horas de mantenimiento preventivo / Horas totales de mantenimiento) * 100	X		X		X		

• CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Fiabilidad							
1	fiabilidad (R) = (número de horas de funcionamiento / Número de fallas durante las horas de funcionamiento	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Mantenibilidad							
2	MTTR= (Tiempo total de fallas /Número total de fallas detectadas) *100	X		X		X		

Observaciones: (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión aplicable: Aplicable: (x) Aplicable después de corregir: () No aplicable: ()

Apellidos y nombres del juez validado. Dr./Mg.: ING. Peralta García Hugo Alexander _____

Especialidad del validador: ___Ingeniero Agroindustrial _____

Fecha: 17 de 06 del 2023



Ing. Hugo A. Peralta García

R. CIP. N° 228184

DNI: 73759270

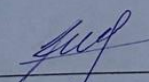
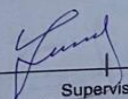
¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

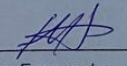
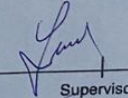
² **relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** 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.

Anexo 27.- Reportes de mantenimiento

REPORTE DE MANTENIMIENTO			
Código: 004	REO	Versión:	0
FECHA: 04/10/2023	HORA: 08:00 am - 08:20 am	N° de Reporte:	98
MÁQUINA: Máquina de Soldar.	MODELO: CV-305	Línea Eléctrica	
SERIE:	CÓDIGO:		
AREA: Mantenimiento	OPERARIO:		
DESCRIPCIÓN			
<p>Como se estaba realizando la soldadura para una plataforma del cono de salida de mineral; la máquina no llegaba al amperaje adecuado por lo que se abrió para poder ver la fuente por ver</p>			
OBSERVACIONES			
<p>la máquina empezó a perder amperaje de un momento a otro ya que estaba trabajando bien los dos anteriores.</p>			
DIAGNOSTICO			
<p>al realizar el mantenimiento de la máquina se abrió las tapas para poder ver la fuente y se observó que en uno de sus terminales de llegada de energía estuvo un fusible por lo que se cambió y volvió a trabajar normal.</p>			
 Tec. Encargado:		 Jefe. De área:	
		Supervisor:	

REPORTE DE MANTENIMIENTO			
Código: 01	REO 23.....	Versión:	0
FECHA: 05/10/2023	HORA: 10:00 am - 10:30 am	N° de Reporte:	98
MÁQUINA: Pequeñadora bash.	MODELO: GBH 12-52 D.		
SERIE:	CÓDIGO:		
AREA: Mantenimiento	OPERARIO: Eddy Melgarje		
DESCRIPCIÓN			
<p>La máquina en uso empezó a pararse y a salir humo de la parte interna de la máquina; llegando a pararse totalmente durante la perforación.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Se observó que después de llevar bastante tiempo de trabajo la máquina empieza a recalentarse y a agudarse durante el proceso de extracción.</p>			
DIAGNOSTICO			
<p>Después de abrir la máquina para observar el fallo se encontró el colector del rotor en condiciones malas; por lo que se cambió el rotor completo y trabajó correctamente.</p>			
 Tec. Encargado:		 Jefe. De área:	
		Supervisor:	

Anexo 28.- imagenes de las máquinas

