

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en taller de empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR

Juan Pedro Aparicio Cansaya

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer por su invaluable contribución al Sr. Ingeniero José Lira Guzmán, que pudo darme las pautas precisas para que este proyecto pudiera realizarse.

Agradezco también a aquellas personas cercanas que fueron mi soporte durante este trabajo.

Por último, quiero agradecer a mi madre de quien recibí mucha confianza y fortaleza para dedicarme al proyecto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Mario Emilio Aparicio Fernández de Córdova, que desde el cielo me ilumina todos los días.

Dedico también este trabajo a Dios y aquellas personas que cada día le dan sentido a mi vida.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTO | 2 |
| DEDICATORIA | 3 |
| RESUMEN | 10 |
| Abstract..... | 11 |
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| CAPÍTULO I | 14 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| Planteamiento y formulación del problema..... | 14 |
| 1.1.1 Formulación del problema | 16 |
| Problemas específicos..... | 16 |
| 1.2. Objetivos | 16 |
| 1.2.1 Objetivo general: | 16 |
| 1.2.2 Objetivos específicos:..... | 16 |
| 1.3 Justificación | 17 |
| 1.3.1 Justificación económica | 18 |
| 1.4 Hipótesis y descripción de variables..... | 19 |
| 1.4.1 Hipótesis general | 19 |
| 1.4.2. Hipótesis nula | 19 |
| 1.4.3 Hipótesis específicas | 19 |
| 1.4.4 Operacionalización de variables | 20 |
| CAPÍTULO II | 22 |
| MARCO TEÓRICO..... | 22 |
| 2.1 Antecedentes del estudio | 22 |
| 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional | 22 |
| 2.1.2 Antecedentes a nivel nacional | 25 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 32 |
| 2.1.1 Fundamentos teóricos..... | 32 |
| 2.1.1.1 Gestión de mantenimiento..... | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.1.2 Planificación y control de mantenimiento (PCM) | 33 |
| 2.1.1.3 Mantenimiento preventivo | 33 |
| 2.1.1.4 Proceso productivo | 33 |
| 2.1.1.5 Estudio del trabajo | 34 |
| 2.1.1.6 Estudio de métodos | 34 |
| 2.1.1.7 Proceso de reparación OTR en la empresa contratista | 35 |
| ❖ INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN | 35 |
| ❖ ESCAREADO Y RASPADO | 35 |
| ❖ CEMENTADO, RELLENADO Y PARCHADO | 36 |
| ❖ VULCANIZADO | 37 |
| ❖ ACABADO SUPERFICIAL | 38 |
| 2.1.1.8 Neumáticos OTR | 39 |
| 2.1.1.9 Diagrama de operaciones del Proceso | 42 |
| 2.1.1.10 Descripción del proceso | 43 |
| 2.1.2 Definición de términos básicos | 48 |
| CAPÍTULO III | 49 |
| METODOLOGÍA | 49 |
| 3.1. Método y alcance de la investigación | 49 |
| 3.1.1 Método científico | 49 |
| 3.1.2 Estudio de métodos | 49 |
| 3.1.3 Alcance de la investigación | 49 |
| 3.1.3.1 Tipo de investigación | 49 |
| 3.1.3.2 Nivel de investigación | 49 |
| 3.2. Diseño de la investigación | 50 |
| 3.3. Método de redacción | 50 |
| 3.4. Población y muestra | 50 |
| 3.4.1 Población | 50 |
| 3.4.2 Muestra | 51 |
| 3.4.2.1 Muestreo intencional o de conveniencia | 52 |

| | |
|---|------------|
| 3.4.2. 3 Organigrama de jerarquías de la empresa contratista en el Taller de Arequipa | |
| 53 | |
| 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 54 |
| 3.5.1 Selección de técnicas e instrumentos para la recolección de datos..... | 54 |
| 3.5.2 Técnicas de análisis de datos..... | 55 |
| CAPÍTULO IV | 56 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 56 |
| 4.1 Resultados y análisis de la información..... | 56 |
| 4.1.1 Selección de procesos a analizar por mayor demanda de tiempo en el proceso de reparación de neumáticos OTR por Análisis Pareto | 56 |
| 4.1.2 Registro de hechos existentes en el proceso de escareado, raspado y cortado de cables en reparación de neumáticos OTR condDiagramas de actividades múltiples | 67 |
| 4.1.3 Análisis y discusión luego de examinar y registrar los hechos: | 89 |
| 4.2 Propuesta de Plan de capacitación respecto a reporte de averías y mantenimiento | 96 |
| 4.3 Plan de mantenimiento preventivo propuesto | 97 |
| 4.4 Análisis de proyección de tiempos y producción..... | 98 |
| 4.5 Análisis económico..... | 102 |
| 4.5.1 Viabilidad económica del proyecto | 103 |
| 4.5.2 Interpretación de indicadores VAN y TIR:..... | 108 |
| 4.6 Discusión de resultados:..... | 108 |
| Conclusiones..... | 110 |
| Recomendaciones..... | 112 |
| Bibliografía | 113 |
| ANEXOS..... | 119 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1: Lote de neumáticos reparados por cliente | 18 |
| Tabla 2: Información interna de empresa contratista. Cobros de reparación | 19 |
| Tabla 3. Cuadro de variables y operacionalización del proyecto..... | 20 |
| Tabla 4. Descripción del proceso de reparación OTR de empresa contratista. Información interna. Fuente: 33 | 43 |
| Tabla 5. Descripción de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista. | 45 |
| Tabla 6. Descripción de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista. | 46 |
| Tabla 7. Cantidad de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista. | 47 |
| 3.4.1 Población Tabla 8. Cartera de clientes con respectivos talleres | 50 |
| Tabla 9. Cantidad de reparadores en Taller Arequipa..... | 51 |
| Tabla 10. Rotación de personal en Taller Arequipa (turno día) | 52 |
| Tabla 11. Rotación de personal en Taller Arequipa (turno Noche | 53 |
| Tabla 12. Selección de técnicas e instrumentos para la recolección de datos | 54 |
| Tabla 13. Hoja de datos 1 para el diagrama de Pareto | 56 |
| Tabla 14. Hoja de datos 2 para el diagrama de Pareto | 57 |
| Tabla 15. Hoja de datos 3 para el diagrama de Pareto | 58 |
| Tabla 16. Hoja de datos 4 para el diagrama de Pareto..... | 59 |
| Tabla 17. Hoja de datos 5 para el diagrama de Pareto | 60 |
| Tabla 18. Hoja de datos 6 para el diagrama de Pareto | 61 |
| Tabla 19. Hoja de datos 7 para el diagrama de Pareto | 62 |
| Tabla 20. Hoja de datos 8 para el diagrama de Pareto | 63 |
| Tabla 21. Hoja de datos 9 para el diagrama de Pareto | 64 |
| Tabla 22. Hoja de datos 10 para el diagrama de Pareto..... | 65 |
| Tabla 23. Hoja de datos 11 para el diagrama de Pareto. Promedio de tiempos | 66 |
| Tabla 24. Análisis Pareto. Presentación de procesos por orden descendente..... | 67 |
| Tabla 25. Diagrama de actividades múltiples 1 - Hoja 1 | 69 |
| Tabla 26. Diagrama de actividades múltiples 1 – Hoja 2 | 70 |
| Tabla 27. Diagrama de actividades múltiples 2 - Hoja 1 | 71 |
| <i>Tabla 28. Diagrama de actividades múltiples 2 - Hoja 2</i> | <i>72</i> |
| Tabla 29. Diagrama de actividades múltiples 3 - Hoja 1 | 73 |
| Tabla 30. Diagrama de actividades múltiples 3 - Hoja 2 | 74 |
| Tabla 31. Diagrama de actividades múltiples 4 - Hoja 1 | 75 |
| Tabla 32. Diagrama de actividades múltiples 4 - Hoja 2 | 76 |
| Tabla 33. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 1 | 77 |
| Tabla 34. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 2 | 78 |
| Tabla 35. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 3 | 79 |
| Tabla 36. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 1 | 80 |
| Tabla 37. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 2 | 81 |
| Tabla 38. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 3 | 82 |
| Tabla 39. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 4 | 83 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 40. Diagrama de actividades múltiples 7 Ideal - Hoja 1 | 84 |
| Tabla 41. Diagrama de actividades múltiples 7 Ideal – Hoja 2 | 85 |
| Tabla 42. Resumen DAM – Cuadro comparativo | 86 |
| Tabla 43. Cursograma analítico - OTR 6..... | 87 |
| Tabla 44.Recolección de datos del Diagrama Ishikawa | 90 |
| Tabla 45. ¿Al realizar su trabajo de reparación tiene algún problema en el proceso? | 91 |
| Tabla 46. ¿Podrías aumentar tu producción sin inconvenientes? | 92 |
| Tabla 47. ¿Crees que hay un mantenimiento preventivo constante en los equipos del taller, específicamente en los motores flexibles? | 95 |
| Tabla 48. ¿Hay un encargado fijo de mantenimiento preventivo?..... | 95 |
| Tabla 49. Plan de capacitación propuesto..... | 96 |
| Tabla 50. Plan de mantenimiento preventivo propuesto | 97 |
| Tabla 51. Análisis de proyección de tiempos en el Taller de reparación Arequipa ... | 98 |
| Tabla 52. Análisis de proyección de tiempos y producción - Tiempo | 99 |
| Tabla 53. Análisis de proyección de tiempos y producción – Neumáticos reparados | 99 |
| Tabla 54. Cuadro comparativo de ganancias | 100 |
| Tabla 55. Días perdidos convertidos a dinero perdido | 102 |
| Tabla 56. Análisis económico | 103 |
| Tabla 57. Módulo de ingresos | 104 |
| Tabla 58, 59 y 60. Tablas 58 Módulo de costos, 59 Estado de resultados y 60. Flujo de caja nominal - Fuente: Base de datos de la investigación | 105 |
| Tabla 59. Indicadores de evaluación. Fuente: Base de datos de la investigación ¡Error! Marcador no definido. | |
| Tabla 59. Indicadores de evaluación. Fuente: Base de datos de la investigación ¡Error! Marcador no definido. | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Inspección de neumático OTR. Fuente: 19 | 35 |
| Figura 2. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19..... | 36 |
| Figura 3. Extrusora de goma. Fuente: 19 | 36 |
| Figura 4. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19 | 37 |
| Figura 5. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19 | 37 |
| Figura 6. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19 | 38 |
| Figura 7. Neumáticos OTR posteriores. Fuente: 19 | 38 |
| Figura 8. Vehículo minero con neumáticos montados OTR marca Michelin. Fuente: 33... | 39 |
| Figura 9. Tabla de medidas de neumáticos OTR Michelin. Fuente: 33..... | 41 |
| Figura 10. DOP del proceso de reparación de neumáticos OTR de empresa contratista. Fuente: Elaboración Propia | 42 |
| Figura 11. Organigrama de empresa Contratista. Fuente: Empresa contratista..... | 53 |
| Figura 12. Diagrama de Pareto 1 | 57 |
| Figura 13. Diagrama de Pareto 2. Fuente: Elaboración propia..... | 57 |
| Figura 14. Diagrama de Pareto 3. Fuente: Elaboración propia..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 15. Diagrama de Pareto 4. Fuente: Elaboración propia..... | 59 |
| Figura 16. Diagrama de Pareto 5. Fuente: Elaboración propia..... | 60 |
| Figura 17. Diagrama de Pareto 6. Fuente: Elaboración propia..... | 61 |
| Figura 18. Diagrama de Pareto 7. Fuente: Elaboración propia..... | 62 |
| Figura 19. Diagrama de Pareto 8. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| Figura 20. Diagrama de Pareto 9. Fuente: Elaboración propia..... | 64 |
| Figura 21. Diagrama de Recorrido. Fuente: Base de datos de la investigación | 88 |
| Figura 22. Diagrama Ishikawa. Fuente: Base de datos de la investigación..... | 90 |
| Figura 23. Total de 11 trabajadores encuestados pertenecientes al Área de reparación de neumáticos OTR. Fuente: Base de datos de la investigación..... | 91 |
| <i>Figura 24. El 63.6% de trabajadores de la empresa sí tiene algún problema en específico respecto a su trabajo. Esto impacta directamente a la línea de producción de neumáticos reparados.....</i> | <i>92</i> |
| Figura 25. El 100% de los trabajadores encuestados afirman que pueden aumentar su producción al no haber inconvenientes en el proceso. Fuente: Base de datos de investigación..... | 92 |
| Figura 26. El 56% de los trabajadores encuestados afirman que existe un problema relacionado con el mantenimiento en los equipos. Fuente: Base de datos de investigación | 93 |
| Figura 27. El 56% de los trabajadores encuestados afirma que existe un problema relacionado con el mantenimiento en los equipos. Fuente: Base de datos de investigación | 94 |
| Figura 28. 63.6% de trabajadores en el taller se han percatado y son conscientes de que el mantenimiento de sus equipos no se realiza siempre, lo que los lleva a reparar sus propios equipos en horas de trabajo. Tabla 36. Fuente: Base de datos de investigación . | 95 |
| Figura 29. Finalmente, se revela que no hay un encargado de mantenimiento a tiempo completo en el taller que pueda dar solución inmediata a las necesidades del proceso de reparación de neumáticos OTR cuando un equipo llega a fallar. Fuente: Base de datos de investigación..... | 96 |

RESUMEN

El presente proyecto aplicado denominado “Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en Taller de Empresa Contratista Dedicada a la Reparación de Neumáticos OTR” busca mejorar la gestión de mantenimiento preventivo de un taller dedicado a la reparación de neumáticos OTR en una muestra de 12 trabajadores divididos en 6 estaciones de trabajo. Para ello, se espera mejorar los tiempos en el proceso productivo de una empresa a través de la disminución de retrasos por mantenimiento. Para ello, se parte del análisis de datos, medición de tiempos, análisis de procesos y determinación de un óptimo plan de mantenimiento preventivo.

Los factores que afectan a un proceso productivo son el ineficiente manejo de gestión de mantenimiento preventivo (el cual viene desarrollándose sin ser evaluado en la empresa contratista dedicada a reparación de neumáticos OTR), un bajo control de herramientas (para que estas puedan operar con normalidad en sus respectivas tareas) y la falta de instrucción por parte del personal nuevo (que pueda dañar herramientas al aprender su uso).

Finalmente, se da una mejora en el proceso productivo, en este caso, ahorro de costos por pérdida de tiempo en mantenimiento de equipos.

ABSTRACT

This applied project called "Proposal to improve preventive maintenance management for the optimization of the production process in a Contractor Company Workshop Dedicated to the Repair of OTR Tires" seeks to improve the preventive maintenance management of a workshop dedicated to the repair of OTR tires. in a sample of 12 workers divided into 6 workstations. For this, it is expected to improve the times in the production process of a company through the reduction of delays due to maintenance. To do this, it is based on data analysis, time measurement, process analysis and determination of an optimal preventive maintenance plan.

The factors that affect a production process are the inefficient management of preventive maintenance management (which has been developed without being evaluated in the contracting company dedicated to OTR tire repair), poor control of tools (so that they can operate normally in their respective tasks) and the lack of training by new staff (which can damage tools when learning their use).

Finally, there is an improvement in the production process, in this case, cost savings due to loss of time in equipment maintenance.

INTRODUCCIÓN

Para sumergirnos en el mundo de la reparación de neumáticos OTR (Off the Ride, que significa “fuera de ruta”) y entender cuál es su función, cómo trabajan y cómo se reparan (proceso productivo a observar en nuestra investigación), conviene revisar brevemente cuál es la función de un neumático OTR y cómo trabaja.

Hasta hace algunos años la comercialización de neumáticos OTR empezó a tener mucha acogida en nuestro país como producto de las actividades mineras a gran escala. Estas actividades fueron impulsadas por el deseo de las corporaciones mineras de extraer más mineral en menos tiempo; en ese sentido, se necesita que el proceso de extracción sea óptimo para una línea de producción continua.

Una de las actividades que más se realiza es la movilización del mineral en grandes cantidades (toneladas) después de la voladura, hacia los molinos o chancadoras. En esta parte de la producción, son imprescindibles los neumáticos OTR, ya que son las piezas encargadas de recibir el movimiento de una transmisión. En ese sentido, estos neumáticos deben estar en buenas condiciones, puesto que, a pesar de su diseño y continua mejora, pueden sufrir daños de distinta índole. Por esa razón, constantemente, dependiendo de su uso, necesitan una inspección. En ese contexto, surge el servicio de la reparación de neumáticos OTR.

Pero, ¿qué implica montar una operación de reparación de neumáticos OTR? Implica considerar los términos y condiciones en que se hará un contrato para prestar los servicios de reparación a la minera correspondiente, cuántos neumáticos puede recibir la empresa contratista en un determinado tiempo y en cuánto tiempo podrá repararlos, cómo se repararán y la logística para que estos neumáticos lleguen al taller de reparación, si es que la mina no ofrece un taller *in situ* (aunque por lo general, todas las mineras poseen talleres *in situ* de reparación de neumáticos OTR, estos son de primera línea, es decir, para neumáticos nuevos, que por una circunstancia recibieron un daño y que por su capacidad de trabajo deben cumplir con sus horas programadas). Esta operación, además, implica contar con un

personal altamente capacitado para realizar esta tarea, ya que es de alto riesgo; considerar el equipo que se necesita para la reparación; considerar los insumos (por lo general importados); prever los sueldos de los trabajadores (técnicos, administrativos, el personal de seguridad que cuida del taller); gestionar de manera adecuada la logística, etc. Como se deja entrever, el mundo de la reparación OTR es muy amplio.

En este trabajo nos enfocaremos en analizar el proceso de reparación OTR de una manera metódica. No analizaremos técnicas de reparado ni fundamentos de reparación, sino, más bien, el proceso de reparación: cómo se realiza cada parte del proceso, de qué modo las herramientas cumplen su trabajo, cómo los operadores cumplen sus funciones, cómo estos usan las herramientas y, finalmente, cómo todo esto influye en el proceso productivo o servicio, que en este caso será el proceso de reparación OTR. En términos generales, examinaremos cómo en la empresa contratista este proceso podría ser optimizado con algunas mejoras respecto al mantenimiento de las herramientas y equipos, específicamente, a través de a prevención.

Un cirujano sin bisturí, no puede operar; un chef sin buenos cuchillos no puede avanzar rápido para sus comensales; un albañil con herramientas rotas, tampoco puede realizar su trabajo. Estas analogías son válidas para un reparador OTR, que no puede reparar sus neumáticos si sus herramientas no están en buenas condiciones o si no ha considerado la gestión de plan de mantenimiento preventivo que solucione averías y retrasos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Hoy en día, las empresas del sector minero trabajan arduamente para mantener sus niveles de producción al máximo; para ello, necesitan tener las mejores condiciones respecto a la capacidad de producción. Una de estos requisitos es que el equipo de trabajo (herramientas, máquinas, sistemas eléctricos, sistemas de conexión, sistemas neumáticos, etc.) esté en óptimo estado. En ese marco, los neumáticos OTR cumplen una función importante, ya que movilizan los vehículos mineros y mantienen una línea de producción. Por esas razones, cuando estos se dañan, su restauración es fundamental. En la reparación OTR se usa una variada gama de herramientas y máquinas que permiten cumplir con el objetivo de producción: obtener la mayor cantidad de neumáticos reparados semanal o mensualmente o, en algunos casos, reparar un lote de neumáticos a la brevedad posible, todo esto bajo altos estándares de calidad, seguridad y responsabilidad medio ambiental.

Normalmente un neumático OTR nuevo se coloca en los camiones mineros para que puedan rodar; luego, cumple con un determinado número de horas en cierta posición: posición 1(delantera), 2(delantera), 3(posterior) y 4(posterior). Dicha posición indica la vida útil de neumático. La posición 1 recibe neumáticos nuevos, mientras que la posición 4 recibe neumáticos con más reparaciones. Un neumático reparado, a pesar de que su estructura haya sido modificada, puede seguir cumpliendo su función hasta que por exceso de trabajo o carga tenga un daño irreparable o ya no tenga cocada.

Para que exista una correcta reparación de neumáticos OTR, se tienen que crear condiciones favorables: personal bien capacitado y entrenado, herramientas y equipos en buen estado y un buen plan de mantenimiento preventivo. El tratamiento de los daños que recibe el neumático OTR en su labor

diaria es lo que conocemos como el proceso de reparación OTR. Este se llevará a cabo con herramientas e insumos químicos en el proceso de reparación OTR: extraer material dañado para ser reemplazado por uno nuevo.

Diariamente, la empresa presenta al menos un retraso en el proceso de reparación de neumáticos OTR (en promedio, siete a la semana) por equipos en mal estado, averiados, faltos de mantenimiento o mal funcionamiento. Esto implica un proceso de reparación de neumáticos OTR interrumpido o deficiente, que afecta severamente muchos aspectos de la empresa:

- Un tiempo de producción afectado: ya no serán “x” días que tomará acabar un lote de “z” llantas, sino que este tiempo aumentará dejando a espera otros contratos, lo cual implica, al mismo tiempo, que se inmovilizará al equipo que transportará los neumáticos a las minas, se necesitarán más viáticos para los choferes, etc.

- Calidad de la reparación: se sabe que la calidad se relaciona mucho con los tiempos, es decir, tiempos acortados alejan el factor calidad. En este caso, un periodo reducido o acelerado afecta directamente la capacidad del elemento humano (el reparador), por lo que tendrá menos tiempo para darle acabado de calidad a su trabajo.

- Reducción de calidad del ambiente laboral: un ambiente donde el trabajador se enfrenta a obstáculos para realizar su trabajo conduce a tres salidas: aprovecha su habilidad para terminar su trabajo, pero retrasa el trabajo de los demás; aumenta su tiempo de trabajo hasta resolver los problemas que se presentan (máquinas averiadas o en mal estado); o, en el peor de los casos, hace uso de herramientas en mal estado y estará inmerso en un inminente accidente laboral.

- Posibles accidentes: se pueden originar accidente de diversa índole: por golpe, por contacto, por quemadura, por exposición a gas contaminante, por sobreesfuerzo, caída al mismo nivel, caída a distinto nivel, etc.

1.1.1 Formulación del problema

Problema general

- ¿Cómo se puede reducir el tiempo perdido en el proceso de reparación de neumáticos OTR de la empresa contratista?

Problemas específicos

- ¿Cuál es el análisis del procedimiento del plan de mantenimiento preventivo vigente en la empresa contratista?
- ¿Cuál es el punto crítico en el proceso de reparación de neumáticos OTR en la empresa contratista?
- ¿Cómo se podría aplicar una mejora al plan de mantenimiento preventivo vigente en la empresa contratista?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo viable y óptimo que establezca una producción sin interrupciones en el taller de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR, bajo una relación costo-beneficio aceptables

1.2.2 Objetivos específicos:

- Realizar el análisis del procedimiento del plan de mantenimiento preventivo vigente en la empresa contratista
- Analizar los puntos críticos, con un estudio de métodos, en el proceso productivo de la empresa contratista
- Proponer un plan de mantenimiento preventivo organizado, viable y óptimo para la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR

1.3 Justificación

- La propuesta de mejora de este proyecto de investigación (proceso de reparación de los neumáticos OTR) nos servirá para eliminar los retrasos en el proceso de producción de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR y evitar un deterioro temprano de las herramientas. Del mismo modo, permitirá elaborar un plan de mantenimiento preventivo para conocer en tiempo real las necesidades de mantenimiento del taller.
- Además, como parte de la propuesta, se ofrecerán mejores métodos en el manejo de tiempos y cronograma de mantenimiento preventivo, un nuevo rastreo de uso de herramientas y una medición del tiempo para cada una de ellas, establecimiento de la fecha de mantenimiento aproximada tras una medición de tiempo de uso y un análisis de cada trabajador que permita determinar quién necesita más entrenamiento con el uso de herramientas.
- Esta investigación sirve para saber cuánto tiempo demora en ser reparada por mantenimiento una herramienta del taller de reparación OTR, ya sea por una falla de uso o mala operación. Asimismo, busca calcular cuánto tiempo el operador demora en repararla y ponerla operativa de nuevo o, en el peor de los casos, desecharla. Asimismo, determinará el tiempo que le toma a una herramienta reparada volverse a malograr. Finalmente, indagará por qué si existe un checklist del estado de herramientas dañadas, estas se aglomeran, lo cual implica que solo una mínima cantidad seguirá funcionando.
- Este tipo de investigación es importante porque puede cambiar por completo la forma de trabajar en el área de reparación y, con ello, proporcionar a la empresa mejores resultados en su proceso productivo; en ese sentido, los beneficios se harán visibles en el área económica pero también en el trabajador, puesto que este en un ambiente laboral idóneo es un trabajador potencial.

- Un importante ejemplo ya mencionado es que un lote de “x” llantas tiene que ser reparado en “y” días; luego, debe ser enviado para seguir operando. Sin embargo, si tomamos como ejemplo los 7 retrasos en este lote por reparar, significa que este ya no será enviado a tiempo; este retraso se traduce en el lote. En ese sentido, “X” lote de llantas sería enviado ahora en “Y + Z” días; por lo tanto, se ha originado una pérdida de tiempo (en horarios extra, en ocupar espacio para futuros lotes a reparar y reparando instrumentos mientras se detiene el proceso productivo).

1.3.1 Justificación económica

Tabla 1: Lote de neumáticos reparados por cliente

| Clientes | Neumáticos OTR Anuales |
|--------------------|-------------------------------|
| Shougang | 214 |
| Barrick | 85 |
| Antamina | 980 |
| Chinalco | 310 |
| Cuajone | 335 |
| Toquepala | 910 |
| Las Bambas | 734 |
| Cerro Verde | 756 |
| Constancia | 290 |
| Antapacay | 321 |
| Total | 4935 |

Fuente. Información interna proporcionada por empresa contratista

En esta ocasión, nuestros neumáticos en rango serán de Cuajone y Toquepala, lugares a donde son enviados los neumáticos para ser reparados en el taller de Arequipa.

El precio estándar de una reparación preventiva es de, aproximadamente, 4000 soles sin IGV. Por su lado, una reparación correctiva tiene el mismo precio más el número de parches colocados.

Tabla 2: Información interna de empresa contratista. Cobros de reparación

| Minera | Cantidad de neumáticos | Coste estándar por reparación (S/. 4000 sin IGV) |
|-----------|------------------------|--|
| Cuajone | 335 | S/.1,340,000 |
| Toquepala | 910 | S/.3,640,000 |
| Total | 1245 | S/.4,980,000 |

Fuente. Información interna proporcionada por empresa contratista

En conclusión, se entiende que, a más neumáticos reparados, se obtienen más ganancias. Estas ganancias pueden incrementarse aún más con un eficiente plan de mantenimiento preventivo en el taller de Arequipa de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis general

Una propuesta de mejora de gestión de mantenimiento si optimizará el proceso productivo en el taller de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR.

1.4.2. Hipótesis nula

Una propuesta de mejora de gestión de mantenimiento no optimizará el proceso productivo en el taller de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR.

1.4.3 Hipótesis específicas

- El procedimiento del plan de mantenimiento preventivo vigente en la empresa contratista tiene deficiencias que no permiten un óptimo proceso de reparación de neumáticos OTR.

- El punto crítico que hay en el proceso productivo de la empresa contratista son los tiempos perdidos por fallo de equipos ocasionado por una pobre gestión de mantenimiento preventivo.
- Mediante un estudio de métodos del proceso productivo, se podrá optimizar el plan de mantenimiento preventivo vigente para la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR.

1.4.4 Operacionalización de variables

Tabla 3. Cuadro de variables y operacionalización del proyecto

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Tipo de Variable |
|---|--|--|--|--|------------------|
| Mejora de gestión plan de Mantenimiento Preventivo en Contratista dedicada a reparación OTR | Propuesta de plan de mantenimiento que establece tiempos aproximados para realizar reparaciones en herramientas. Ofrece una serie de métodos para analizar el actual plan de trabajo y determinar cómo se puede mejorar el proceso productivo a partir del acortamiento de tiempos por mantenimiento preventivo en el taller de reparación OTR | A partir del diagnóstico del plan de mantenimiento preventivo actual en el taller de reparación OTR, se podrán mejorar los puntos débiles entre los cuales figuran paradas por mantenimiento, uso inadecuado de herramientas y un programa de mantenimiento inexacto. Todo esto evaluado por una mejora de métodos | Medir tiempos en el proceso de reparación OTR | Horas de cada proceso | Cuantitativa |
| | | | Medir tiempos de uso de herramientas en el proceso de reparación OTR | Horas, minutos y segundos Número de equipos | Cuantitativa |
| | | | Medir tiempos de herramientas en mantenimiento | Número de equipos horas, minutos y segundos | Cuantitativa |

| | | | | | |
|--------------------|---|--|--|----------------------------------|--------------|
| Proceso productivo | Procedimientos o tareas que realiza una empresa para ofrecer bienes o servicios, en este caso, el servicio para la reparación de neumáticos OTR | El proceso productivo del servicio de reparación de neumáticos OTR consta de Inspección inicial, escariado, raspado, acabado, vulcanizado, acabado final, entre otros. | Registrar la cantidad de neumáticos reparados | Cantidad de neumáticos reparados | Cuantitativa |
| | | | Medir el tiempo de trabajo de los sub procesos | Tiempo trabajado por el personal | Cuantitativa |

Fuente. Base de datos de la investigación

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

En la investigación *Plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos* (1), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. “Se creó un plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos. Para ello, se evaluó el estado actual de la operación y la gestión del mantenimiento con respecto a los principales fundamentos técnicos” (1).
2. “Se diagnosticó la situación general del proceso de mantenimiento en la empresa por medio de la identificación de los principales fundamentos de mantenimiento, a partir de las diferentes referencias bibliográficas” (1).
3. “La metodología de la revisión exhaustiva desarrollada facilitó la evaluación (...) además que permitió comparar directamente los aspectos del mantenimiento en la empresa” (1).

En la *Revista Chilena de Ingeniería* se nos explica la “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo” (2) tal y como se detalla a continuación:

1. “El escenario actual de las organizaciones con alta dotación de activos indica que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, por lo cual se estima conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y, por ende, la gestión global del mantenimiento en la organización se debe manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades. Además, los objetivos de la unidad encargada de realizar la gestión del mantenimiento se determinarán y serán dependientes del plan estratégico y del negocio de la organización. Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los

planes de negocio de la empresa, ya que de esto depende la consecución de los objetivos del mantenimiento y, también, los del propio plan de negocio de la organización” (2).

2. “Este artículo desarrolla un modelo de gestión de mantenimiento bajo la visión de mejora continua, considerando una revisión profunda de un conjunto representativo de modelos de gestión de mantenimiento, los cuales siguen una secuencia lógica de actuación jerarquizada. (Modelo de 7 etapas)” (2).
3. “El modelo propuesto consigue alinear los objetivos locales del mantenimiento con los objetivos globales del negocio en un marco de mejora continua. Además, propone algunas herramientas de apoyo en las principales etapas del modelo, dando a conocer las principales bondades y funcionalidad dentro del ciclo propuesto. Mediante estas herramientas, se entrega soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, teniendo en cuenta el contexto operacional y contemplando todas las restricciones que pueden afectar a la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento” (2).

En la tesis denominada *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa Cerámica Andina C.A.*” (3), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. “Que, todos los autores de libros de mantenimiento que fueron consultados, concuerdan que la inversión más importante de una empresa es el mantenimiento de sus activos” (3).
2. “Que, las tareas de mantenimiento de tipo correctivo son las causas más comunes de la paralización del sistema productivo y que genera el porcentaje de gasto más alto de todos los tipos de mantenimientos, y el mantenimiento preventivo es la cura de toda empresa que tiene problemas de paralización de su sistema productivo” (3).

3. “Que, al analizar los datos generales vemos que se trata de una empresa de reconocimiento en el medio de la fabricación de artículos cerámicos para la venta en un mercado interno y un mercado de exportación, por lo que la empresa deberá tener una buena estructuración del mantenimiento para que el sistema productivo no se paralice” (3).

En la tesis denominada *Propuesta para la implementación de un Modelo de Gestión de Mantenimiento en Tropical Paradise Fruits Company* (4), se señala que:

1. “Con la implementación de la metodología de los 7 pasos, se pudo definir el problema del alto costo en la tenencia de equipo y se desarrollaron soluciones para tener un ahorro de \$134,270.42 anuales” (4).
2. “Al realizar el proyecto se concluye que la gestión de mantenimiento de la empresa tiene muchas posibilidades de mejora, lo cual se vio reflejado mediante la evaluación de la Norma Covenin, que en promedio presentó una brecha de puntos débiles del 57 %” (4).
3. “Mediante la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se aumentará, casi al doble, las horas de mantenimiento preventivo actual, reduciendo el correctivo y aumentando la disponibilidad y confiabilidad de equipos” (4).

De la tesis denominada *Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento clínica Universidad Los Andes* (5), se concluye que:

1. “Es posible afirmar la correcta elaboración de las propuestas de planes de mejoras a la gestión de mantenimiento de la Clínica Universidad de los Andes buscados, para ello, fue necesario cumplir con los objetivos específicos propuestos, partiendo por tener conocimiento de sus equipos esenciales y con ello dimensionar la importancia de estos para la clínica y por ende el énfasis en la gestión de su mantenimiento, los tipos de auditorías de gestión de mantenimiento más empleadas en la actualidad para tener las competencias adecuadas para su correcta elección y su problemática principal, la cual deriva de un aumento

- progresivo (aproximadamente de un veinte y cinco por ciento) en la cantidad de fallas durante los últimos años, lo que indica la trascendencia de una revisión de la gestión actual del mantenimiento proporcionado” (5).
2. “Al realizar la auditoría semicuantitativa “Estudio de Calificación del Mantenimiento”, que se basó en evaluar doce secciones claves que fueron debidamente modificadas para estar acorde a lo solicitado (clínica), se obtuvo como resultado ciento veinte y nueve no conformidades en la gestión actual, de las cuales, al identificar las no conformidades relacionadas entre sí, con el propósito de acotar este gran número, se logró cincuenta y una propuestas de mejoras a la gestión. Una vez tenida esta información en cuenta, se procedió a determinar las propuestas principales a enfocarse por cuestión de tiempo, a través, del diagrama Pareto, concentrándose en las cinco propuestas que daban solución a la mayor cantidad de no conformidades” (5).
 3. “Se estableció el costo del personal necesario (según hora hombre aproximado) y, por ende, el tiempo supuesto para realizar la labor requerida (tiempo total aproximado gracias a carta Gantt), y por otro lado el costo de los insumos indispensables para cumplir adecuadamente con las mejoras” (5).

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

En la tesis *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales* (6), se obtuvieron los siguientes resultados respecto a la aplicación de una mejora en el mantenimiento de la empresa:

1. “Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/.198,577.80 en el periodo de 02 años. Además, se implementarán procesos de

gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementarán la efectividad de la empresa” (6).

2. “Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de MANFER S.R.L. Determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipos, y en general y la baja disponibilidad (68.27%) de los equipos en general lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 319,975.80 soles aproximadamente” (6).
3. “Se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta en la que se determinó inicialmente que el costo total es de S/.73, 700 soles, además un ahorro de S/.198,577.80 en alquiler en los 02 años, teniendo en cuenta el aumento de disponibilidad de los equipos, lo cual nos entrega un Ahorro Total de la propuesta de S/.124,877.80 en el transcurso de los 02 años” (6).

En la tesis de bachillerato denominada *Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria* (7), se presentan las siguientes conclusiones:

1. “La empresa carece de un sistema integral de mantenimiento. El mantenimiento existente está definido entre mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo, pero estos dos son improvisados y no son una gestión. Es importante recalcar que realizar un mantenimiento preventivo y correctivo no significa que la empresa realice una gestión de los mismos” (7).
2. “También se encontró que no basta con la implementación de las distintas gestiones de mantenimiento (preventivo, correctivo y predictivo), si la empresa tiene muchos problemas de abastecimiento de los insumos y repuestos que necesitan para poder realizarlos. Por esto, se desarrolló un programa de abastecimiento de repuestos e insumos, este programa incluye un sistema de reabastecimiento,

compras, almacenamiento y traslado de todo lo que las máquinas necesiten para su respectivo mantenimiento” (7).

3. “Para terminar, las cuatro propuestas en gestión planteadas pueden trabajar de una forma independiente, pero es mucho más eficiente si podemos integrar todo en una sola, la gestión de mantenimiento de la empresa” (7).

En la tesis titulada *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca* (8), se obtuvieron los siguientes resultados:

1. “La disponibilidad de los equipos llegó a 85 %, el cual se encuentra solo debajo a la meta propuesta por Gerencia de 5% de equipos que deben estar disponibilidad para Operación Mina” (8).
2. “El % de Variación de Costo de Mantenimiento ha excedido en 5%, lo que significa que se ha incrementado los costos de mantenimiento en 5% de lo presupuestado para asegurar la disponibilidad de equipos”. (8)
3. “Se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica alineados a las estrategias planteadas de la Gestión de Mantenimiento: desde capacitación al personal, contratar personal de Calidad y para Gestión de Inventarios, así como implementar un módulo de un ERP, junto con un plan de renovación de equipos. Los costos relacionados a estas propuestas equivalen a 22 mil dólares” (8).

En la tesis titulada *Mejora en el proceso de producción de neumáticos en el área de producción de rodantes en la empresa Lima Caucho S.A.* (9), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. “Con el presente trabajo fue posible proponer una mejora en el proceso de producción de neumáticos en el área de producción de rodantes de la empresa Lima Caucho S.A. a través de la aplicación de herramientas de ingeniería como el estudio de tiempos. Se logró ampliar la producción en 128 rollos de rodantes adicionales por turno, generando un incremento de producción de 5% anual, produciendo una reducción en el costo de producción unitario en 31.6% para final del horizonte del proyecto” (9).
2. “Con el incremento de 5% de producción anual se estimó una producción adicional de 126 llantas tipo OTR anuales, lo cual permitirá obtener un 5% del mercado de llantas tipo OTR, que se traduce en \$ 91 636,36 de ventas anuales extra” (9).
3. “Se generó un aumento en el OEE (Eficiencia global de los equipos) de 79.1% en 2018 a 95.2% para el 2020, con un aumento en el factor de disponibilidad de 93.5% a 98.9% y aumento en factor de rendimiento de 91.5% a 96.5%” (9).

El artículo titulado “Optimización de la Gestión del Mantenimiento en una situación de alta demanda” describe un “trabajo realizado para apoyar la Gestión del Mantenimiento de una empresa que busca mejorar la confiabilidad de la operación, disminuir las fallas y los costos totales de mantenimiento de la empresa” (10). Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. “Para lograr los resultados se definieron roles para la organización del departamento, se creó un modelo de administración del mantenimiento (Sistema de Administración del Mantenimiento, SADEM), se implementó un sistema de información. Y, se establecieron medidas concretas para migrar de un mantenimiento reactivo a uno preventivo” (10).
2. Se planteó una “Disminución de los costos de mantenimiento y la reducción de la tasa de fallas de los equipos” (10).
3. Hubo una “Recuperación de la función de los supervisores de mantenimiento: En el estado en que se encontraba la organización, los supervisores ocupaban gran parte de su tiempo resolviendo problemas

triviales (conseguir repuestos, obtener herramientas y gestiones de todo tipo), en lugar de tomar las decisiones sobre la forma de reparar las fallas y verificar la calidad del trabajo. Es decir, los supervisores se encontraban haciendo el trabajo de un ayudante. Con las medidas tomadas, en la práctica, la empresa recuperó la diferencia de sueldo que pagaba a un supervisor con relación a un ayudante de mecánico, por cada supervisor contratado” (10).

4. Asimismo, se originó un “Aumento de la productividad del personal: La productividad del personal de mantenimiento era baja (alrededor de un 40%), según la auditoría realizada un año antes. Con el establecimiento de un Programador de Mantenimiento, "que se adelantaba a cada trabajo" y programaba, turno a turno, la labor de los mantenedores se logró subir esta productividad. Durante los meses observados subió al menos un 10% la productividad del personal, es decir si mantenimiento aprovechaba 9.2 personas de las 23 de que disponía con esta mejora, en ese breve lapso pasó a aprovechar 11.3, es decir el equivalente a 2,3 personas más (1,3 si se descuenta al programador)” (10).
5. Por último, se originó una “Mejora de la información de fallas: El registro sistemático de la información permitió orientar los esfuerzos de mantenimiento hacia las acciones más eficaces” (10).

En la tesis titulada *Gestión del mantenimiento para la mejora de la productividad de la línea de envasado de carne del centro de distribución de Cencosud Retail Perú S.A.C* (11), se obtuvieron los siguientes resultados:

1. “Se concluye que, de la aplicación de la gestión del mantenimiento, en la línea de envasado de carne del almacén de distribución de Cencosud Retail Perú S.A ha sido determinante mejorar la productividad, es decir se ha aumentado un 10% con ello se ha logrado alcanzar el principal objetivo, el cual era mejorar la productividad en base a una buena planificación del mantenimiento para la mejor utilización del equipo y al cumplimiento de nuestra producción” (11).

2. “La aplicación de la gestión del mantenimiento fue favorable para mejorar la eficiencia en la línea de envasado de carne del almacén de distribución de CENCOSUD RETAIL PERU S.A a partir de la reducción de tiempos de parada. Es por ello que se ha logrado 4.5% en la utilización del equipo, es decir, se ha prolongado la operatividad del equipo dentro del tiempo estimado de producción” (11).
3. “La aplicación de la gestión del mantenimiento fue determinante para mejorar la eficacia en la línea de envasado de carne del almacén de distribución de CENCOSUD RETAIL PERU S.A mejorando en un 7% el cumplimiento de la producción lo cual es favorable para la organización, basado en la planificación, programación, ejecución y control de los mantenimientos realizados en el área” (11).

En la tesis titulada *Propuesta de mejora en base a la gestión de mantenimiento y orientada a la disponibilidad de servicios de la flota de vehículos pesados de la empresa de transporte Pereda* (12), se afirma:

1. “De la hipótesis general se concluye, que, de acuerdo con nuestra prueba de hipótesis, la desorganización de los procesos del área de mantenimiento ha generado no solo falta de implementación en los sistemas simplificados de procesos; sino que también y en algunos casos estos procedimientos inadecuados ponen en riesgo el desarrollo de las actividades diarias, y con esto la Disponibilidad del servicio, que genera rentabilidad a la empresa” (12).
2. “Se puede concluir de la hipótesis específica, que nuestra afirmación es correcta, al indicar, las deficiencias en el envío de información (dígase; formularios correctamente llenados y actividades diarias portadas), surgen a raíz de las demoras en las reparaciones. Cabe señalar que una mala comunicación o alerta, puede poner en riesgo la vida de muchas personas” (12).
3. “Si bien es cierto que muchos de los servicios, tienden a demorar por temas operacionales; sin embargo, también se considera que hay demoras por fallas mecánicas en ruta, muchas de ellas en

desconocimiento del conductor, por una inadecuada capacitación; asimismo estas fallas (demoras en ruta) devienen de reparaciones inconclusas, las cuales por la urgencia del servicio tuvieron que salir a ruta viéndose dañadas en el camino” (12).

En la tesis denominada *Mejora de la gestión de mantenimiento, basada en la mantenibilidad y el incremento de la disponibilidad de la flota de tractores oruga bulldozer d475 en la empresa Komatsu Mitsui 2017* (13), observamos las siguientes conclusiones:

1. “La adecuada mantenibilidad de la flota de tractores oruga bulldozer D475 Komatsu Mitsui 2017 mejora la gestión de mantenimiento lo cual se ve reflejado en el MTBF con un 1.95 y el MTTR con un 0.44” (13).
2. “El incremento de la disponibilidad de la flota de tractores oruga bulldozer D475 Komatsu Mitsui 2017 mejora la gestión de mantenimiento lo cual se ve reflejado en un 0.42 %” (13).
3. “La mantenibilidad y el incremento de la disponibilidad de la flota de tractores oruga bulldozer D475 Komatsu Mitsui 2017 mejora la gestión de mantenimiento lo cual se ve reflejado en un 89.35% alcanzado al finalizar el año 2017” (13).

En la tesis titulada *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para reducir el tiempo de paradas de máquina en una empresa fabricante de plásticos en el Perú* (14), obtuvimos las siguientes conclusiones:

1. “En relación al objetivo general, el cual pide “Mejorar la Gestión de Mantenimiento”, según los resultados se analizó que por medio de la metodología TPM y MRP II aumenta el indicador de disponibilidad por averías hasta un 0.91. Esto quiere decir que las máquinas cuentan con menos horas de paradas de máquina. Por consiguiente, las máquinas “están más tiempo produciendo y esto beneficia a la empresa” (14).
2. “El plan de mantenimiento aplicado con el pilar de mantenimiento planificado del TPM logró reducir en un 72% las horas de máquina por fallas constantes de máquina en comparación con los meses antes de la

aplicada la investigación. Implementar los mantenimientos preventivos para la máquina extrusora ha conseguido detectar y solucionar muchos de los problemas que normalmente incurrían en una parada de máquina” (14).

3. “El abastecimiento de repuestos oportuno mediante la planificación del MRP II ha ayudado a reducir las horas de paradas de máquina por entrega de repuestos fuera de tiempo. Tener una lista de repuestos, saber qué cantidad y cuándo pedirla tiene un gran impacto en la gestión del mantenimiento” (14).

De la tesis titulada *Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento utilizando el sistema SAP para los equipos de chancado, molienda, flotación, filtrado y relaves de planta de beneficio de una empresa minero-metalúrgica. Caso empresa Minera Ares* (15), se concluye lo siguiente:

1. “Con la propuesta de mejora se ha proyectado obtener un 97.78% de disponibilidad de planta de beneficio para el año 2018, que es superior a la meta de la compañía de 96%” (15).
2. “Con la propuesta de mejora se ha proyectado obtener un 97.97% de disponibilidad del área de molienda, que implicaría 7.2 días adicionales de producción, que significan una producción adicional teórica de 245,429 onzas de plata, incrementando los ingresos en US\$ 4,164,927” (15).
3. “Con la propuesta de mejora se estima obtener un costo de mantenimiento de 3.75 US\$/ton que es inferior al costo obtenido en los últimos 4 años de producción” (15).

2.2. Bases teóricas

2.1.1 Fundamentos teóricos

2.1.1.1 Gestión de mantenimiento

La Gestión del mantenimiento “Es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos. La Gestión del Mantenimiento es importante porque permite rebajar

costes optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello, es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que la mayor parte de los recursos se utilicen en aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción” (16).

2.1.1.2 Planificación y control de mantenimiento (PCM)

La “PCM trabaja con procesos para llevar a cabo la planificación y el control del mantenimiento. En definitiva, prevé la ejecución del mantenimiento de principio a fin, realizando la gestión estratégica de todos los procesos y recursos. Al final, el objetivo siempre será mejorar el funcionamiento y asegurar el perfecto funcionamiento de los activos” (17).

En la empresa contratista esta planificación y control de mantenimiento está orientada al proceso productivo de reparación OTR para mantener una línea de producción adecuada.

2.1.1.3 Mantenimiento preventivo

El propósito del mantenimiento preventivo es evitar que las máquinas y equipos fallen. Para ello, existen planes y métodos que conducen a la reducción de pérdidas y al aumento de la productividad (17).

2.1.1.4 Proceso productivo

El proceso productivo es el conjunto de actividades relacionadas entre sí para ofrecer un producto o un servicio.

La productividad, por su parte, es la relación entre producción e insumo. En una empresa, esta puede ser afectada por diversos factores externos, así como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos. Entre los ejemplos de factores externos cabe mencionar la disponibilidad

de materias primas y mano de obra calificada, las políticas estatales relativas a la tributación y los aranceles aduaneros, la infraestructura existente, la disponibilidad de capital y otros tipos de interés, y las medidas de ajuste aplicadas a la economía o a ciertos sectores del gobierno (18).

2.1.1.5 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (18).

2.1.1.6 Estudio de métodos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras (18). La herramienta con la que trabajaremos la mejora de gestión de mantenimiento será el estudio de métodos; para ello, seguiremos paso a paso sus etapas:

- a) SELECCIONAR el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.
- b) REGISTRAR por observación directa los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales que sean necesarios.
- c) EXAMINAR, de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
- d) ESTABLECER el método más práctico, económico y eficaz, mediante los aportes de las personas concernidas.
- e) EVALUAR las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método y el actual.

- f) DEFINIR el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir (director, capataces y trabajadores).
- g) IMPLEMENTAR el nuevo método como una práctica habitual y formar a todas las personas que han de utilizarlo.

2.1.1.7 Proceso de reparación OTR en la empresa contratista

❖ INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

“Observar minuciosamente el estado del neumático, para identificar agresiones y daños en todas las partes del neumático” (32).



Figura 1. Inspección de neumático OTR. Fuente: 19

❖ ESCAREADO Y RASPADO

“Retirar el caucho dañado del área comprometida y eliminar restos de separaciones y oxidaciones. Se compara con tablas para definir si es reparación preventiva o correctiva” (32).



Figura 2. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19

❖ CEMENTADO, RELLENADO Y PARCHADO

“Una vez texturizada la goma del cráter se procede a limpiarla; luego se aplica cemento líquido sobre el área preparada tanto externa como interna. Finalmente, se coloca el parche en caso requiera” (32).



Figura 3. Extrusora de goma. Fuente: 19



Figura 4. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19

❖ VULCANIZADO

“Vulcaniza la reparación realizada según las condiciones de presión y temperatura adecuadas. El tiempo de vulcanizado estará en función de la cantidad de goma rellenada en el cráter” (32).



Figura 5. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19

❖ ACABADO SUPERFICIAL

“Nivelado, raspado y redibujado de la superficie reparada luego de la vulcanización” (32).



Figura 6. Escareado de neumático OTR. Fuente: 19



Figura 7. Neumáticos OTR posteriores. Fuente: 19

2.1.1.8 Neumáticos OTR

Los neumáticos con los que se trabaja en el taller de reparación de la empresa contratista, en su totalidad, son neumáticos mineros. Estos requieren de la más alta calidad de reparación. Ello exige profesionales altamente calificados, para mantener la vida útil del neumático; herramientas en estado impecable, para mantener la calidad del material del neumático; e insumos de alta confiabilidad para que, al ser usados en el neumático, trabajen como si este no hubiera sufrido pérdida de material.



Figura 8. Vehículo minero con neumáticos montados OTR marca Michelin. Fuente: 33

Las partes del neumático son el flanco (laterales), la banda de rodamiento (donde se ubica la cocada), el hombro (donde se une el flanco con la banda), el talón, el círculo interno (donde nace el flanco y la carcasa). En este último se fijan los anillos metálicos de seguridad para montar el neumático al vehículo, y finalmente, al interior del neumático donde habrá una superficie uniforme a la que denominaremos butilo; detrás de este último se encuentra la carcasa del neumático en toda su superficie. Además, el neumático posee capas de cable; en este caso, cuenta con dos capas de protección P2 y P1. Luego con 4 capas de trabajo, T4, T3, T2 y T1, siendo esta última la barrera de protección de la carcasa.

Cuando un neumático sufre un daño (perforación de una capa de cable o perforación considerable de goma) se considera un daño preventivo, hasta que se descubra cuán profunda es la perforación. Si se determina que la capa T4, en adelante (T4, T3, T2, T1, carcasa) ha sido dañada, entonces el daño se convierte en un daño correctivo, puesto que se tendrá que modificar por dentro el neumático e instalar un parche que refuerce la superficie interna.

En este estudio, analizaremos los neumáticos de marca Michelin y Bridgestone. Estos tienen una estructura radial, cuyo esqueleto o carcasa funciona o le da firmeza al neumático en forma contraria al sentido de giro de este. Además, en el taller de la empresa contratista, los neumáticos a trabajar son de la medida 53/80 R 63.

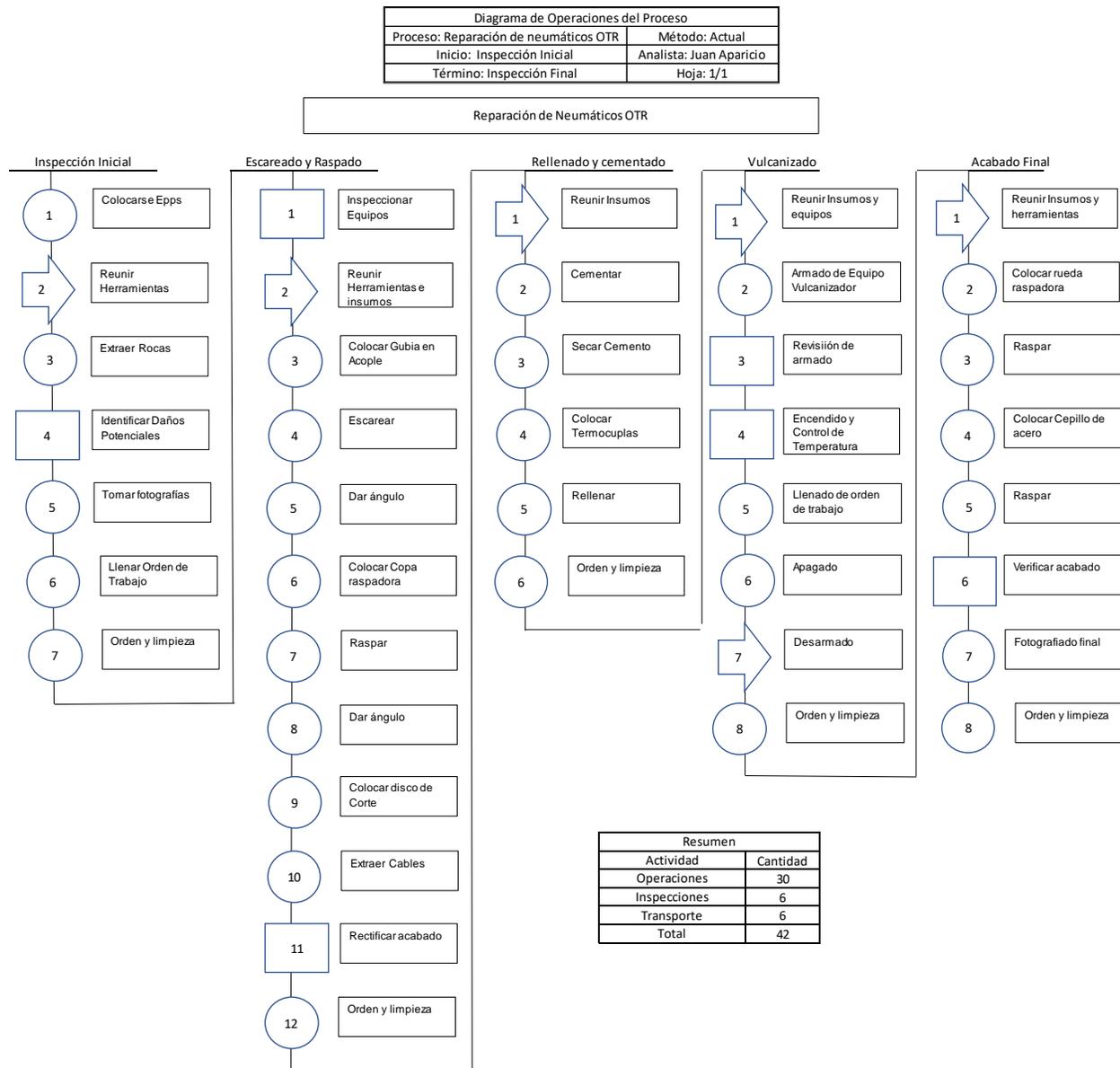
LLANTAS PERMITIDAS PARA LOS NEUMÁTICOS DE OBRAS PÚBLICAS MICHELIN

| Tipo de llanta | Designación | F mm pulgadas | H mm pulgadas | A' mm pulgadas | Dimensiones neumáticos | Junta tórica | |
|---|----------------|---------------------|---------------------|--|---|------------------------|--------------------------|
| Llantas con asientos cónicos (5 piezas)  | 35 - 15.00/3.0 | 381 15.0 | 76 3.0 | 1041 41.0 | 21.00 R 35 | Stras (OR 3-35) | |
| | 35 - 17.00/3.0 | 432 17.0 | 76 3.0 | 1041 41.0 | 21.00 R 35 | | |
| | 35 - 17.00/3.5 | 432 | 76 | 1041 | 24.00 R 35 | | |
| | 35 - 25.00/3.5 | 635 25.0 | 89 3.5 | 1067 42.0 | 29.5 R 35 | | |
| | 35 - 27.00/3.5 | 686 27.0 | 89 3.5 | 1067 42.0 | 33.25 R 35 29.5 R 35 | | |
| | 35 - 29.00/3.5 | 737 29.0 | 89 3.5 | 1067 42.0 | 33.25 R 35 37.25 R 35 | | |
| | 35 - 31.00/4.0 | 787 31.0 | 101.5 4.0 | 1092 43.0 | 37.25 R 35 | | |
| | 39 - 32.00/4.5 | 813 32.0 | 114.5 4.5 | 1220 48.0 | 37.5 R 39 40.5/75 R 39 | | Fuodi (OR 3-39) |
| | 39 - 32.00/4.0 | 813 32.0 | 101.5 4.0 | 1194 47.0 | 40/65 R 39 | | Ref. 1580 (OR 9.8-45) |
| | 45 - 36.00/4.5 | 914 36.0 | 114.5 4.5 | 1372 54.0 | 45/65 R 45 | | |
| | 49 - 17.00/3.5 | 432 17.0 | 89 3.5 | 1423 56.0 | 24.00 R 49 | Heyco (OR 3-49) | |
| | 49 - 19.50/4.0 | 495 19.5 | 101.5 4.0 | 1448 57.0 | 27.00 R 49 | | |
| | 51 - 22.00/4.5 | 559 | 114.5 | 1524 | 30.00 R 51 | Ref. 1479 (OR 4-51) | |
| | 51 - 24.00/5.0 | 22.0 610 24.0 | 4.5 1.7 5.0 | 60.0 1549 61.0 | 33.00 R 51 | | |
| | 51 - 26.00/5.0 | 660 26.0 | 127 5.0 | 1549 61.0 | 36.00 R 51 | | |
| | 57 - 27.00/6.0 | 686 27.0 | 152 6.0 | 1752 69.0 | 37.00 R 57 | Ref. 1481 (OR 4-57) | |
| | 57 - 29.00/6.0 | 736 29.0 | 152 6.0 | 1752 69.0 | 40.00 R 57 37.00 R 57 | | |
| | 57 - 32.00/5.0 | 813 32.0 | 127 5.0 | 1702 67.0 | 40.00 R 57 | | |
| | 57 - 32.00/6.0 | 813 32.0 | 152 6.0 | 1752 69.0 | 40.00 R 57 50/80 R 57 | | |
| | 57 - 32.00/6.5 | 813 32.0 | 165 6.5 | 1778 70.0 | 50/90 R 57 | | |
| 57 - 42.00/5.0 | 1067 42.0 | 127 5.0 | 1702 67.0 | 55/80 R 57 | | | |
| 57 - 44.00/5.0 | 1117 44.0 | 127 5.0 | 1702 67.0 | 55/80 R 57 | | | |
| 57 - 47.00/5.0 | 1194 | 127 | 1702 | 60/80 R 57 | | | |
| 63 - 36.00/5.0 | 660 36.0 | 127 5.0 | 1854 73.0 | 53/80 R 63 | Ref. 2053 (OR 4-63) | | |
| 63 - 38.00/5.0 | 965 38.0 | 127 5.0 | 1854 73.0 | 53/80 R 63 | | | |
| 63 - 41.00/5.0 | 1041 41.0 | 127 5.0 | 1854 73.0 | 55/80 R 63 56/80 R 63 | | | |
| 63 - 44.00/5.0 | 1117 44.0 | 127 5.0 | 1854 73.0 | 59/80 R 63 | | | |

Figura 9. Tabla de medidas de neumáticos OTR Michelin. Fuente: 33

2.1.1.9 Diagrama de operaciones del Proceso

En el siguiente gráfico, se presenta el diagrama de operaciones del proceso (DOP) de reparación de neumáticos OTR de la empresa contratista.



| Resumen | |
|--------------|-----------|
| Actividad | Cantidad |
| Operaciones | 30 |
| Inspecciones | 6 |
| Transporte | 6 |
| Total | 42 |

Figura 10. DOP del proceso de reparación de neumáticos OTR de empresa contratista. Fuente: Elaboración Propia

2.1.1.10 Descripción del proceso

Tabla 4. Descripción del proceso de reparación OTR de empresa contratista. Información interna. Fuente: 33

| PROCESO PRODUCTIVO DE REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS OTR | |
|---|---|
| Actividad | Descripción |
| Inspección Inicial | El neumático es colocado en un equipo OTR. Mientras este se hace girar, el técnico reparador inspecciona los posibles daños internos y externos, y los marca con una tiza especial. Luego de esto, genera la orden de trabajo correspondiente. |
| Escareado y raspado | El técnico reparador empieza a escarear el caucho cercano al daño detectado y marcado. Empieza a crear un hoyo en forma de cráter-cónico de manera que la parte más profunda del cráter muestre la gravedad o severidad del daño. Luego, empieza el raspado del cráter pues la superficie necesita tener acabado y uniformidad. Con respecto a los cables o capas de trabajo del neumático, si es necesario, también son cortados y pulidos según el daño causado. |
| Rellenado, cementado y P parchado | El relleno incluye la extrusión del caucho nuevo dentro del cráter que quedó sin material. Para esto, es necesario cementar con caucho líquido mezclado con aditivos, pegamentos y químicos. El cementado, en pocas palabras, requiere que el cráter tenga una limpieza extrema para ser rociado con cemento de caucho. También requiere dejar secar y extrusar el caucho nuevo a una determinada temperatura y presión de aire y, de a momentos, emparejar el caucho recién extrusado en el cráter. Esta acción se repite hasta rellenar el cráter completamente. Si el tipo de reparación requiere parchado, el técnico trabaja internamente el neumático, para poder adherir un parche según las medidas correspondientes. Luego de esto, podrá también ser vulcanizado. |

| | |
|----------------------|---|
| Vulcanizado | En esta parte del proceso se usan más herramientas. Con ayuda de un equipo Monaflex, que es capaz de administrar un aumento de temperatura gradual gracias al voltaje, se realiza el proceso del vulcanizado. Adicionalmente, se administra un sistema de suministro neumático para que el caucho relleno alcance una determinada temperatura y se convierta en caucho completamente duro y sólido luego de unas horas (todo esto mediante mantas de calor y bolsas de aire diseñadas específicamente para realizar este proceso, soportando altas temperaturas y presiones). Este proceso es altamente controlado por el técnico reparador, quien verifica, constantemente, la presión de aire y temperatura de las mantas y el caucho relleno. El vulcanizado no distingue si lleva parche o no; en ese sentido, las indicaciones para el proceso son las mismas. |
| Acabado final | Cuando el vulcanizado termina, las mantas deben enfriar y, luego de ello, la presión debe reducir. Una vez desarmado el pack de vulcanizado, se observa que el caucho relleno se unifica con el caucho del neumático, lo que cumple con la definición misma del proceso de reparación OTR: extraer material dañado y reemplazarlo por material nuevo. El paso final es el acabado, es decir, dejar el diseño de la cocada como debería de ser, al ras y con el mismo patrón de cocada. |
| Fotografiado | Adicionalmente al proceso de reparación, se hace un seguimiento a través de fotografías: una inicial que justifique por qué se generó el daño, una en la mitad del proceso que justifique el tipo de daño preventivo o correctivo, y una final que demuestre el acabado y finalizado del proceso. |

| | |
|---------------------------|---|
| Llenado de órdenes | A cada proceso, se le acompaña una orden de trabajo que defina quién estuvo a cargo de la reparación, cuánto tiempo duró este proceso, qué equipos intervinieron, y medidas y detalles del vulcanizado. |
|---------------------------|---|

Tabla 5. Descripción de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista.

| HERRAMIENTAS, INSUMOS Y EQUIPOS USADOS EN PROCESO PRODUCTIVO DE REPARACIÓN DE NEUMÁTICOS OTR | |
|---|---|
| Actividad | Descripción |
| Inspección inicial | Destornillador largo (Insumo) Tiza blanca especial (Insumo) Cámara fotográfica (Equipo) Estación OTR (Equipo) Martillo de golpe (Equipo) Cinzel (Insumo) Esmeril (Equipo) |
| Escareado y raspado | Gubia (Insumo) Afilador (Insumo) Motor flexible (Equipo) Copa raspadora de carburo de tungsteno (Insumo) Escobilla de acero (Insumo) Esmeril (Equipo) Punta raspadora de carburo de tungsteno (Insumo) Disco de desbaste (Insumo) Disco de corte (Insumo) Esmeril de mano (Equipo) Turbina neumática (Equipo) Escobilla fina (Insumo) Centímetro (Equipo) Piedra esmeril seta (Insumo) |

| | |
|--|---|
| Rellenado, cementado y parchado | Goma Rutox C (Insumo) Cemento líquido (Insumo) Extrusora (Equipo) Rodillo (Equipo) Termocuplas (Insumo) Parche (Insumo) |
| Vulcanizado | Equipo Monaflex (Equipo) Mantas térmicas (Equipo) Bolsas de aire de alta presión (Equipo) Jebes protectores (Equipo) Termómetro digital (Equipo) Tubos PVC (Insumo) Eslingas (Equipo) |
| Acabado final | Motor flexible (Equipo) Rueda raspadora (Insumo) Cepillo giratorio (Insumo) |
| Fotografiado | Cámara fotográfica (Equipo) |
| Llenado de órdenes | Hojas (Insumo) Lapicero (Insumo) Tablillas (Insumo) |

Fuente: (20)

Tabla 6. Descripción de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista.

| HERRAMIENTAS Y EQUIPOS QUE RECIBEN MANTENIMIENTO PERIÓDICAMENTE | |
|--|---|
| Actividad | Descripción |
| Escareado y Raspado | Motor Flexible Esmeril Disco de corte Turbina eléctrica Turbina neumática |

| | |
|--|--|
| Rellenado, cementado y parchado | Extrusora (Equipo) |
| Vulcanizado | Mantas térmicas (Equipo) Bolsas de aire de alta presión (Equipo) Termómetro digital (Equipo) |
| Acabado final | Motor flexible (Equipo) |

Fuente: Base de datos de la investigación

Tabla 7. Cantidad de herramientas y equipos usados en el proceso de reparación OTR de empresa contratista.

| CANTIDAD DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS | | |
|---|-----------------|--|
| Actividad | Cantidad | Descripción |
| Motor flexible | 7 | MO-01, MO-02, MO-03, MO-04, MO-05, MO-06, MO-07. |
| Esmeril | 1 | ES-01 |
| Turbina eléctrica | 4 | TE-01, TE-02, TE-03, TE-04. |
| Turbina neumática | 4 | TN-01, TN-02, TN-03, TN-04. |
| Mantas térmicas | 20 | M-01, M-02, M-03... M-20. |
| Bolsas de aire | 20 | BO-01, BO-02, BO-03... BO-20. |
| Termómetro | 2 | T-01, T02. |
| Estación OTR | 6 | OTR1, OTR2, OTR3, OTR4, OTR5, OTR6. |
| Total | | 64 |

Fuente: Base de datos de la investigación

2.1.2 Definición de términos básicos

Mantenimiento: Conservar un artefacto en buen estado para evitar su deterioro (21).

Gestión: Conjunto de acciones que se realizan para dirigir u ordenar una empresa, plan, proyecto, etc. (22).

Estudio de métodos: Análisis de la manera de realizar actividades para efectuar mejoras (23).

Proceso productivo: Procedimientos o tareas que realiza una empresa para ofrecer bienes o servicios (24).

Productividad: Capacidad de producir un bien o servicio (25).

Reparación OTR: Proceso de reparación de neumáticos gigantes en el que se extrae caucho de un neumático dañado en forma de retazos o aserrín y se reemplaza por caucho nuevo (26).

Neumático OTR: Pieza de desplazamiento compuesta de caucho, acero, carbón, azufre, óxido de zinc, cadmio, sílice entre otros.

Costo-Beneficio: Relación entre el costo de una unidad producida, ya sea de un servicio o bien, y el beneficio o ganancia obtenidos por dicha unidad (27).

Motor Flexible: Es el motor y eje flexible.

Gubia: Se utiliza para la eliminación de la goma de manera efectiva y rápida (20).

Extrusora: Procesa la goma cruda y la comprime a temperatura para que se amolde (20).

Turbina neumática: Tipo de amoladora para trabajar superficies (20).

Eslingas: Correas de trabajo capaces de soportar elevadas cargas o presiones (20).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1 Método científico

Gracias al método científico, se podrá analizar, observar, identificar el problema y proponer hipótesis, además de proponer métodos que ayuden a realizar mediciones en la investigación. Todo esto permitirá obtener resultados certeros en este estudio denominado “Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en taller de empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR” (29).

3.1.2 Estudio de métodos

La propuesta para analizar este proyecto es el estudio de métodos, a fin de mejorar el proceso del mantenimiento preventivo y, consecuentemente, la reparación de neumáticos OTR. Todo esto involucrará diseño, formulación y selección de los mejores procesos y métodos que perfeccionen el trabajo de la empresa (18).

3.1.3 Alcance de la investigación

3.1.3.1 Tipo de investigación

El estudio denominado “Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en taller de empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR” es una investigación aplicada que indaga métodos y estrategias para contrarrestar el problema planteado. Para ello, se revisará la teoría pertinente para convertirla en conocimiento aplicable o práctico, en este caso, a través de la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento preventivo de la empresa contratista (28).

3.1.3.2 Nivel de investigación

La presente investigación es de un nivel explicativo. En ese sentido, busca explicar el comportamiento de la variable dependiente, en este caso, el proceso productivo en el Taller de Empresa Contratista Dedicado a la Reparación de Neumáticos OTR, en base a la variable

independiente, que es el plan de mantenimiento preventivo. Una vez estudiada la relación entre ambas, se explicará cómo es que una mejora en el proceso productivo tendría un beneficio causa-efecto en el mismo proceso (30).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es descriptivo y cuantitativo. Para ello, se busca obtener, recopilar y analizar toda la información necesaria del proceso a estudiar. Después de ello, se busca elaborar una propuesta de toma de decisiones basada en conclusiones estadísticas de la información procesada (31).

3.3. Método de redacción

La presente investigación es de tipo académico, puesto que una tesis tiene un alto grado de exigencia basada en la indagación de fuentes y bibliografía especializada (32).

3.4. Población y muestra

3.4.1 Población

Tabla 8. Cartera de clientes con respectivos talleres

| Clientes | Talleres |
|--------------------|-----------------------|
| Shougang | Sin taller |
| Barrick | Sin taller |
| Antamina | Taller <i>in situ</i> |
| Chinalco | Taller <i>in situ</i> |
| Cuajone | Taller <i>in situ</i> |
| Toquepala | Taller <i>in situ</i> |
| Las Bambas | Taller <i>in situ</i> |
| Cerro Verde | Sin taller |
| Constancia | Sin taller |
| Antapacay | Sin taller |

| | |
|-----------------|-------------------|
| Arequipa | Taller planta |
| Lima | Taller planta |
| Total | 7 talleres |

Fuente: Información interna proporcionada por empresa contratista

A nivel nacional, la empresa contratista cuenta con aproximadamente 7 talleres, de los cuales 5 son *in situ*. Esto quiere decir que los talleres están instalados en la misma mina donde se extrae y procesa el mineral.

Un taller *in situ* o taller planta en ciudad tiene sus propios equipos, herramientas y personal enviado por la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR.

En esete contexto, nuestra población son los talleres donde se efectúa el proceso de reparación de neumáticos OTR, principal servicio de la empresa contratista.

3.4.2 Muestra

Para este estudio, nuestra muestra seleccionada será el Taller Arequipa donde tendremos acceso al proceso de reparación de neumáticos OTR. Los siguientes datos corresponden a este taller.

Tabla 9. Cantidad de reparadores en Taller Arequipa.

| Clientes | Personal en Taller |
|------------------|---------------------------|
| Arequipa | Planta |
| Cuajone | |
| Toquepala | 12 reparadores |

Fuente: Información interna proporcionada por empresa contratista

3.4.2.1 Muestreo intencional o de conveniencia

Para la investigación propuesta, se obtendrá un muestreo del Taller Arequipa donde laboran 12 reparadores. La información y la data provendrán del proceso productivo y la labor de los trabajadores. Al trabajar dentro de la empresa y estar involucrados directamente en el proceso productivo, seleccionaremos la muestra intencionalmente. De esta manera, participarán en el estudio activa y abiertamente.

Para esto, nos enfocaremos en la cantidad de neumáticos que reparan nuestros colaboradores de turno día y noche, la cantidad de herramientas que usan y cuánto tiempo las usan. De esta manera, observando el horario de trabajo de la empresa contratista, estudiaremos una muestra de 12 trabajadores divididos en 9 que trabajan en el turno día y 3 que rotan en turno noche, semanalmente. Así lograrán proporcionar la cantidad de data suficiente para la realización de este estudio (33).

Tabla 10. Rotación de personal en Taller Arequipa (turno día)

| ROTACIÓN DE PERSONAL | |
|-----------------------------|---|
| SEMANA | TURNO NOCHE - 3 Trabajadores |
| SEMANA 1 | GRUPO A NOCHE |
| SEMANA 2 | GRUPO B NOCHE |
| SEMANA 3 | GRUPO C NOCHE |
| SEMANA 4 | GRUPO D NOCHE |
| TOTAL | 12 trabajadores |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11. Rotación de personal en Taller Arequipa (turno Noche)

| ROTACIÓN DE PERSONAL | |
|----------------------|-------------------------------|
| SEMANA | TURNO DÍA - 9 Trabajadores |
| SEMANA 1 | GRUPO B, C, D |
| SEMANA 2 | GRUPO A, C, D |
| SEMANA 3 | GRUPO A, B, D |
| SEMANA 4 | GRUPO A, B, C |

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.3 Organigrama de jerarquías de la empresa contratista en el Taller de Arequipa

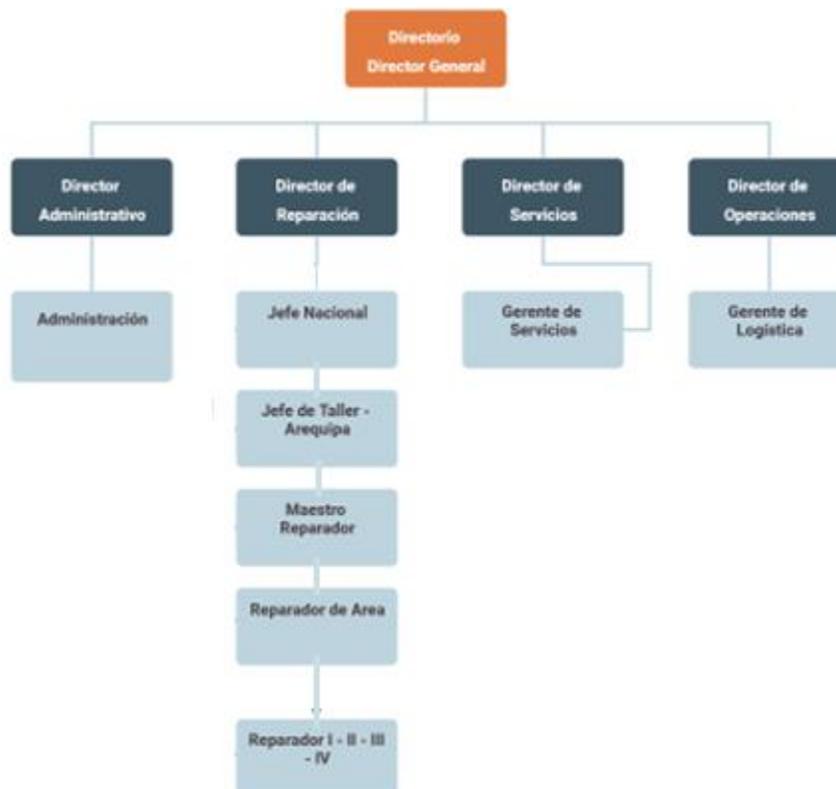


Figura 11. Organigrama de empresa Contratista. Fuente: Empresa contratista

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Selección de técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Tabla 12. Selección de técnicas e instrumentos para la recolección de datos

| Técnica | Instrumento | Aplicación |
|-----------------------|--|--|
| Método de observación | Ficha de observación, diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Diagrama de Flujo | Para realizar esta investigación, se emplearán fichas de observación dentro del estudio de métodos. También, se utilizarán herramientas que nos ayuden a obtener conclusiones precisas en cada etapa y en el proceso productivo completo. |
| | Entrevista a profundidad | Para la siguiente investigación, entrevistaremos al jefe del taller para que nos muestre el proceso de reparación en general y cómo se manejan los tiempos para recepción, reparación y envío de neumáticos OTR. |
| Cuestionarios | Cuestionario de encuesta | Será aplicado a la totalidad de trabajadores de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR. |
| Entrevistas | Entrevista a profundidad | Entrevista al trabajador para conocer las causas y efectos de ciertos aspectos de la gestión de mantenimiento preventivo de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR |

Fuente: Base de datos de la investigación

3.5.2 Técnicas de análisis de datos

Para la investigación denominada “Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en taller de empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR”, se utilizarán los siguientes recursos:

- Tablas y gráficos cuantitativos
- Microsoft Excel
- Diagramas de Flujo, pareto, Ishikawa, entre otros, etc.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados y análisis de la información

4.1.1 Selección de procesos a analizar por mayor demanda de tiempo en el proceso de reparación de neumáticos OTR por Análisis Pareto

Análisis Pareto realizado en cada estación de trabajo (OTR) separado por turno día y turno noche

Tabla 13. Hoja de datos 1 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 1 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 1 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 48 | 27.0 | 27.0 |
| | Raspado | 36 | 20.2 | 47.2 |
| | Acabado final | 30 | 16.9 | 64.0 |
| | Cortado de Cables | 25 | 14.0 | 78.1 |
| | Acabado | 24 | 13.5 | 91.6 |
| | Inspección Inicial | 15 | 8.4 | 100.0 |
| | Total | 178 | 100.0 | |

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 1.

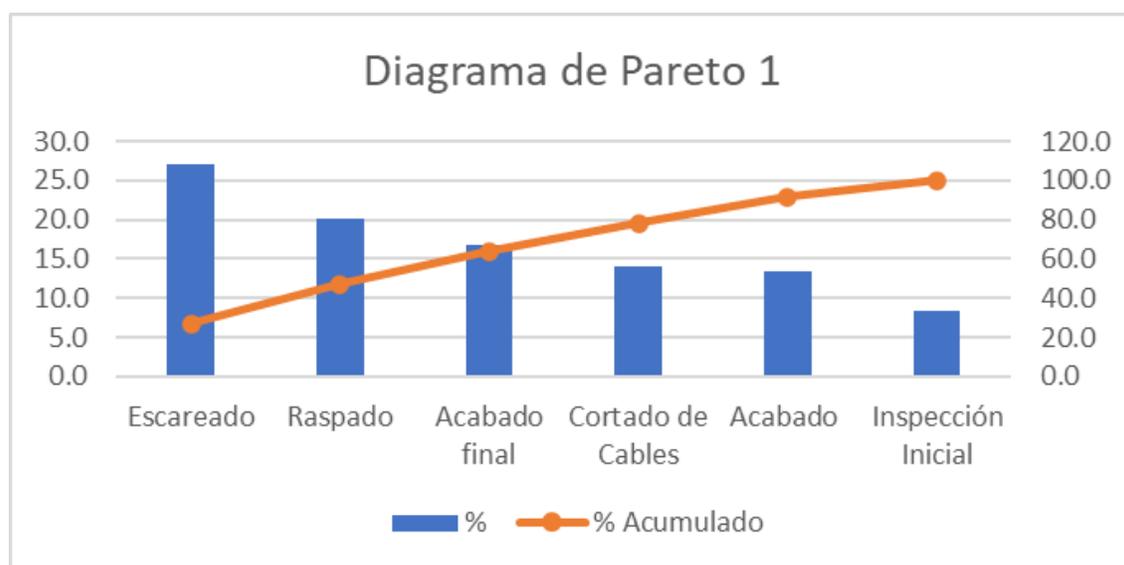


Figura 12. Diagrama de Pareto 1
Fuente: Elaboración propia.

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en realizarse son el escareado, raspado, cortado de cables y acabado final. Estos procesos juntos alcanzan un 80% del tiempo del proceso total, omitiendo los procesos de vulcanizado y relleno.

Tabla 14. Hoja de datos 2 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 2 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 2 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 58 | 29.0 | 29.0 |
| | Raspado | 39 | 19.5 | 48.5 |
| | Cortado de Cables | 35 | 17.5 | 66.0 |
| | Acabado final | 30 | 15.0 | 81.0 |
| | Acabado | 20 | 10.0 | 91.0 |
| | Inspección Inicial | 18 | 9.0 | 100.0 |
| | Total | 200 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 2.

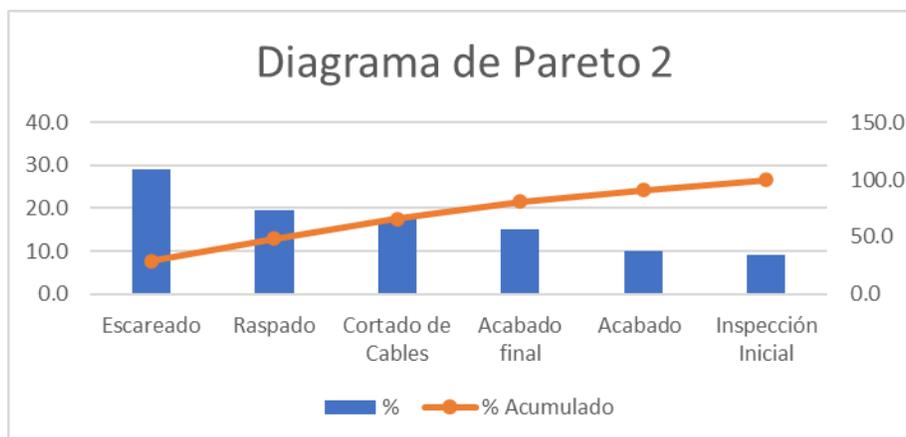


Figura 13. Diagrama de Pareto 2. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en realizarse son el escareado, raspado, cortado de cables y

acabado final. Estos procesos juntos alcanzan un 80% del tiempo del proceso total, omitiendo los procesos de vulcanizado y relleno.

Tabla 15. Hoja de datos 3 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 3 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 3 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 89 | 34.5 | 34.5 |
| | Acabado final | 50 | 19.4 | 53.9 |
| | Raspado | 42 | 16.3 | 70.2 |
| | Cortado de Cables | 38 | 14.7 | 84.9 |
| | Acabado | 27 | 10.5 | 95.3 |
| | Inspección Inicial | 12 | 4.7 | 100.0 |
| | Total | 258 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 3.

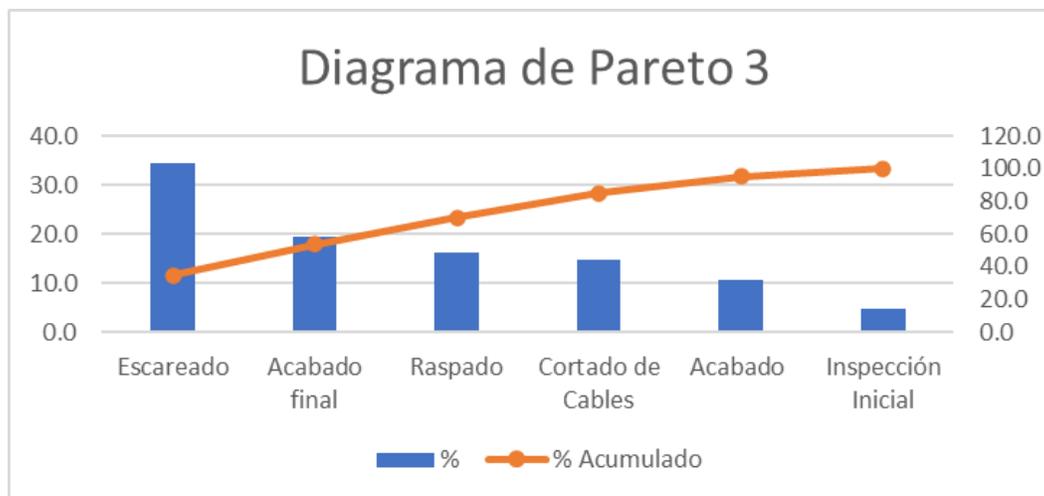


Figura 14. Diagrama de Pareto 3. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que más toman tiempo en realizarse son el escareado, raspado, cortado de cables y acabado final. Juntos estos procesos alcanzan un 80% del tiempo del proceso total, omitiendo los procesos de vulcanizado y relleno.

Tabla 16. Hoja de datos 4 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 4 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 4 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 66 | 25.3 | 25.3 |
| | Raspado | 57 | 21.8 | 47.1 |
| | Cortado de Cables | 46 | 17.6 | 64.8 |
| | Acabado | 43 | 16.5 | 81.2 |
| | Acabado final | 30 | 11.5 | 92.7 |
| | Inspección Inicial | 19 | 7.3 | 100.0 |
| | Total | 261 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 4.

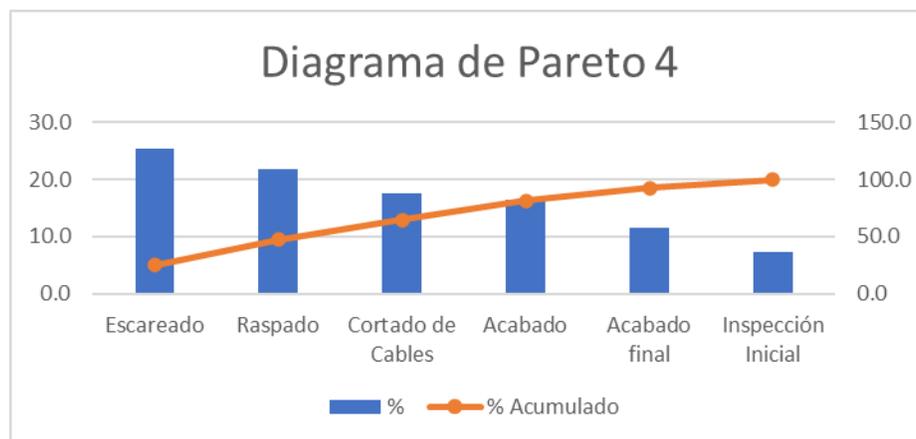


Figura 15. Diagrama de Pareto 4. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que más toman tiempo en realizarse son el escareado, raspado, cortado de cables y acabado final. Juntos estos procesos alcanzan un 80% del tiempo del proceso total, omitiendo los procesos de vulcanizado y rellenado.

Tabla 17. Hoja de datos 5 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 5 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 5 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 80 | 27.1 | 27.1 |
| | Acabado final | 60 | 20.3 | 47.5 |
| | Cortado de Cables | 46 | 15.6 | 63.1 |
| | Acabado | 45 | 15.3 | 78.3 |
| | Inspección Inicial | 34 | 11.5 | 89.8 |
| | Raspado | 30 | 10.2 | 100.0 |
| | Total | 295 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 5.

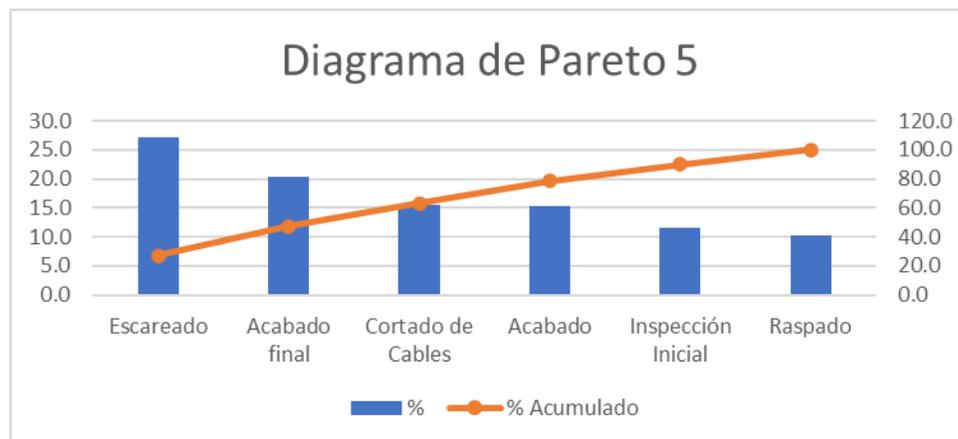


Figura 16. Diagrama de Pareto 5. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en realizarse son el escareado, raspado, cortado de cables y acabado final. Juntos estos procesos alcanzan un 80% del tiempo del proceso total, omitiendo los procesos de vulcanizado y rellenado.

Tabla 18. Hoja de datos 6 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 6 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 6 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Raspado | 66 | 26.0 | 26.0 |
| | Escareado | 58 | 22.8 | 48.8 |
| | Acabado | 40 | 15.7 | 64.6 |
| | Cortado de Cables | 38 | 15.0 | 79.5 |
| | Acabado final | 30 | 11.8 | 91.3 |
| | Inspección Inicial | 22 | 8.7 | 100.0 |
| | Total | 254 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 5.

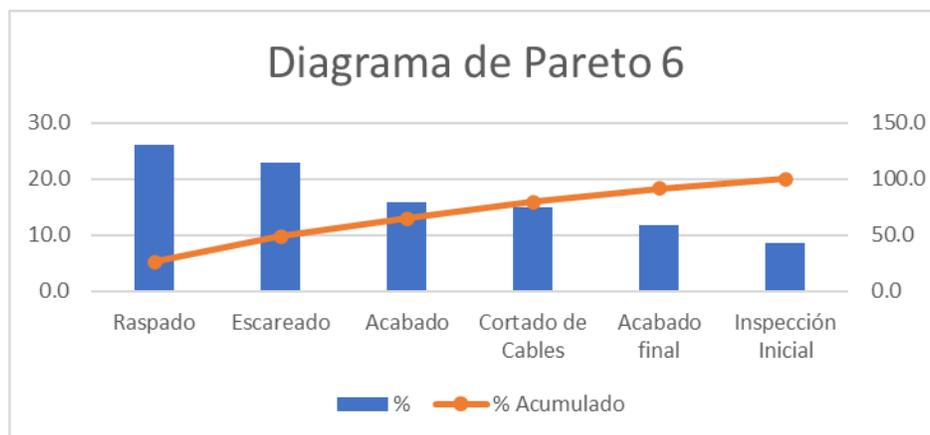


Figura 17. Diagrama de Pareto 6. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en el turno noche son el de vulcanizado y rellenado; sin embargo, esto se debe al tiempo de cocción predeterminado por el fabricante de gomas y el proceso de vulcanizado propiamente dicho.

Tabla 19. Hoja de datos 7 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 7 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 1 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Vulcanizado | 480 | 56.8 | 56.8 |
| | Rellenado | 240 | 28.4 | 85.2 |
| | Cementado | 65 | 7.7 | 92.9 |
| | Armado | 30 | 3.6 | 96.4 |
| | Acabado final | 30 | 3.6 | 100.0 |
| | Total | 845 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 1. En el turno noche también se observa que el tiempo de vulcanizado y rellenado es exacto.

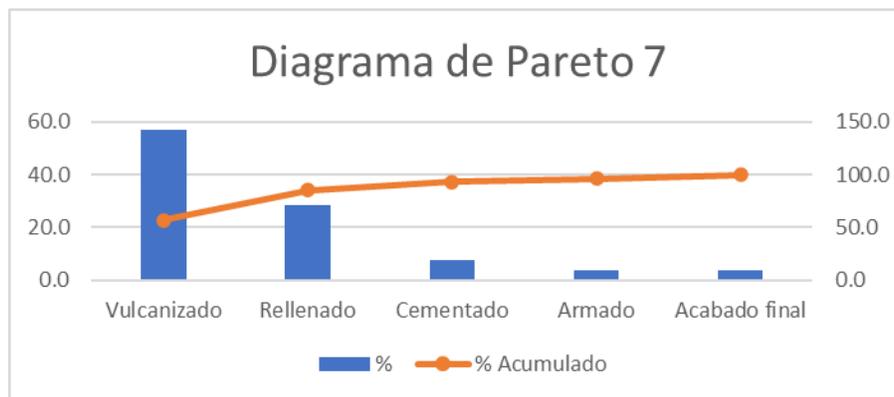


Figura 18. Diagrama de Pareto 7. Fuente: Elaboración propia

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en el turno noche son el de vulcanizado y rellenado; sin embargo, esto se debe al tiempo de cocción predeterminado por el fabricante de gomas y el proceso de vulcanizado propiamente dicho.

Tabla 20. Hoja de datos 8 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 8 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 2 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Vulcanizado | 480 | 61.1 | 61.1 |
| | Rellenado | 180 | 22.9 | 84.1 |
| | Cementado | 65 | 8.3 | 92.4 |
| | Armado | 30 | 3.8 | 96.2 |
| | Acabado final | 30 | 3.8 | 100.0 |
| | Total | 785 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. Medición de tiempo realizada en la estación de trabajo OTR 2. En el turno de la noche, también se observa que el tiempo de vulcanizado y rellenado es exacto.

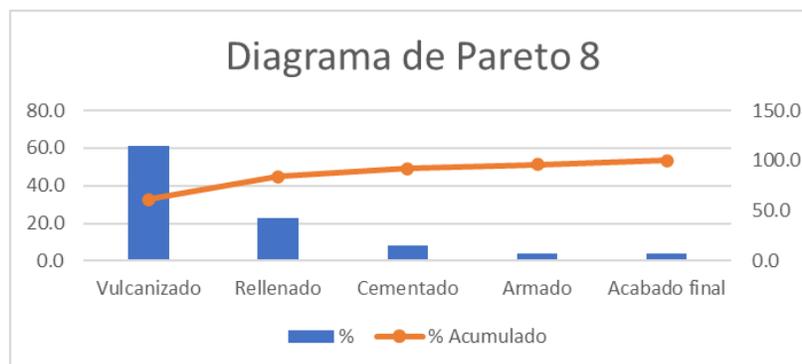


Figura 19. Diagrama de Pareto 8. Fuente: Elaboración propia.

Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto que los procesos que toman más tiempo en el turno noche son el de vulcanizado y rellenado; sin embargo, esto se debe al tiempo de cocción predeterminado por el fabricante de gomas y el proceso de vulcanizado propiamente dicho.

Tabla 21. Hoja de datos 9 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 9 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 3 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Vulcanizado | 480 | 61.1 | 61.1 |
| | Rellenado | 180 | 22.9 | 84.1 |
| | Cementado | 65 | 8.3 | 92.4 |
| | Armado | 30 | 3.8 | 96.2 |
| | Acabado final | 30 | 3.8 | 100.0 |
| | Total | 785 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. La medición de tiempo fue realizada en la estación de trabajo OTR 3. En el turno noche, también se observa que el tiempo de vulcanizado y rellenado es exacto.

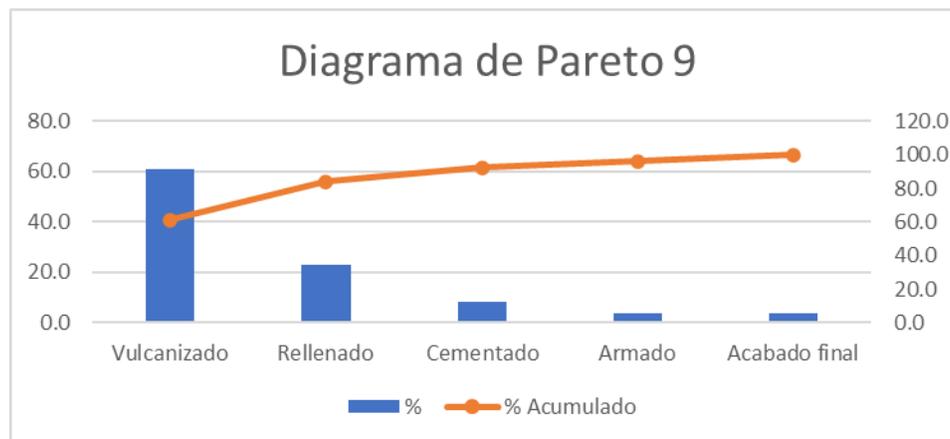


Figura 20. Diagrama de Pareto 9. Fuente: Elaboración propia

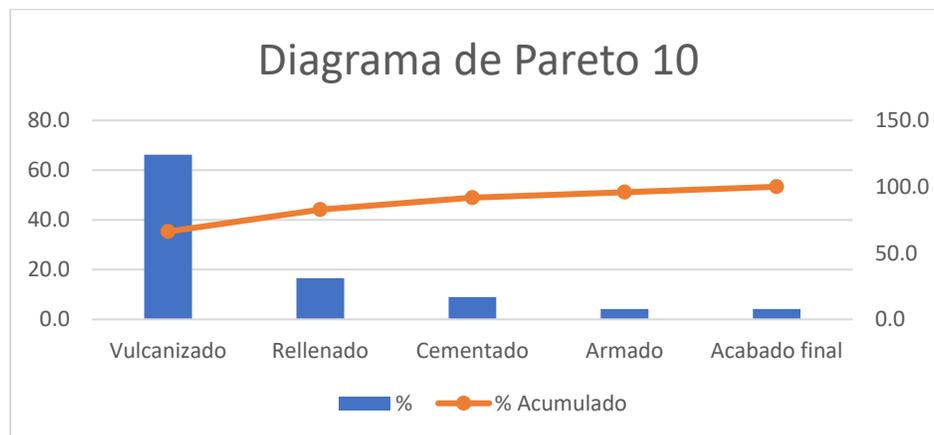
Se observa a partir de la regla 80% / 20% del análisis Pareto, que los procesos que toman más tiempo en el turno de la noche son el vulcanizado y rellenado; sin embargo, esto se debe al tiempo de cocción predeterminado por el fabricante de gomas y el proceso de vulcanizado propiamente dicho.

Tabla 22. Hoja de datos 10 para el diagrama de Pareto

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 10 | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 4 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Vulcanizado | 480 | 66.2 | 66.2 |
| | Rellenado | 120 | 16.6 | 82.8 |
| | Cementado | 65 | 9.0 | 91.7 |
| | Armado | 30 | 4.1 | 95.9 |
| | Acabado final | 30 | 4.1 | 100.0 |
| | Total | 725 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Hoja de datos para el diagrama de Pareto aplicando el orden descendente de procesos que acumulan más tiempo al realizarlos. La medición de tiempo fue realizada en la estación de trabajo OTR 4. En el turno de la noche, también se observa que el tiempo de vulcanizado y rellenado es exacto.



4.1.1.1 Análisis y generalidades:

El proceso de rellenado representa más tiempo frente a los demás, puesto que, por aspecto técnico, la extrusión a temperatura del caucho para luego ser vulcanizado y formar una sola pieza con el neumático OTR es complejo. Solo de esta manera la goma extrusada tendrá un vulcanizado satisfactorio. Por lo tanto, este proceso no puede ser apurado; de lo contrario, no será tomado en cuenta como un proceso a mejorar.

De la misma manera el vulcanizado, es un proceso de un considerable tiempo de espera respecto a los tiempos de escareado, raspado, acabado, entre otros. El vulcanizado demora el tiempo que la goma rellenada sea cocida; este tiempo normalmente es 8 horas en banda de rodamiento.

Tabla 23. Hoja de datos 11 para el diagrama de Pareto. Promedio de tiempos

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 11 | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|------|-------------|
| PROMEDIO | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| | Escareado | 67 | 28.4 | 28.4 |
| | Raspado | 45 | 19.2 | 47.7 |
| | Cortado de Cables | 38 | 16.3 | 63.9 |
| | Acabado | 33 | 14.2 | 78.1 |
| | Acabado Final | 31 | 13.3 | 91.4 |
| | Inspección Inicial | 20 | 8.6 | 100.0 |
| | Total | 234 | 100 | |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Por lo tanto, vamos a evaluar dentro de los 6 procesos restantes, cuáles demandan más tiempo y por qué se toma dicho tiempo.

Tabla 24. Análisis Pareto. Presentación de procesos por orden descendente

| Análisis de Pareto parte 2: presentación de procesos por orden descendente respecto a la duración de tiempo de los procesos | |
|--|---------------------|
| Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido |
| Escareado | 60.9 min (27.9%) |
| Raspado | 38 min (17.4%) |
| Cortado de Cables | 36.3 min (16.6%) |
| Acabado final | 35 min (16.06) |
| Acabado | 30.5 min (14%) |
| Inspección Inicial | 17.1 min (7.8%) |
| Total | 217.8 min (100%) |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Los procesos que demandan más tiempo son el escareado, raspado, cortado de cables y acabado; juntos representan alrededor del 80% del tiempo del proceso para reparar un neumático sin contar el rellenado y vulcanizado; en ese sentido, examinaremos exhaustivamente, con el estudio de métodos, qué se puede mejorar y por qué se toman estos tiempos. Finalmente, registraremos todo el proceso de estos tres sub procesos.

4.1.2 Registro de hechos existentes en el proceso de escareado, raspado y cortado de cables en reparación de neumáticos OTR con Diagramas de actividades múltiples

Según la OIT, el diagrama de actividades múltiples es un esquema donde se registran las actividades del proceso u operación de estudio, y se analizan a partir de una escala de tiempo. Es muy beneficioso para organizar el equipo de trabajo o trabajos de mantenimiento cuando no se puede detener una maquinaria costosa.

Las actividades de operarios, máquinas o equipos quedan registradas dependiendo de su tiempo activo o inactivo (segundos o minutos). Según

duren los procesos, se utiliza un reloj o cronómetro, ya que, sin una precisión rigurosa, el diagrama no será de utilidad. Esta etapa de la investigación nos permitirá analizar a profundidad el proceso seleccionado luego de conocer los momentos críticos del proceso gracias al análisis de Pareto realizado anteriormente.

Para esta investigación, se hizo uso del diagrama de actividades múltiples tipo hombre-máquina donde se toma en cuenta el tiempo activo del hombre, el tiempo activo de la máquina y el tiempo inactivo de ambos. Con esto podremos empezar a establecer las primeras conclusiones acerca de cómo tener un plan de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades reales de mantenimiento de los equipos puede mejorar la productividad en el proceso de reparación de neumáticos OTR.

Tabla 25. Diagrama de actividades múltiples 1 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|---|-------------------|--|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 1 - Hoja 1 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie BOLL45119 | | | | Hombre | 164 | |
| Proceso: | | | | Máquina | 164 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | | Hombre | 154 | 84.8 |
| Motor Flexible MO - 001 | | | | Máquina | 139 | |
| Turbina Neumática TN - 001 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 1 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | 10 | 93.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | 25 | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo |
| | | | | | | min |
| 0 | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | 2 |
| 4 | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | | Inactivo | 4 |
| 6 | | | | | | 6 |
| 8 | Tomar Fotografía Inicial | | | | | 8 |
| 10 | Ponerse Protector Facial | | | | | 10 |
| 12 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 12 |
| 14 | | | | | | 14 |
| 16 | Pausa para dejar enfriar el mango del acople, calento porque no estaba | | | | Para por avería | 16 |
| 18 | | | | | | 18 |
| 20 | | | | | | 20 |
| 22 | | | | | | 22 |
| 24 | | | | | | 24 |
| 26 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 26 |
| 28 | | | | | | 28 |
| 30 | | | | | | 30 |
| 32 | | | | | | 32 |
| 34 | | | | | | 34 |
| 36 | Pausa para dejar enfriar el mango del acople, calento porque no estaba | | | | Para por avería | 36 |
| 38 | | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | 40 |
| 42 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 42 |
| 44 | | | | | | 44 |
| 46 | | | | | | 46 |
| 48 | Limpieza de Area | | | | Inactivo | 48 |
| 50 | | | | | | 50 |
| 52 | Cambio de Motor flexible MO 007, porque el mango del actual esta muy caliente | | | | Cambio de accesorio por avería | 52 |
| 54 | | | | | | 54 |
| 56 | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | | Inactivo | 56 |
| 58 | | | | | | 58 |
| 60 | | | | | | 60 |
| 62 | | | | | | 62 |
| 64 | | | | | | 64 |
| 66 | Raspado de Pared cónico del crater | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | 68 |
| 70 | | | | | | 70 |
| 72 | | | | | | 72 |
| 74 | | | | | | 74 |
| 76 | | | | | Trabajando | 76 |
| 78 | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | 80 |
| 82 | Comprobación de conicidad | | | | | 82 |
| 84 | Rectificación de conicidad | | | | | 84 |
| 86 | | | | | | 86 |
| 88 | | | | | | 88 |
| 90 | | | | | | 90 |
| 92 | | | | | | 92 |
| 94 | Colocar disco de corte en Acople | | | | Inactivo | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Diagrama de actividades múltiples 1 – Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|---|-------------------|-----|--------------------------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 1 - Hoja 2 de 2 | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B0LL45119 | | | Hombre | 164 | | |
| Proceso: | | | Máquina | | 164 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | | Máquina |
| Equipos: | | | Hombre | | 154 | 84.8 |
| Motor Flexible MO - 001 | | | Máquina | | 139 | |
| Turbina Neumática TN - 001 | | | Tiempo Inactivo | | | Hombre |
| Operario OTR 1 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | | 10 | 93.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | | 25 | |
| tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min |
| 94 | | | | | | 94 |
| 96 | | Proceder al corte de cables con disco de corte | | | Trabajando | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | |
| 102 | | Interrumpir el proceso para buscar otro acople de motor flexible porque el actual no posee sujeción al eje flexible | | | Cambio de accesorio por avería | 102 |
| 104 | | | | | | 104 |
| 106 | | Esperar a que se libere un motor flexible | | | Inactivo | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | | | | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | Proceder al corte de cables con disco de corte | | | Trabajando | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | | | | | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | Intalación de Escobilla fina al acople del motor flexible | | | Inactivo | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | | | | | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | | | | | 138 |
| 140 | | | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | Acabado | | | Trabajando | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | Orden y Limpieza | | | Inactivo | 162 |
| 164 | | | | | | 164 |

Fuente: Elaboración propia

Con el seguimiento realizado gracias al DAM, en el primer análisis realizado, se observa una utilización casi perfecta tanto del operario como de la máquina. A pesar de acumular paras por averías de 10 minutos, el proceso tiene un tiempo aceptable en relación al análisis Pareto.

Tabla 27. Diagrama de actividades múltiples 2 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | | |
|---|-----|--|--|-------------------|-----|-----------------------|-----|
| Diagrama Nro. 2 - Hoja 1 de 2 | | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | |
| Nro. de Serie B11615189 | | | | Hombre | 180 | | |
| Proceso: | | | | Máquina | 180 | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina | |
| Equipos: | | | | Hombre | 178 | 90.0 | |
| Motor Flexible MO - 002 | | | | Máquina | 162 | | |
| Turbina Neumática TN - 002 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | |
| Operario OTR 2 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | 2 | 98.9 | |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | 18 | | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo | min |
| 0 | | Realizar Iperc e Inspección de motor flexible | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | | 2 |
| 4 | | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | | Inactivo | 4 |
| 6 | | | | | | | 6 |
| 8 | | Tomar Fotografía Inicial | | | | | 8 |
| 10 | | Ponerse Protector Facial | | | | | 10 |
| 12 | | | | | | | 12 |
| 14 | | | | | | | 14 |
| 16 | | | | | | | 16 |
| 18 | | | | | | | 18 |
| 20 | | | | | | | 20 |
| 22 | | Escareado de retazos de goma | | | | Trabajando | 22 |
| 24 | | | | | | | 24 |
| 26 | | | | | | | 26 |
| 28 | | | | | | | 28 |
| 30 | | | | | | | 30 |
| 32 | | | | | | | 32 |
| 34 | | | | | | | 34 |
| 36 | | | | | | | 36 |
| 38 | | Pausa Activa | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | | 40 |
| 42 | | | | | | | 42 |
| 44 | | Escareado de retazos de goma | | | | Trabajando | 44 |
| 46 | | | | | | | 46 |
| 48 | | | | | | | 48 |
| 50 | | | | | | | 50 |
| 52 | | Limpieza de Area | | | | | 52 |
| 54 | | | | | | | 54 |
| 56 | | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | | Inactivo | 56 |
| 58 | | | | | | | 58 |
| 60 | | | | | | | 60 |
| 62 | | | | | | | 62 |
| 64 | | | | | | | 64 |
| 66 | | | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | | 68 |
| 70 | | Raspado de Pared cónico del crater | | | | Trabajando | 70 |
| 72 | | | | | | | 72 |
| 74 | | | | | | | 74 |
| 76 | | | | | | | 76 |
| 78 | | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | | 80 |
| 82 | | | | | | | 82 |
| 84 | | | | | | | 84 |
| 86 | | | | | | | 86 |
| 88 | | Comprobación de conicidad | | | | Trabajando | 88 |
| 90 | | Rectfificación de conicidad | | | | | 90 |
| 92 | | | | | | | 92 |
| 94 | | | | | | | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Diagrama de actividades múltiples 2 - Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|-------------------|--|-------------------|--|-----------------------|
| Diagrama Nro. 2 - Hoja 2 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B11615189 | | Hombre | | 180 | | |
| Proceso: | | Máquina | | 180 | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | | Hombre | | 91.1 |
| Motor Flexible MO - 002 | | Máquina | | 178 | | |
| Turbina Neumática TN - 002 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 2 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | | 98.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo |
| | | | | | | min |
| 94 | | | | | | 94 |
| 96 | | | | | | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | 102 |
| 104 | | | | | | 104 |
| 106 | | | | | | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | | | | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | | | | | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | | | | | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | | | | | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | | | | | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | | | | | 138 |
| 140 | | | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | | | | | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | | | | | 162 |
| 164 | | | | | | 164 |
| 166 | | | | | | 166 |
| 168 | | | | | | 168 |
| 170 | | | | | | 170 |
| 172 | | | | | | 172 |
| 174 | | | | | | 174 |
| 176 | | | | | | 176 |
| 178 | | | | | | 178 |
| 180 | | | | | | 180 |

Fuente: Elaboración propia

Con el seguimiento realizado gracias al DAM, se observa un proceso sin averías y con un tiempo de utilización óptimo en la estación OTR 2.

Tabla 29. Diagrama de actividades múltiples 3 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|---|-------------------|--|-------------------|-----------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 3 - Hoja 1 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B12438549 | | | | Hombre | 170 | |
| Proceso: | | | | Máquina | 170 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | | Hombre | 164 | 88.2 |
| Motor Flexible MO - 003 | | | | Máquina | 150 | |
| Turbina Neumática TN - 003 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 3 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | 6 | 96.5 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | 20 | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo |
| | | | | | | min |
| 0 | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | 2 |
| 4 | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | | Inactivo | 4 |
| 6 | | | | | | 6 |
| 8 | Tomar Fotografía Inicial | | | | | 8 |
| 10 | Ponerse Protector Facial | | | | | 10 |
| 12 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 12 |
| 14 | | | | | | 14 |
| 16 | Pausa para Buscar o prestarse otro acople de motor flexible por falla | | | | Para por avería | 16 |
| 18 | | | | | | 18 |
| 20 | Acople reparado por el propio trabajador | | | | Para por avería | 20 |
| 22 | | | | | | 22 |
| 24 | | | | | | 24 |
| 26 | | | | | | 26 |
| 28 | | | | | | 28 |
| 30 | | | | | | 30 |
| 32 | | | | | | 32 |
| 34 | | | | | | 34 |
| 36 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 36 |
| 38 | | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | 40 |
| 42 | | | | | | 42 |
| 44 | | | | | | 44 |
| 46 | | | | | | 46 |
| 48 | | | | | | 48 |
| 50 | | | | | | 50 |
| 52 | Buscar Otro Acople de eje de motor flexible por avería | | | | Para por avería | 52 |
| 54 | | | | | | 54 |
| 56 | | | | | | 56 |
| 58 | | | | | | 58 |
| 60 | | | | | | 60 |
| 62 | | | | | | 62 |
| 64 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 64 |
| 66 | | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | 68 |
| 70 | | | | | | 70 |
| 72 | | | | | | 72 |
| 74 | | | | | | 74 |
| 76 | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | | Inactivo | 76 |
| 78 | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | 80 |
| 82 | | | | | | 82 |
| 84 | | | | | | 84 |
| 86 | Raspado de Pared cónico del crater | | | | Trabajando | 86 |
| 88 | | | | | | 88 |
| 90 | | | | | | 90 |
| 92 | | | | | | 92 |
| 94 | | | | | | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Diagrama de actividades múltiples 3 - Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|---|-------------------|-------------------|--------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 3 - Hoja 2 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B12438549 | | | | Hombre | 170 | |
| Proceso: | | | | Máquina | 170 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | | Hombre | 164 | 88.2 |
| Motor Flexible MO - 003 | | | | Máquina | 150 | |
| Turbina Neumática TN - 003 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 3 | | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 6 | 96.5 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | 20 | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | Tiempo | min |
| 94 | | Raspado de Pared cónico del crater | | Trabajando | | 94 |
| 96 | | | | | | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | 102 |
| 104 | | | | | | 104 |
| 106 | | Colocar disco de corte en Acople de motor flexible | | Inactivo | | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | Proceder al corte de cables con disco de corte | | Trabajando | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | | | | | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | | | | | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | | | | | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | Intalación de Escobilla fina al acople del motor flexible | | Inactivo | | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | Acabado | | Trabajando | | 138 |
| 140 | | | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | | | | | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | | | | | 162 |
| 164 | | | | | | 164 |
| 166 | | | | 166 | | |
| 168 | | | | 168 | | |
| 170 | | Orden y Limpieza | | Inactivo | | 170 |

Fuente: Elaboración propia

En la estación OTR 3, volvemos a observar algunas averías que retrasan alrededor de 6 minutos el proceso de reparación; sin embargo, es un tiempo no perjudicial.

Tabla 31. Diagrama de actividades múltiples 4 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|--|-------------------|--|---------|------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 4- Hoja 1 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | Tiempo de Ciclo | | | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B11536874 | | Hombre | | 134 | | |
| Proceso: | | Máquina | | 134 | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | Tiempo de Trabajo | | | | Máquina |
| Equipos: | | Hombre | | 132 | | 85.1 |
| Motor Flexible MO - 004 | | Máquina | | 114 | | |
| Turbina Neumática TN - 004 | | Tiempo Inactivo | | | | Hombre |
| Operario OTR 4 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | | 98.5 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo |
| | | | | | | min |
| 0 | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | 2 |
| 4 | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | | Inactivo | 4 |
| 6 | | | | | | 6 |
| 8 | Tomar Fotografía Inicial | | | | | 8 |
| 10 | Ponerse Protector Facial | | | | | 10 |
| 12 | | | | | | 12 |
| 14 | | | | | | 14 |
| 16 | | | | | | 16 |
| 18 | | | | | | 18 |
| 20 | | | | | | 20 |
| 22 | | | | | | 22 |
| 24 | | | | | | 24 |
| 26 | | | | | | 26 |
| 28 | Escareado de retasos de goma | | | | Trabajando | 28 |
| 30 | | | | | | 30 |
| 32 | | | | | | 32 |
| 34 | | | | | | 34 |
| 36 | | | | | | 36 |
| 38 | | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | 40 |
| 42 | | | | | | 42 |
| 44 | | | | | | 44 |
| 46 | | | | | | 46 |
| 48 | Pausa Activa | | | | Inactivo | 48 |
| 50 | | | | | | 50 |
| 52 | Orden y Limpieza | | | | Inactivo | 52 |
| 54 | | | | | | 54 |
| 56 | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | | Inactivo | 56 |
| 58 | | | | | | 58 |
| 60 | | | | | | 60 |
| 62 | | | | | | 62 |
| 64 | | | | | | 64 |
| 66 | Raspado de Pared cónico del crater | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | 68 |
| 70 | | | | | | 70 |
| 72 | | | | | | 72 |
| 74 | | | | | | 74 |
| 76 | | | | | Trabajando | 76 |
| 78 | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | 80 |
| 82 | Comprobación de conicidad | | | | | 82 |
| 84 | Rectificación de conicidad | | | | | 84 |
| 86 | | | | | | 86 |
| 88 | | | | | | 88 |
| 90 | | | | | | 90 |
| 92 | Colocar disco de corte en Acople de motor flexible | | | | Inactivo | 92 |
| 94 | | | | | | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Diagrama de actividades múltiples 4 - Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | |
|---|---|-------------------|-------------------|------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 4 - Hoja 2 de 2 | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B11536874 | | | Hombre | 134 | |
| Proceso: | | | Máquina | 134 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | Hombre | 132 | 85.1 |
| Motor Flexible MO - 004 | | | Máquina | 114 | |
| Turbina Neumática TN - 004 | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 4 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 2 | 98.5 |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | 18 | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo |
| | | | | | min |
| 94 | | | | | 94 |
| 96 | | | | | 96 |
| 98 | | | | | 98 |
| 100 | | | | | 100 |
| 102 | Proceder al corte de cables con disco de corte | | | Trabajando | 102 |
| 104 | | | | | 104 |
| 106 | | | | | 106 |
| 108 | | | | | 108 |
| 110 | | | | | 110 |
| 112 | | | | | 112 |
| 114 | Intalación de Escobilla fina al acople del motor flexible | | | Inactivo | 114 |
| 116 | | | | | 116 |
| 118 | Acabado | | | Trabajando | 118 |
| 120 | | | | | 120 |
| 122 | | | | | 122 |
| 124 | | | | | 124 |
| 126 | | | | | 126 |
| 128 | | | | | 128 |
| 130 | | | | 130 | |
| 132 | | | | 132 | |
| 134 | Orden y Limpieza | | | Inactivo | 134 |

Fuente: Elaboración propia

En la estación OTR 4, se observa que el trabajador solo interrumpe su proceso para acciones puntuales como orden, limpieza y para realizar cambios de herramientas en su máquina de trabajo (motor flexible); esto significa que existe una producción continua y tiempos de utilización favorables para el proceso de reparación.

Tabla 33. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | | | |
|---|-----|---|-------------------------------------|-----|-----------------------|-----|--|----|
| Diagrama Nro. 5 - Hoja 1 de 3 | | | Resumen | | | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | | | |
| Nro. de Serie B11546913 | | | Hombre | 218 | | | | |
| Proceso: | | | Máquina | 218 | | | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina | | | |
| Equipos: | | | Hombre | 202 | 81.7 | | | |
| Motor Flexible MO - 005 | | | Máquina | 178 | | | | |
| Turbina Neumática TN - 005 | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | | | |
| Operario OTR 5 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 16 | 92.7 | | | |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | 40 | | | | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min | | |
| 0 | | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | | | 0 | | |
| 2 | | | | | Inactivo | 2 | | |
| 4 | | Reparar motor flexible MO 005 | | | Para por avería | 4 | | |
| 6 | | | | | | 6 | | |
| 8 | | | | | | 8 | | |
| 10 | | | | | | 10 | | |
| 12 | | | | | | 12 | | |
| 14 | | | | | | 14 | | |
| 16 | | | | | | 16 | | |
| 18 | | | | | | 18 | | |
| 20 | | | Prueba de operatividad motor MO 005 | | | | | 20 |
| 22 | | | | | | | | 22 |
| 24 | | Tomar Fotografía Inicial | | | Inactivo | 24 | | |
| 26 | | Ponerse Protector Facial | | | | 26 | | |
| 28 | | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | | 28 | | |
| 30 | | | | | | 30 | | |
| 32 | | Escareado de retasos de goma | | | Trabajando | 32 | | |
| 34 | | | | | | 34 | | |
| 36 | | | | | | 36 | | |
| 38 | | | | | | 38 | | |
| 40 | | | | | | 40 | | |
| 42 | | | | | | 42 | | |
| 44 | | | | | | 44 | | |
| 46 | | | | | | 46 | | |
| 48 | | | | | | 48 | | |
| 50 | | | | | | 50 | | |
| 52 | | | | | | 52 | | |
| 54 | | | | | | 54 | | |
| 56 | | | | 56 | | | | |
| 58 | | | | 58 | | | | |
| 60 | | Pausa Activa | | | Inactivo | 60 | | |
| 62 | | | | | | 62 | | |
| 64 | | Prestar el motor a un compañero, no hay disponibles | | | Para por avería | 64 | | |
| 66 | | | | | | 66 | | |
| 68 | | | | | | 68 | | |
| 70 | | | | | | 70 | | |
| 72 | | | | | | 72 | | |
| 74 | | | | | | 74 | | |
| 76 | | | | | | 76 | | |
| 78 | | | | | | 78 | | |
| 80 | | | | | | 80 | | |
| 82 | | | | | | 82 | | |
| 84 | | | | 84 | | | | |
| 86 | | | | 86 | | | | |
| 88 | | | | 88 | | | | |
| 90 | | | | 90 | | | | |
| 92 | | Escareado de retasos de goma | | | Trabajando | 92 | | |
| 94 | | | | | | 94 | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|-------------------|-------------------|--|-----------------------|-----|
| Diagrama Nro. 5 - Hoja 2 de 3 | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | |
| Nro. de Serie B11546913 | | | Hombre | | 218 | |
| Proceso: | | | Máquina | | 218 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina | |
| Equipos: | | | Hombre | | 202 | |
| Motor Flexible MO - 005 | | | Máquina | | 178 | |
| Turbina Neumática TN - 005 | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | |
| Operario OTR 5 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | | 16 | |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | | 40 | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min |
| 94 | | | | | | 94 |
| 96 | | | | | | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | 102 |
| 104 | | | | | | 104 |
| 106 | | | | | | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | | | | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | | | | | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | | | | | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | | | | | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | | | | | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | | | | | 138 |
| 140 | | | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | | | | | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | | | | | 162 |
| 164 | | | | | | 164 |
| 166 | | | | | | 166 |
| 168 | | | | | | 168 |
| 170 | | | | | | 170 |
| 172 | | | | | | 172 |
| 174 | | | | | | 174 |
| 176 | | | | | | 176 |
| 178 | | | | | | 178 |
| 180 | | | | | | 180 |
| 182 | | | | | | 182 |
| 184 | | | | | | 184 |
| 186 | | | | | | 186 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Diagrama de actividades múltiples 5 - Hoja 3

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | | |
|---|-----|-------------------|-------------------|-----|-----------------------|-----|-----|
| Diagrama Nro. 5 - Hoja 3 de 3 | | | Resumen | | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | | |
| Nro. de Serie B11546913 | | | Hombre | 218 | | | |
| Proceso: | | | Máquina | 218 | | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina | | |
| Equipos: | | | Hombre | 202 | 81.7 | | |
| Motor Flexible MO - 005 | | | Máquina | 178 | | | |
| Turbina Neumática TN - 005 | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | | |
| Operario OTR 5 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 16 | 92.7 | | |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | 40 | | | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min | |
| 188 | | Acabado | | | Trabajando | 188 | |
| 190 | | | | | | | 190 |
| 192 | | | | | | | 192 |
| 194 | | | | | | | 194 |
| 196 | | | | | | | 196 |
| 198 | | | | | | | 198 |
| 200 | | | | | | | 200 |
| 202 | | | | | | | 202 |
| 204 | | | | | | | 204 |
| 206 | | | | | | | 206 |
| 208 | | | | | | | 208 |
| 210 | | | | | | | 210 |
| 212 | | | | | | | 212 |
| 214 | | | | | | | 214 |
| 216 | | Orden y Limpieza | | | Inactivo | 216 | |
| 218 | | | | | | | 218 |

Fuente: Elaboración propia

En la estación OTR 5, se observa una para por avería de 40 minutos. En este caso, el trabajador no reporta la avería, sino también la soluciona realizando el mantenimiento por su propia cuenta al motor flexible 005. No obstante, al momento de continuar, viene otro colaborador para pedir prestado el motor flexible, lo que ocasiona un descenso en el tiempo de utilización de la máquina y el trabajador.

Tabla 36. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | | |
|---|-----|--|--|-------------------|-----|-----------------------|-----|
| Diagrama Nro. 6 - Hoja 1 de 4 | | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | |
| Nro. de Serie Neumático serie B11357814 | | | | Hombre | 318 | | |
| Proceso: | | | | Máquina | 318 | Máquina | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | | |
| Equipos: | | | | Hombre | 184 | 65.4 | |
| Motor Flexible MO - 006 | | | | Máquina | 208 | | |
| Turbina Neumática TN - 006 | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | |
| Operario OTR 6 | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | 122 | 57.9 | |
| Analista: Juan Aparicio | | | | Máquina | 152 | | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo | min |
| 0 | | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | Inactivo | | | 0 |
| 2 | | | | | | | 2 |
| 4 | | Reporte de Motor averiado a mantenimiento | | | | | 4 |
| 6 | | | | | | | 6 |
| 8 | | | | | | | 8 |
| 10 | | Espera de diagnóstico de motor | | | | | 10 |
| 12 | | Comunica a Superior que no hay motores | | | | | 12 |
| 14 | | | | | | | 14 |
| 16 | | Se le encomienda tarea ajena a la reparación de neumáticos | | | | | 16 |
| 18 | | | | | | | 18 |
| 20 | | | | | | | 20 |
| 22 | | | | | | | 22 |
| 24 | | | | | | | 24 |
| 26 | | | | | | | 26 |
| 28 | | | | | | | 28 |
| 30 | | | | | | | 30 |
| 32 | | | | | | | 32 |
| 34 | | | | | | | 34 |
| 36 | | | | | | | 36 |
| 38 | | | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | | 40 |
| 42 | | | | | | | 42 |
| 44 | | | | | | | 44 |
| 46 | | | | | | | 46 |
| 48 | | | | Para por avería | | | 48 |
| 50 | | | | | | | 50 |
| 52 | | | | | | | 52 |
| 54 | | | | | | | 54 |
| 56 | | Sale del área de taller hacia almacén | | | | | 56 |
| 58 | | | | | | | 58 |
| 60 | | | | | | | 60 |
| 62 | | | | | | | 62 |
| 64 | | | | | | | 64 |
| 66 | | | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | | 68 |
| 70 | | | | | | | 70 |
| 72 | | | | | | | 72 |
| 74 | | | | | | | 74 |
| 76 | | | | | | | 76 |
| 78 | | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | | 80 |
| 82 | | | | | | | 82 |
| 84 | | | | | | | 84 |
| 86 | | | | | | | 86 |
| 88 | | | | | | | 88 |
| 90 | | | | | | | 90 |
| 92 | | | | | | | 92 |
| 94 | | | | | | | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|---|-------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 6 - Hoja 2 de 4 | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | 318 | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B11357814 | | | Hombre | | | |
| Proceso: | | | Máquina | | 318 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | | Máquina |
| Equipos: | | | Hombre | | 184 | 65.4 |
| Motor Flexible MO - 006 | | | Máquina | | 208 | |
| Turbina Neumática TN - 006 | | | Tiempo Inactivo | | | Hombre |
| Operario OTR 6 | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | | 122 | 57.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | | 152 | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min |
| 94 | | | | | | 94 |
| 96 | | | | | | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | 102 |
| 104 | | Sale del área de taller hacia almacén | | | Para por avería | 104 |
| 106 | | | | | | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | | | | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | | | | | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | Colaborador regresa al taller a revisar tareas pendientes | | | Para por avería | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | Se presta un motor para avanzar su neumático | | | | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | Inactivo | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | Tomar Fotografía Inicial | | | Inactivo | 138 |
| 140 | | Ponerse Protector Facial | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | | | | | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | | | | | 162 |
| 164 | | Escareado de retasos de goma | | | Trabajando | 164 |
| 166 | | | | | | 166 |
| 168 | | | | | | 168 |
| 170 | | | | | | 170 |
| 172 | | | | | | 172 |
| 174 | | | | | | 174 |
| 176 | | | | | | 176 |
| 178 | | | | | | 178 |
| 180 | | | | | | 180 |
| 182 | | | | | | 182 |
| 184 | | | | | | 184 |
| 186 | | | | | | 186 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 3

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | |
|---|--|-------------------|---------|-----------------------|-----|
| Diagrama Nro. 6 - Hoja 3 de 4 | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | |
| Nro. de Serie B11357814 | | Hombre | 318 | Máquina | |
| Proceso: | | Máquina | 318 | | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | Tiempo de Trabajo | | Máquina | |
| Equipos: | | Hombre | 184 | 65.4 | |
| Motor Flexible MO - 006 | | Máquina | 208 | | |
| Turbina Neumática TN - 006 | | Tiempo Inactivo | | Hombre | |
| Operario OTR 6 | | Hombre | 122 | 57.9 | |
| Analista: Juan Aparicio | | Máquina | 152 | | |
| 188 | Escareado de retasos de goma | | | Trabajando | 188 |
| 190 | | | | | 190 |
| 192 | | | | | 192 |
| 194 | | | | | 194 |
| 196 | | | | | 196 |
| 198 | | | | | 198 |
| 200 | Orden y Limpieza | | | Inactivo | 200 |
| 202 | | | | | 202 |
| 204 | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | Inactivo | 204 |
| 206 | | | | | 206 |
| 208 | Raspado de Pared cónico del crater | | | Trabajando | 208 |
| 210 | | | | | 210 |
| 212 | | | | | 212 |
| 214 | | | | | 214 |
| 216 | | | | | 216 |
| 218 | | | | | 218 |
| 220 | | | | | 220 |
| 222 | | | | | 222 |
| 224 | | | | | 224 |
| 226 | | | | | 226 |
| 228 | Comprobación de conicidad Rectificación de conicidad | | | Trabajando | 228 |
| 230 | | | | | 230 |
| 232 | | | | | 232 |
| 234 | | | | | 234 |
| 236 | | | | | 236 |
| 238 | | | | | 238 |
| 240 | | | | | 240 |
| 242 | | | | | 242 |
| 244 | Comprobación de conicidad Rectificación de conicidad | | | Trabajando | 244 |
| 246 | | | | | 246 |
| 248 | | | | | 248 |
| 250 | | | | | 250 |
| 252 | | | | | 252 |
| 254 | | | | | 254 |
| 256 | Hora de Almuerzo | | | Inactivo | 256 |
| 258 | | | | | 258 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Diagrama de actividades múltiples 6 - Hoja 4

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | |
|---|---|-------------------|------------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 6 - Hoja 4 de 4 | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie B11357814 | | Hombre | 318 | |
| Proceso: | | Máquina | 318 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | Hombre | | 65.4 |
| Motor Flexible MO - 006 | | Máquina | | |
| Turbina Neumática TN - 006 | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR 6 | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 122 | 57.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | Máquina | 152 | |
| Hora de Almuerzo | | | | |
| 260 | Ponerse Protector Facial | | Inactivo | 260 |
| 262 | | | | 262 |
| 264 | Colocar disco de corte en Acople de motor flexible | | Inactivo | 264 |
| 266 | | | | 266 |
| 268 | Proceder al corte de cables con disco de corte | | Trabajando | 268 |
| 270 | | | | 270 |
| 272 | | | | 272 |
| 274 | | | | 274 |
| 276 | | | | 276 |
| 278 | | | | 278 |
| 280 | | | | 280 |
| 282 | | | | 282 |
| 284 | | | | 284 |
| 286 | | | | 286 |
| 288 | | | | 288 |
| 290 | | | | 290 |
| 292 | Intalación de Escobilla fina al acople del motor flexible | | Inactivo | 292 |
| 294 | | | | 294 |
| 296 | Acabado | | Trabajando | 296 |
| 298 | | | | 298 |
| 300 | | | | 300 |
| 302 | | | | 302 |
| 304 | | | | 304 |
| 306 | | | | 306 |
| 308 | | | | 308 |
| 310 | | | | 310 |
| 312 | | | | 312 |
| 314 | | | | 314 |
| 316 | Orden y Limpieza | | Inactivo | 316 |
| 318 | | | | 318 |

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de tiempo en la estación OTR 6, se concluye que hubo una pérdida perjudicial de tiempo (en el colaborador de 122 minutos y en la máquina de 152 minutos). No hubo respuesta del área de mantenimiento.

Tabla 40. Diagrama de actividades múltiples 7 Ideal - Hoja 1

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|--|-------------------|-----|-----------------------|-----|
| Diagrama Nro. 7 - Hoja 1 de 2 | | | Resumen | | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización | |
| Nro. de Serie Neumático serie ideal | | | Hombre | 174 | | |
| Proceso: | | | Máquina | 174 | 91.4 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | Tiempo de Trabajo | | | |
| Equipos: | | | Hombre | 172 | 91.4 | |
| Motor Flexible MO - 00x | | | Máquina | 159 | | |
| Turbina Neumática TN - 00x | | | Tiempo Inactivo | | Hombre | |
| Operario OTR x | | Fecha: 05/04/2021 | Hombre | 2 | 98.9 | |
| Analista: Juan Aparicio | | | Máquina | 15 | | |
| Tiempo | min | Operario | Máquina | | Tiempo | min |
| 0 | | Realizar lperc e Inspección de motor flexible | | | | 0 |
| 2 | | | | | | 2 |
| 4 | | Montar Gubia en el Acople el motor Flexible | | | Inactivo | 4 |
| 6 | | | | | | 6 |
| 8 | | Tomar Fotografía Inicial | | | | 8 |
| 10 | | Ponerse Protector Facial | | | | 10 |
| 12 | | | | | | 12 |
| 14 | | | | | | 14 |
| 16 | | | | | | 16 |
| 18 | | | | | | 18 |
| 20 | | | | | | 20 |
| 22 | | | | | | 22 |
| 24 | | | | | | 24 |
| 26 | | | | | | 26 |
| 28 | | | | | | 28 |
| 30 | | | | | | 30 |
| 32 | | Escareado de retasos de goma | | | Trabajando | 32 |
| 34 | | | | | | 34 |
| 36 | | | | | | 36 |
| 38 | | | | | | 38 |
| 40 | | | | | | 40 |
| 42 | | | | | | 42 |
| 44 | | | | | | 44 |
| 46 | | | | | | 46 |
| 48 | | | | | | 48 |
| 50 | | | | | | 50 |
| 52 | | Pausa Activa | | | | 52 |
| 54 | | | | | Inactivo | 54 |
| 56 | | Limpieza de Area | | | | 56 |
| 58 | | | | | | 58 |
| 60 | | Intalación de Copa de tungsteno al acople del motor flexible | | | | 60 |
| 62 | | | | | | 62 |
| 64 | | | | | | 64 |
| 66 | | | | | | 66 |
| 68 | | | | | | 68 |
| 70 | | | | | | 70 |
| 72 | | | | | | 72 |
| 74 | | Raspado de Pared cónico del crater | | | Trabajando | 74 |
| 76 | | | | | | 76 |
| 78 | | | | | | 78 |
| 80 | | | | | | 80 |
| 82 | | | | | | 82 |
| 84 | | | | | | 84 |
| 86 | | | | | | 86 |
| 88 | | Comprobación de conicidad | | | | 88 |
| 90 | | Rectificación de conicidad | | | | 90 |
| 92 | | | | | | 92 |
| 94 | | | | | | 94 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Diagrama de actividades múltiples 7 Ideal – Hoja 2

| Diagrama de Actividades Múltiples | | | | | | |
|---|-----|----------|-------------------|-------------------|---------|-----------------------|
| Diagrama Nro. 7 - Hoja 2 de 2 | | | | Resumen | | |
| Actividad: Reparación de Neumático OTR | | | | Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Nro. de Serie Neumático serie ideal | | | | Hombre | 174 | |
| Proceso: | | | | Máquina | 174 | |
| Escareado, Raspado, Cortado de cables, Acabado. | | | | Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Equipos: | | | | Hombre | | 91.4 |
| Motor Flexible MO - 00x | | | | Máquina | | |
| Turbina Neumática TN - 00x | | | | Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Operario OTR x | | | Fecha: 05/04/2021 | | Hombre | 98.9 |
| Analista: Juan Aparicio | | | | | Máquina | |
| Tiempo | min | Operario | | Máquina | | Tiempo min |
| 94 | | | | | | 94 |
| 96 | | | | | | 96 |
| 98 | | | | | | 98 |
| 100 | | | | | | 100 |
| 102 | | | | | | 102 |
| 104 | | | | | | 104 |
| 106 | | | | | | 106 |
| 108 | | | | | | 108 |
| 110 | | | | | | 110 |
| 112 | | | | | | 112 |
| 114 | | | | | | 114 |
| 116 | | | | | | 116 |
| 118 | | | | | | 118 |
| 120 | | | | | | 120 |
| 122 | | | | | | 122 |
| 124 | | | | | | 124 |
| 126 | | | | | | 126 |
| 128 | | | | | | 128 |
| 130 | | | | | | 130 |
| 132 | | | | | | 132 |
| 134 | | | | | | 134 |
| 136 | | | | | | 136 |
| 138 | | | | | | 138 |
| 140 | | | | | | 140 |
| 142 | | | | | | 142 |
| 144 | | | | | | 144 |
| 146 | | | | | | 146 |
| 148 | | | | | | 148 |
| 150 | | | | | | 150 |
| 152 | | | | | | 152 |
| 154 | | | | | | 154 |
| 156 | | | | | | 156 |
| 158 | | | | | | 158 |
| 160 | | | | | | 160 |
| 162 | | | | | | 162 |
| 164 | | | | | | 164 |
| 166 | | | | | | 166 |
| 168 | | | | | | 168 |
| 170 | | | | | | 170 |
| 172 | | | | | | 172 |
| 174 | | | | | | 174 |

Fuente: Elaboración propia

El estudio de métodos nos pide proponer un diagrama ideal de actividades múltiples con los tiempos de utilización óptimos; por esa razón, se presenta en este DAM el proceso de reparación sin averías por falta de respuesta del área de mantenimiento.

Tabla 42. Resumen DAM – Cuadro comparativo

| Resumen DAM IDEAL | | |
|---|-----|-------------------------|
| Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización % |
| Hombre | 174 | |
| Máquina | 174 | |
| Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Hombre | 172 | 91.4 |
| Máquina | 159 | |
| Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Hombre | 2 | 98.9 |
| Máquina | 15 | |
| Resumen OTR 6 | | |
| Tiempo de Ciclo | | Tiempo de Utilización |
| Hombre | 318 | |
| Máquina | 318 | |
| Tiempo de Trabajo | | Máquina |
| Hombre | 184 | 65.4 |
| Máquina | 208 | |
| Tiempo Inactivo | | Hombre |
| Hombre | 122 | 57.9 |
| Máquina | 152 | |
| Mejora de tiempo de utilización Máquina | | 26.0 |
| Mejora de tiempo de utilización Hombre | | 41.0 |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, se puede observar la diferencia del tiempo de utilización del proceso de reparación OTR 6 donde hubo serias interrupciones y, por otra parte, la propuesta de tiempo de utilización en un proceso de reparación ideal de neumáticos OTR, donde la pérdida de tiempo es mínima. Si bien es cierto, las variables se cumplen en alguno de los DAM estudiados, no se ejecutan en todos los procesos debido a una posible falla en la respuesta del área de mantenimiento que gestiona el correcto funcionamiento de los motores flexibles y sus accesorios.

Tabla 43. Cursograma analítico - OTR 6

| CURSOGRAMA ANALÍTICO | | | | Operario OTR 6/Material/Equipo | | | | | |
|---|----------|---------------|--------------|--------------------------------|--------|-----------|---------------|---|--|
| Diagrama Nro 1 - Hoja 1 de 1 | | | | Resumen | | | | | |
| Producto/ Servicio: Reparación de Neumático OTR 6 | | | | Actividad | Actual | Propuesto | Economía | | |
| | | | | Operación | 11 | 11 | 0 | | |
| Actividad: Escareado, Raspado, Corte de Cables, Acabado | | | | Inspección | 2 | 2 | 0 | | |
| | | | | Demora | 2 | 0 | 2 | | |
| Método: Actual | | | | Transporte | 3 | 0 | 3 | | |
| | | | | Almacenamiento | 0 | 0 | 0 | | |
| Lugar: Taller de reparación OTR Estación: OTR 6 | | | | Total | 18 | 13 | 5 | | |
| | | | | Distancia | 22 | 1 | 21 | | |
| Hecho por: Juan Aparicio Operador: OTR 6 | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Cantidad | Distancia (m) | Tiempo (min) | Actividad | | | OBSERVACIONES | | |
| | | | | ○ | □ | D | ⇒ | ▽ | |
| Realizar IPERC e inspección de Equipo | | - | 2 | | | | | | |
| Reporte de motor averiado a mantenimiento | | 2m | 8 | | | | | | El área de mantenimiento comunica que se hará cargo y deja el equipo en espera |
| Comunica a superior que no hay motores | | 2m | 4 | | | | | | El superior decide que continúe otra actividad ajena al proceso de reparación |
| Realizará otra actividad fuera del área (Almacén) | | 1m | 102 | | | | | | El operario se dirige al almacén y no continúa la reparación |
| Regresa al taller a verificar tareas pendientes | | 5m | 12 | | | | | | El operario retorna a su estación de trabajo esperando continuar su trabajo |
| Se presta un motor para realizar su trabajo | | 12m | 4 | | | | | | El operario realiza un tramo largo para buscar otro equipo, parando otro |
| Montar gubia en el acople del motor flexible | | - | 4 | | | | | | De aquí en adelante el operario realiza su proceso con normalidad pero a |
| Tomar fotografía y ponerse EPP | | - | 4 | | | | | | |
| Escareado de retazos de goma | | - | 58 | | | | | | |
| Orden y limpieza | | - | 4 | | | | | | |
| Instalación de copa de tungsteno en acople de motor | | - | 4 | | | | | | |
| Raspado de pared cónico del crater | | - | 32 | | | | | | |
| comprobación de conicidad | | - | 20 | | | | | | |
| Colocar disco de acople en motor flexible | | - | 8 | | | | | | |
| Proceder al corte de cables | | - | 24 | | | | | | |
| Instalación de escobilla fina en acople de motor | | - | 4 | | | | | | |
| Acabado | | - | 20 | | | | | | |
| Orden y limpieza | | - | 4 | | | | | | Fin del proceso estudiado, la reparación termino a destiempo |
| TOTAL | | 22m | 318 | 11 | 2 | 2 | 3 | | |

Fuente: Elaboración propia

En este cursograma, registramos las operaciones, demoras, inspecciones y todo lo realizado en el proceso junto con un análisis de tiempo y distancia para efectuar una mejor organización del proceso de reparación OTR.

Diagrama de recorrido del operario OTR 6

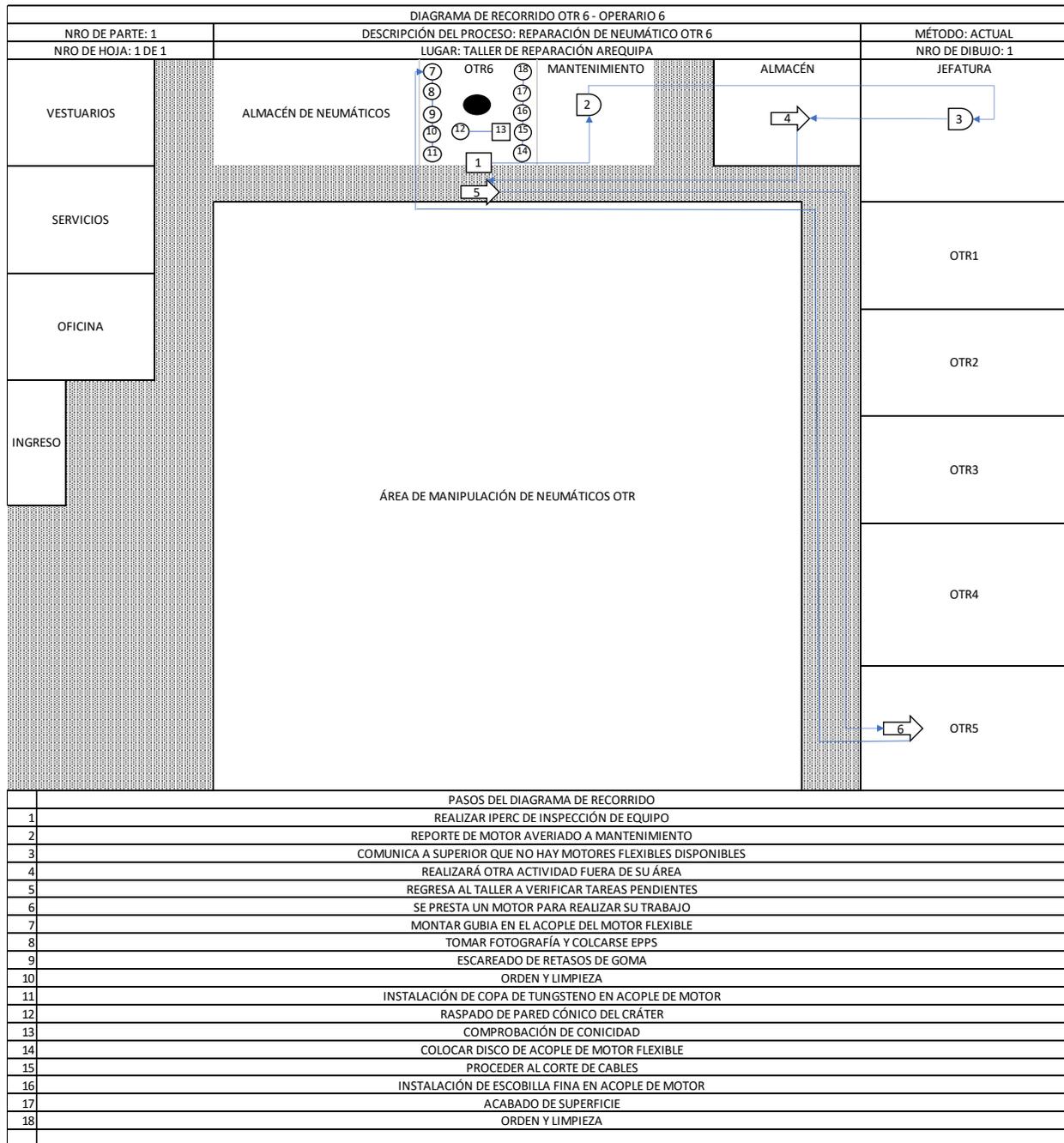


Figura 21. Diagrama de Recorrido. Fuente: Base de datos de la investigación

Este es el diagrama de recorrido del personal de reparación buscando herramientas para trabajar. Muestra el espacio recorrido por el operario del OTR 6 luego de detectar una avería y tratar de buscar una solución.

4.1.3 Análisis y discusión luego de examinar y registrar los hechos:

1. Los trabajadores pierden demasiado tiempo en buscar equipos en óptimo estado, en especial los motores flexibles, que no se encuentran operativos o se encuentran estancados en el área de mantenimiento.
2. El Área de mantenimiento no se ocupa de reparar o brindar mantenimiento constante a las herramientas; solo lo realiza una o dos veces al mes.
3. El responsable de mantenimiento es un empleado que NO repara ni realiza el trabajo de mantenimiento a neumáticos OTR; es decir, no conoce el proceso a profundidad; además, le encargan tareas de mantenimiento en toda la planta y oficina; incluso, realiza viajes con el área de almacén
4. El no tener un empleado fijo en el área de mantenimiento obliga a los propios trabajadores a arreglar herramientas o equipos, sin saber los verdaderos procedimientos, ya que no son técnicos calificados de mantenimiento. Esto aumenta gradualmente las fallas en los equipos.

4.1.4 Evaluar la causa de la pérdida de tiempo en la reparación de neumáticos OTR con Ishikawa:



Figura 22. Diagrama Ishikawa. Fuente: Base de datos de la investigación

Tabla 44. Recolección de datos del Diagrama Ishikawa

| Causa de demora de entrega de Neumáticos | Solución |
|--|---|
| -No hay mantenimiento preventivo, solo correctivo. | -Proponer un plan de mantenimiento preventivo con un cronograma fijo |
| -No hay personal encargado específicamente para el mantenimiento | -Contratar a un colaborador que se encargue solo del mantenimiento del área de reparación OTR |
| -No se reportan las averías | -Capacitar al personal para que reporte averías al instante |

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Encuestas realizadas al personal para investigar su relación con el proceso productivo y la demora en el Proceso de reparación OTR:

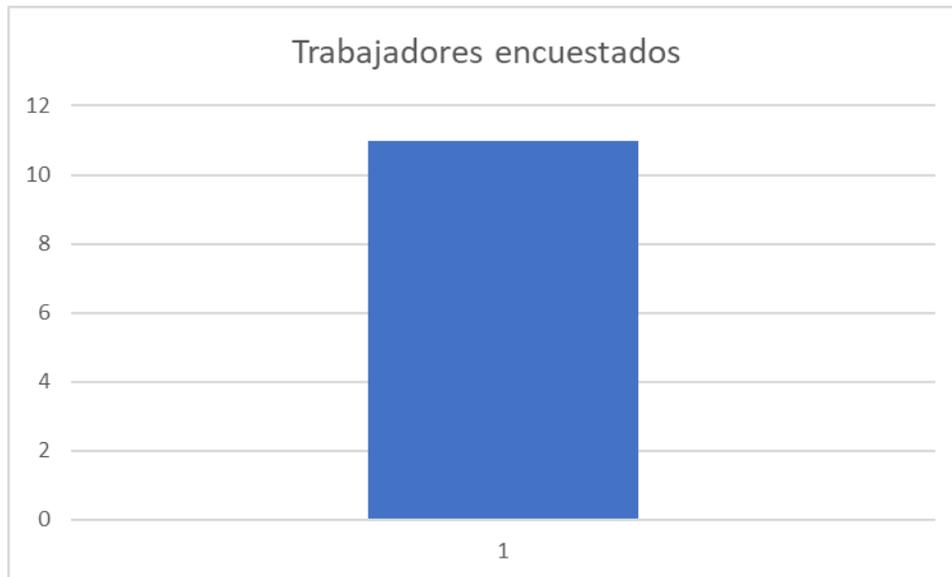


Figura 23. Total de 11 trabajadores encuestados pertenecientes al Área de reparación de neumáticos OTR. Fuente: Base de datos de la investigación

Tabla 45. ¿Al realizar su trabajo de reparación tiene algún problema en el proceso?

| FRECUENCIA | | | | PORCENTAJE | | | |
|------------|----|-------|---------------------|------------|-------|-------|---------------------|
| Sí | No | Otros | Total de observados | Sí | No | Otros | Total de observados |
| 6 | 4 | 1 | 11 | 54.5% | 36.4% | 9.1% | 100% |

Fuente: Base de datos de investigación

¿ Al realizar su trabajo de reparación, tiene algún problema en el proceso?

11 respuestas

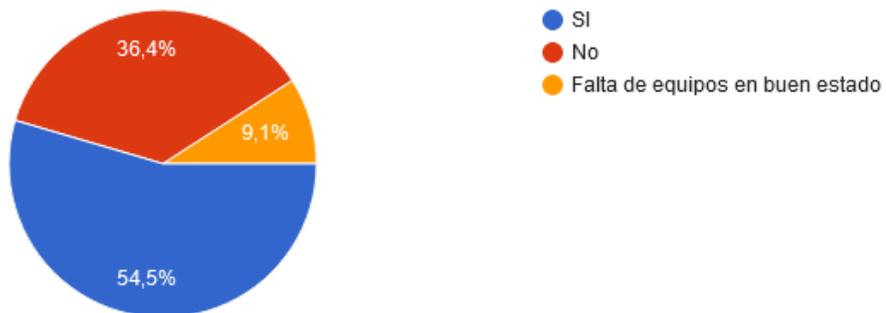


Figura 24. El 63.6% de trabajadores de la empresa sí tiene algún problema en específico respecto a su trabajo. Esto impacta directamente a la línea de producción de neumáticos reparados.

Tabla 46. ¿Podrías aumentar tu producción sin inconvenientes?

| PORCENTAJE | | | | | |
|------------|----|---------------------|-------|----|---------------------|
| Sí | No | Total de observados | Sí | No | Total de observados |
| 11 | 0 | 11 | 100%% | 0% | 100% |

Fuente: Base de datos de investigación



Figura 25. El 100% de los trabajadores encuestados afirman que pueden aumentar su producción al no haber inconvenientes en el proceso. Fuente: Base de datos de investigación

¿Cuál es el principal problema que se presenta a la hora de realizar su trabajo?

11 respuestas

| |
|---|
| Equipos faltos de mantenimiento |
| Pierdo tiempo por equipos en mal estado |
| Se malogran los motores flexibles |
| Falta de herramientas |
| Mal plan de trabajo |
| Pierdo tiempo por arreglar herramientas |
| Carga laboral |
| Ninguno |
| Falta de mantenimiento |

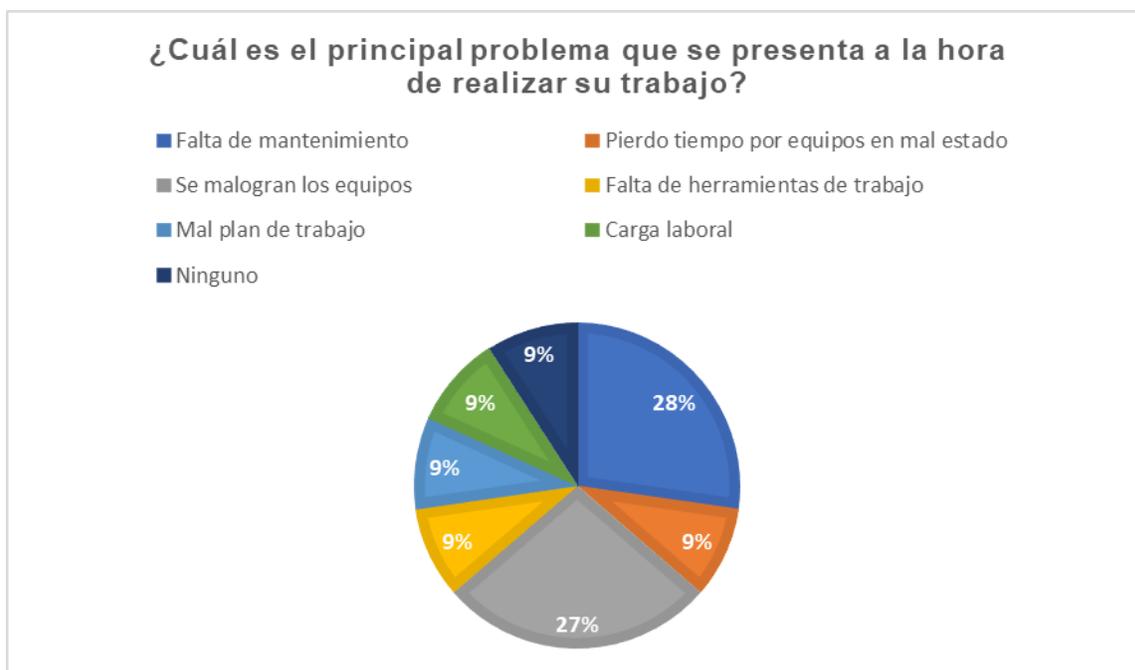


Figura 26. El 56% de los trabajadores encuestados afirman que existe un problema relacionado con el mantenimiento en los equipos. Fuente: Base de datos de investigación

¿Cuánto tiempo pierdes en tu proceso de reparación por problemas de mantenimiento?

11 respuestas

| |
|----------------------------------|
| de una a dos horas diarias |
| 30 a 60 minutos |
| 2 horas |
| 1 hora |
| 30 minutos por equipos averiados |
| Medio día |
| 24 horas |
| 2 horas |
| Dos días |

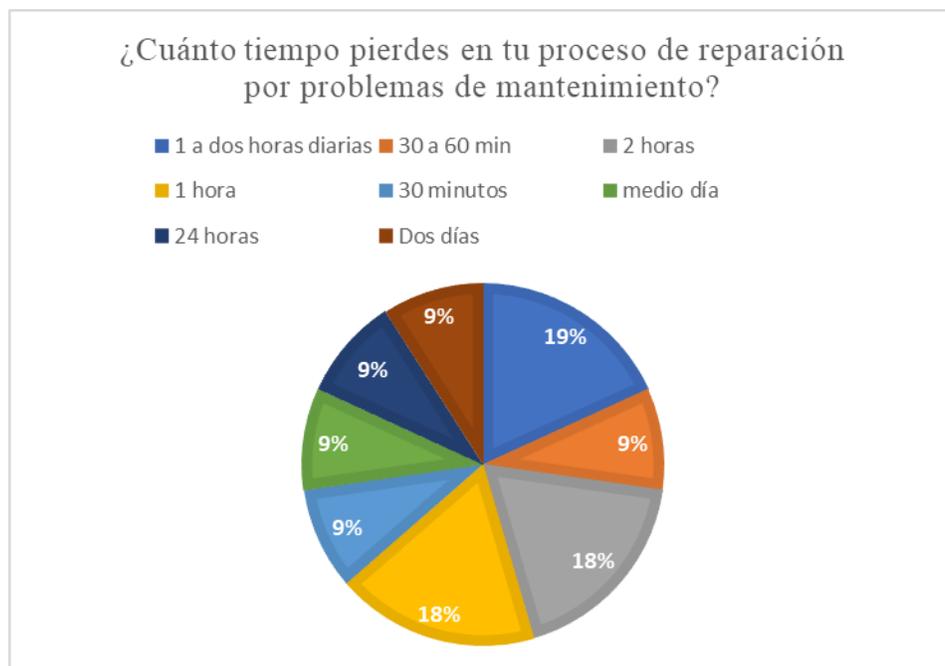


Figura 27. El 56% de los trabajadores encuestados afirma que existe un problema relacionado con el mantenimiento en los equipos. Fuente: Base de datos de investigación

Tabla 47. ¿Crees que hay un mantenimiento preventivo constante en los equipos del taller, específicamente en los motores flexibles?

| PORCENTAJE | | | | | |
|------------|----|---------------------|-------|-------|---------------------|
| Sí | No | Total de observados | Sí | No | Total de observados |
| 7 | 4 | 11 | 63.6% | 36.4% | 100% |

Fuente: Base de datos de investigación

¿Crees que hay un mantenimiento preventivo constante en los equipos del taller, específicamente en los motores flexible?

11 respuestas

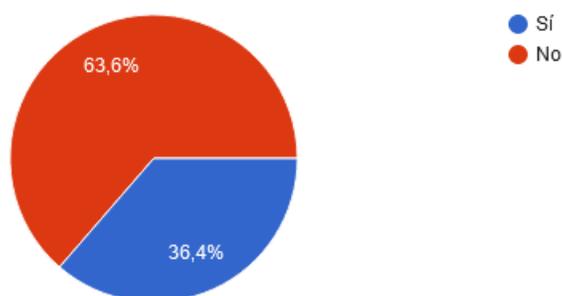


Figura 28. 63.6% de trabajadores en el taller se han percatado y son conscientes de que el mantenimiento de sus equipos no se realiza siempre, lo que los lleva a reparar sus propios equipos en horas de trabajo. Tabla 36. Fuente: Base de datos de investigación

Tabla 48. ¿Hay un encargado fijo de mantenimiento preventivo?

| PORCENTAJE | | | | | |
|------------|----|---------------------|-------|----|---------------------|
| Sí | No | Total de observados | Sí | No | Total de observados |
| 11 | 0 | 11 | 100%% | 0% | 100% |

Fuente: Base de datos de la Investigación

¿Hay un encargado del mantenimiento preventivo a tiempo completo?

11 respuestas

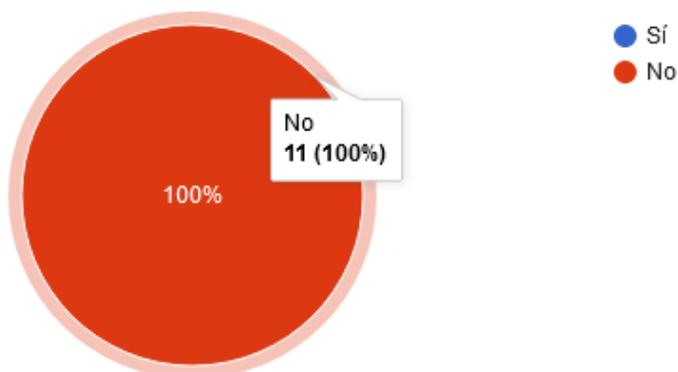


Figura 29. Finalmente, se revela que no hay un encargado de mantenimiento a tiempo completo en el taller que pueda dar solución inmediata a las necesidades del proceso de reparación de neumáticos OTR cuando un equipo llega a fallar. Fuente: Base de datos de investigación

4.2 Propuesta de Plan de capacitación respecto a reporte de averías y mantenimiento

Tabla 49. Plan de capacitación propuesto

| Reporte de averías |
|--|
| 1. Apenas exista una falla, el equipo debe ser llevado al área de mantenimiento y reportado al encargado. |
| 2. El encargado de mantenimiento deberá comunicar al trabajador si tiene un motor de reemplazo, si debe esperar un breve lapso de tiempo para reparar su equipo o si deberá detener su trabajo (siempre que cumpla su tiempo). |
| 3. El trabajador no deberá interrumpir otro proceso por conseguir equipos. |
| 4. En las charlas de seguridad matutinas, el encargado de mantenimiento deberá recordar a los colaboradores presentar sus equipos por avería al instante. |
| 5. El colaborador que no reporte una avería al instante deberá tener una suspensión de un día sin goce de haber. |

Fuente: Base de datos de la Investigación

4.3 Plan de mantenimiento preventivo propuesto

Tabla 50. Plan de mantenimiento preventivo propuesto

| Plan de mantenimiento preventivo en empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos | | | | | |
|--|--------------------|-----------------|--|-------------|----------------|
| 1. Realizar inventario de equipos de reparación OTR | | | | | |
| CANTIDAD DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS | | | | | |
| Actividad | Cantidad | | Descripción | | |
| Motor Flexible | 9 | | MO-01, MO-02, MO-03, MO-04, MO-05, MO-06, MO-07, MO-08, MO-09. | | |
| Esmeril | 1 | | ES-01 | | |
| Turbina Eléctrica | 6 | | TE-01, TE-02, TE-03, TE-04, TE-05, TE-06. | | |
| Turbina Neumática | 6 | | TN-01, TN-02, TN-03, TN-04, TN-05, TN-06. | | |
| Mantas Térmicas | 20 | | M-01, M-02, M-03... M-20. | | |
| Bolsas de Aire | 20 | | BO-01, BO-02, BO-03... BO-20. | | |
| Termómetro | 2 | | T-01, T02. | | |
| Estación OTR | 6 | | OTR1, OTR2, OTR3, OTR4, OTR5, OTR6. | | |
| Total | 70 | | | | |
| 2. Establecer cronograma de inspección y revisión diaria | | | | | |
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado |
| Motor flexible | Esmeril y turbinas | Mantas y bolsas | Estación OTR | Termómetros | Motor Flexible |
| 3. Inspección diaria a zonas de trabajo | | | | | |

Diariamente, el técnico de mantenimiento deberá pasar por cada estación OTR realizando un checklist y revisando que los equipos trabajen correctamente, además de anotar a quien le ha sido asignado el equipo.

4. Registrar en checklist operatividad de equipos

Para registrar sus tareas, el técnico de mantenimiento deberá certificar en una hoja checklist el correcto funcionamiento de los equipos a su cargo en el taller de reparación OTR. De la misma manera, debe registrar cada vez que repara un equipo o herramienta.

5. Averías no reportadas

Ante una avería no reportada, el técnico de mantenimiento preventivo deberá informar inmediatamente al jefe de taller para que se apliquen las medidas correspondientes.

6. Propuesta de Análisis de Indicadores

En un comienzo verificar mediante inspecciones y estudio del trabajo que el tiempo de utilización Hombre no sea menor de 95% y Máquina 90% por estación de trabajo. Adicionalmente proponer al cabo de 3 meses, estrategia de mantenimiento con KPI de tiempo medio entre fallos. Ventajas: Optimiza la programación de mantenimiento preventivo, mejora la disponibilidad de repuestos, predice la frecuencia de fallos.

Fuente: Base de datos de la Investigación

4.4 Análisis de proyección de tiempos y producción

Tabla 51. Análisis de proyección de tiempos en el Taller de reparación Arequipa

| Pérdida de tiempo | minutos | horas | días |
|-------------------|---------|-------|------|
| Al día | 158 | 2.6 | 0.1 |
| A la semana | 948 | 15.8 | 0.7 |
| Al mes | 3792 | 63.2 | 2.6 |
| Al año | 45504 | 758.4 | 31.6 |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Tabla 52. Análisis de proyección de tiempos y producción - Tiempo

| Proyección de producción de neumáticos reparados en seis meses | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|-------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Total |
| Julio | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Agosto | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Setiembre | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Octubre | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Noviembre | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Diciembre | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Total de promedio de neumáticos semestrales | | | | | 144 |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Tabla 53. Análisis de proyección de tiempos y producción – Neumáticos reparados

| Producción real de neumáticos reparados en los últimos seis meses | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|-------|
| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Total |
| Enero | 5 | 7 | 4 | 6 | 22 |
| Febrero | 7 | 6 | 5 | 6 | 24 |
| Marzo | 5 | 6 | 7 | 5 | 23 |
| Abril | 6 | 5 | 7 | 6 | 24 |
| Mayo | 6 | 7 | 5 | 4 | 22 |
| Junio | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Total de neumáticos semestrales reparados | | | | | 139 |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Tabla 54. Cuadro comparativo de ganancias

| Cuadro comparativo de Ganancias Reales Anuales por reparación de Neumáticos OTR sin IGV | | |
|---|------------------------|--|
| Minera | Cantidad de neumáticos | Coste estándar por reparación (S/. 4000 sin IGV) |
| Cuajone | 335 | S/.1,340,000 |
| Toquepala | 910 | S/.3,640,000 |
| Total | 1245 | S/.4,980,000 |
| Ganancias Netas por neumáticos reparados | | |
| Primer Semestre | 139 | S/ 556,000.0 |

Fuente: Información proporcionada por contratista

Se concluye que en el taller de reparación de Arequipa las ganancias proyectadas todo el año son afectadas debido a que no cuentan con una gestión de mantenimiento preventivo vigente. En la tabla 52, se observa la cantidad de neumáticos que posee cada cliente: 335 neumáticos de Cuajone y 910 de Toquepala. Sin embargo, el taller, anualmente, solo repara 139 neumáticos semestralmente en los últimos años. Si bien es cierto que el cliente no exige reparar más neumáticos, tampoco se opone a pagar por más, ya que siempre se necesitan neumáticos reparados en mina. En conclusión, existe la posibilidad y la operatividad por parte de la empresa contratista de optimizar la producción y, por tanto, las ganancias.

4.4.1 Mejora de Resultados

a) Tiempo standard de Reparación

| | ANTES | SIN AVERÍAS: |
|-------------------------|----------|-----------------|
| TIEMPO STANDARD: | 1026 min | 974 min |
| DIFERENCIA: | 52 min | |

b) Mejora de eficiencia

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} * 100$$

$$\text{Rendimiento Antes de propuesta} = \frac{278 \text{ Neumáticos}}{288 \text{ Neumáticos}} = 96.5\%$$

$$\text{Rendimiento con propuesta} = \frac{294 \text{ Neumáticos}}{288 \text{ Neumáticos}} = 102.08\%$$

| c) Tiempo de utilización: | Estudiado | Propuesto |
|---------------------------|-----------|-----------|
| Hombre | 65% | 95% |
| Máquina | 57% | 90% |

4.5 Análisis económico

Tabla 55. Días perdidos convertidos a dinero perdido

| | | | |
|--|-------|-----------------------|------------------------------------|
| Días perdidos por demora de entrega de neumáticos reparados, convertidos a dinero perdido | | | |
| 31 días | 1 mes | 24 neumáticos por año | 4.000 soles de reparación sin IGV. |
| Si se eliminara el tiempo perdido por averías en la reparación, se podrían producir más neumáticos y aumentar el rango de ganancia anterior en 136 000 soles, teniendo un total de $S/ 1,132,000.0 + S/. 96,000.0 = S/.1,228,000.0$. Esto corresponde a la propuesta de recuperar el mes perdido en averías adicionalmente de cumplir con la meta proyectada por la empresa. | | | |

Fuente: Base de datos de la Investigación

En el caso ideal de cumplir con todos los estándares (factor máquina y factor humano), se estima producir en un mes 24 neumáticos correspondientes a la producción de cada semana (6 neumáticos). Sin embargo, propondremos como meta empezar a recuperar un lote de 6 neumáticos por año. Esto nos permitirá calcular, en este caso, el monto mínimo de beneficio con la menor recuperación de tiempo (estudiado en el diagrama de actividades múltiples).

En ese sentido, para que un proyecto sea viable económicamente se debe tomar en cuenta no solo la ganancia real, sino también el factor humano y el ambiente laboral. Por esa razón, nuestra meta real será reparar un lote extra en el primer año, lo que permitirá no generar presiones ni expectativas en el personal. Asimismo, el periodo de evaluación será a lo largo de 5 años, donde lo invertido se recuperará luego según las siguientes tablas.

4.5.1 Viabilidad económica del proyecto

Tabla 56. Análisis económico

| | | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|
| Costos y Gastos | Herramientas e insumos | S/ 2,000.00 |
| | Mano de Obra Personal | S/ 1,100.00 |
| | Costos directos | S/ 2,550.00 |
| | Gastos Indirec. | S/ 4,000.00 |
| | Mantenimiento equip. | S/ 500.00 |
| | Gastos Administrativos | S/ 4,000.00 |
| | Mano Obra Indirecta | S/ 4,000.00 |
| Inversion Act. Fijos | Terrenos | S/ - |
| | Edificios | S/ - |
| | Equipos de planta | S/ - |
| | Muebles de planta | S/ 2,000.00 |
| Inversion en Act. Intang | SIG | S/ 30,000.00 |
| | | |
| Depr. Activos Tangibles | Edificios | 20% |
| | Equipos de planta | 20% |
| | Muebles de planta | 20% |
| | Nominales | 20% |
| Impuestos | Terrenos | 20% |
| | IGV | 18% |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Tabla 57. Módulo de ingresos

| MÓDULO DE INGRESOS SIN IGV | AÑOS | | | | | |
|----------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Producción | | 6.00 | 6.96 | 8.07 | 9.37 | 10.86 |
| Precio sin IGV | | 4,000.00 | 4,243.60 | 4,370.91 | 4,502.04 | 4,637.10 |
| Ingresos sin IGV | | 24,000.00 | 29,535.46 | 35,288.96 | 42,163.25 | 50,376.65 |

Fuente: Base de datos de la Investigación

Se proyectará aumentar progresivamente la producción gracias a la mejora del plan de mantenimiento preventivo. Con el paso del tiempo(5años), se deberá multiplicar la ganancia inicial a partir de la aplicación de la propuesta de gestión de mantenimiento preventivo, con beneficios en el personal, en el proceso productivo y en la empresa contratista.

Tabla 58, 59 y 60. Tablas 58 Módulo de costos, 59 Estado de resultados y 60. Flujo de caja nominal - Fuente: Base de datos de la investigación

| MODULO DE COSTOS SIN IGV | AÑOS | | | | | |
|-------------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Materia prima y materiales | | 4,686.50 | 5,599.43 | 6,690.20 | 7,993.45 | 9,550.57 |
| Mano de obra directa | | 1,133.00 | 1,353.71 | 1,617.41 | 1,932.48 | 2,308.93 |
| Costos Directos | | 5,819.50 | 6,953.14 | 8,307.61 | 9,925.93 | 11,859.50 |
| Mano de obra Indirecta | | 4,120.00 | 4,243.60 | 4,370.91 | 4,502.04 | 4,637.10 |
| Gastos indirectos | | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 | 4,000.00 |
| Depreciacion planta | | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 |
| Costos Indirectos | | 8,520.00 | 8,643.60 | 8,770.91 | 8,902.04 | 9,037.10 |
| COSTOS DE PRODUCCION | | 14,339.50 | 15,596.74 | 17,078.52 | 18,827.97 | 20,896.60 |
| Mantenimiento de Equipos | | 500.00 | 500.00 | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Gastos de Taller | | 500.00 | 500.00 | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Personal Administrativo | | 4,120.00 | 4,243.60 | 4,370.91 | 4,502.04 | 4,637.10 |
| Depreciacion oficina y Amortizacion | | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 |
| Gastos de administracion | | 10,120.00 | 10,243.60 | 10,370.91 | 10,502.04 | 10,637.10 |
| GASTOS OPERATIVOS | | 10,620.00 | 10,743.60 | 10,870.91 | 11,002.04 | 11,137.10 |
| TOTAL DE COSTOS | | 24,959.50 | 26,340.34 | 27,949.43 | 29,830.00 | 32,033.70 |

| CAPITAL DE TRABAJO | AÑOS | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Capital de trabajo | | 4,686.50 | 5,599.43 | 6,690.20 | 7,993.45 | 9,550.57 |
| CAMBIO EN EL CAPITAL DE TRABAJO | -4,686.50 | -912.93 | -1,090.77 | -1,303.25 | -1,557.12 | 9,550.57 |

| ESTADO DE RESULTADOS | AÑOS | | | | | |
|----------------------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ingresos | | 24,000.00 | 29,535.46 | 35,288.96 | 42,163.25 | 50,376.65 |
| Costos de ventas | | -14,339.50 | -15,596.74 | -17,078.52 | -18,827.97 | -20,896.60 |
| Utilidad bruta | | 9,660.50 | 13,938.72 | 18,210.44 | 23,335.29 | 29,480.05 |
| Gastos de Taller | | -500.00 | -500.00 | -500.00 | -500.00 | -500.00 |
| Gastos de Administracion | | -10,120.00 | -10,243.60 | -10,370.91 | -10,502.04 | -10,637.10 |
| UAII | | -959.50 | 3,195.12 | 7,339.54 | 12,333.25 | 18,342.96 |
| Gastos financieros | | -2,224.47 | -1,870.82 | -1,476.50 | -1,036.83 | -546.61 |
| UAI | | -3,183.97 | 1,324.29 | 5,863.03 | 11,296.42 | 17,796.35 |
| Impuesto a la renta | | 939.27 | -390.67 | -1,729.60 | -3,332.44 | -5,249.92 |
| Ahorro de impuestos | | 656.22 | 551.89 | 435.57 | 305.87 | 161.25 |
| UTILIDAD NETA | | -1,588.48 | 1,485.52 | 4,569.01 | 8,269.84 | 12,707.68 |

Tabla 59. Indicadores de evaluación

| FLUJO DE CAJA NOMINAL | AÑOS | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Precio | 4,000.00 | 4,120.00 | 4,243.60 | 4,370.91 | 4,502.04 | 4,637.10 |
| Cantidad | | 6.00 | 6.96 | 8.07 | 9.37 | 10.86 |
| Ingresos | | 24,720.00 | 29,535.46 | 35,288.96 | 42,163.25 | 50,376.65 |
| Costos de ventas | | -14,339.50 | -15,596.74 | -17,078.52 | -18,827.97 | -20,896.60 |
| Utilidad bruta | | 10,380.50 | 13,938.72 | 18,210.44 | 23,335.29 | 29,480.05 |
| Gastos de Taller | | -500.00 | -500.00 | -500.00 | -500.00 | -500.00 |
| Gastos de Administracion | | -10,120.00 | -10,243.60 | -10,370.91 | -10,502.04 | -10,637.10 |
| Depreciación | | -6,400.00 | -6,400.00 | -6,400.00 | -6,400.00 | -6,400.00 |
| Utilidad operativa | | -6,639.50 | -3,204.88 | 939.54 | 5,933.25 | 11,942.96 |
| Impuesto a la renta | | 1,195.11 | 576.88 | -169.12 | -1,067.98 | -2,149.73 |
| Utilidad neta | | -5,444.39 | -2,628.00 | 770.42 | 4,865.26 | 9,793.23 |
| Depreciación | | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 |
| FLUJO DE CAJA OPERATIVO | | 955.61 | 3,772.00 | 7,170.42 | 11,265.26 | 16,193.23 |
| Inversion Inicial | -34,000.00 | | | | | |
| Cambio en capital de trabajo | -4,550.00 | -749.84 | -895.91 | -1,070.43 | -1,278.95 | 9,550.57 |
| Valor de desecho | | | | | | 99,108.60 |
| FLUJO DE CAJA DE INVERSIONES | -38,550.00 | -749.84 | -895.91 | -1,070.43 | -1,278.95 | 108,659.17 |
| FLUJO DE CAJA TOTAL O ECONOMICO | -38,550.00 | 205.77 | 2,876.09 | 6,099.99 | 9,986.31 | 124,852.40 |
| Prestamo | 19,343.25 | | | | | |
| Interes | | -2,224.47 | -1,870.82 | -1,476.50 | -1,036.83 | -546.61 |
| Amortizacion | | -3,075.22 | -3,428.87 | -3,823.20 | -4,262.86 | -4,753.09 |
| Seguros y comisiones | | -19.34 | -16.27 | -12.84 | -9.02 | -4.75 |
| FLUJO DE CAJA DE LA DEUDA | 19,343.25 | -5,319.04 | -5,315.97 | -5,312.54 | -5,308.71 | -5,304.45 |
| Ahorro de impuestos (AI) | | 661.93 | 556.69 | 439.36 | 308.53 | 162.65 |
| FLUJO DE CAJA FINANCIERO | -19,206.75 | -4,451.35 | -1,883.19 | 1,226.81 | 4,986.13 | 119,710.60 |

| | AÑOS | | | | | |
|---|------------|--------|----------|----------|-----------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| FLUJO DE CAJA ECONOMICO AJUSTADO | -38,550.00 | 769.62 | 3,350.30 | 6,474.25 | 10,249.13 | 124,990.95 |

Fuente: Base de datos de la investigación

INDICADORES DE EVALUACION

| | AÑOS | | | | | |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VA (V) = VA (FCE, WACC) | 93,415.42 | 101,876.46 | 108,592.89 | 112,849.04 | 113,750.88 | 124,852.40 |
| VA (E) = VA (FCF, Ke) | 142,444.17 | 160,520.14 | 177,895.21 | 193,957.75 | 207,933.12 | 108,659.17 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|--|-----------|--|--|--|
| VAN (V) = VA (FCE, WACC) | 54,865.42 | | 54,865.42 | | | |
| VAN (E) = VA (FCF, Ke) | 123,237.42 | | | | | |

| EVALUACION | ECONOMICA | FINANCIERA |
|-------------------------------------|--------------|--------------|
| Valor actual Neto (VAN) | S/ 48,607.58 | S/ 54,865.42 |
| Tasa interna de retorno (TIR) | 32.26% | 40.83% |
| IR = Relacion Beneficio-Costo (B/C) | 2.42 | 7.42 |

VAN INTERPRETACION.

| | |
|---------|------------------------|
| VAN > 0 | El proyecto es viable. |
|---------|------------------------|

TIR INTERPRETACION.

| | |
|----------|------------------------|
| TIR > Ku | El proyecto es viable. |
|----------|------------------------|

IR INTERPRETACION.

| | |
|--------|------------------------|
| IR < 1 | El proyecto es viable. |
|--------|------------------------|

4.5.2 Interpretación de indicadores VAN y TIR:

Al ser el VAN un valor positivo, se considera que la propuesta es viable. De la misma manera, al ser el TIR mayor que la tasa TEA, se considera que la propuesta es viable. En un plazo de 5 años fijado, se lograría resolver el préstamo para el proyecto, además de generar ganancias desde el primer año.

4.6 Discusión de resultados:

Según el estudio, se encontró una carencia de métodos en el área de mantenimiento con respecto a la maquinaria que interviene directamente en el proceso productivo de la planta del taller de reparación de neumáticos OTR. Asimismo, existen métodos precarios de mantenimiento preventivo sin un plan o procedimiento establecido para intervenir los equipos cuando sea necesario. En ese sentido, una sola herramienta para programar el mantenimiento preventivo y mantenerlo a su máxima capacidad no es suficiente. Asimismo, se evidenció que una mala gestión del mantenimiento preventivo afecta profundamente el rendimiento de los colaboradores, lo que genera una cultura organizacional diferente a la misión y visión de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR. También afecta a los colaboradores que deben trabajar en un clima laboral acostumbrado a las averías y con poca intención de trabajo en equipo. Esto, en general, afecta el proceso productivo, ya que se generan pérdidas de distinto tipo.

En la propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para la optimización del proceso productivo en la empresa estudiada, se buscan mejoras que permitan eliminar los tiempos perdidos y, de esta manera, hacer posible una mejor gestión en el manejo de plan de mantenimiento preventivo. Para ello, se requieren propuestas viables como mejores planes de mantenimiento preventivo apoyados en herramientas como cronogramas, checklist, charlas, capacitaciones, reestructuración del diagrama de recorridos, etc. En ese sentido, encontramos necesaria la implementación de

un área de mantenimiento junto a personal dedicado a la tarea, que no sea personal de relevo o personal del proceso productivo que tenga que desperdiciar su tiempo de producción y convertirlo en tiempo dedicado a las tareas de mantenimiento correctivo.

Finalmente, con un exhaustivo estudio de métodos, se descubrió cuánto es realmente el tiempo que desperdicia un colaborador al dedicarse a tareas que no le corresponden dentro del proceso productivo, en este caso en el rubro de mantenimiento. En ese sentido, se encontró una alarmante fuga de tiempo que podría ser utilizado para que el colaborador pueda seguir reparando e, incluso, aumentando las ganancias para la empresa. Además, podría entregar en menor tiempo los lotes de neumáticos pactados con el cliente y ahorrar en gastos por almacenar más neumáticos en stock por reparar.

Del mismo modo, este estudio de métodos permitirá un gran avance en la empresa y en una nueva gestión de mantenimiento, con personal capacitado y disponible, además de una solvencia económica conveniente para la empresa. Esto involucrará no solo al personal encargado de mantenimiento, sino también a todo el personal de área con el que se trabajen los diversos equipos y máquinas. No está demás concluir que al equipo mejor cuidado y mejor usado le corresponderá un mantenimiento rápido, lo cual brinda seguridad en las tareas de reparación y, por consiguiente, un proceso productivo eficaz.

Conclusiones

- El plan de mantenimiento preventivo vigente no cumple el estándar para mantener un proceso productivo normal. Este solo se limita a un checklist diario por parte del personal que lo va a usar. Tampoco cuenta con un encargado o jefe que revise el checklist. De la misma manera, los equipos son revisados por el propio personal en caso de falla y no por un encargado o jefe. Asimismo, no hay una gestión que permita saber cuándo se usa un equipo ni quien lo usa, lo que provoca serias incógnitas al momento de una avería y presión en el personal al momento de reparar.
- Se concluye que, con el plan de mantenimiento preventivo vigente, las pérdidas de tiempo son alrededor de 47.6 días por averías, fallas o equipo en mal estado. Esta situación puede ser revertida con la aplicación del plan de gestión de mantenimiento propuesto; para ello, habrá un encargado del área de mantenimiento para reparar equipos en mal estado o implementar equipos adicionales en cualquier caso de avería. Esto también implica el compromiso de los colaboradores para darle un mejor uso a sus equipos y reportar instantáneamente cualquier falla en sus equipos que interrumpa el proceso de reparación. Esto se logrará con charlas y capacitaciones, que expliquen el uso correcto de equipos, el trabajo a conciencia y los buenos hábitos para conservar equipos y máquinas en el taller. De esta manera, se asegura que el tiempo perdido debido a una mala gestión de mantenimiento preventivo se empiece a reducir. De esa manera, además de incrementar los ingresos por reparación de neumáticos OTR, se conseguirá un ambiente laboral cálido.
- Se concluye que la aplicación del nuevo plan de mantenimiento preventivo en la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR, empezaría con una reunión de personal en la que se explique lo acontecido; luego, se explicará el procedimiento de

reporte de averías. A continuación, se presentará al encargado de mantenimiento, a quien se le deberá informar sobre las fallas o averías acontecidas y se aclarará que el trabajador no debe interrumpir otro proceso. Luego de esto, en las charlas de seguridad diurnas, el encargado de mantenimiento recordará a los colaboradores que está apto para recibir cualquier equipo para su revisión. Finalmente, se estipulará que cualquier colaborador que no reporte una avería por más mínima que esta sea, recibirá una sanción.

Recomendaciones

- Se recomienda que el nuevo plan de mantenimiento propuesto sea una prioridad para el área de reparación a fin de que pueda mejorar el manejo de la producción en el taller de reparación de la empresa contratista dedicada a la reparación de neumáticos OTR y así evitar la pérdida de tiempo y dinero.
- Se recomienda que, a pesar de que las averías reduzcan su nivel en número de veces presentadas, se siga investigando por qué estas se producen, de modo que se incentive al personal a trabajar con más cuidado y calidad, no solo en sus acabados sino también en el manejo de sus herramientas asignadas.
- Por último, se recomienda asegurar el compromiso del área para avanzar en la producción. Esto mantendrá un buen clima entre trabajadores del área de mantenimiento con sus superiores; además de mostrar que existe un deseo de alcanzar un nivel de producción óptimo con beneficios para clientes, directivos, superiores y colaboradores.

Bibliografía

1. BOTERO VELÁSQUEZ, C. *Plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos*. (Licenciatura en Ingeniería Informática). Medellín: Universidad EAFIT, 2010, 125 pp. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47244919.pdf>
2. VIVEROS, P. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería* [en línea]. Noviembre, 2012, 21 (1), 125-138 [fecha de consulta: 10 de enero de 2022]. ISSN: 0718 3305. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011
3. SANMARTIN QUIZHPI, J. y QUEZADA TOCTO, M. *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa cerámica Andina CA*. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2014, 211 pp. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8944/1/UPS-CT005205.pdf>
4. RODRÍGUEZ-CASTRO, F. *Propuesta para la implementación de un Modelo de Gestión de Mantenimiento en Tropical Paradise Fruits Company*. (Licenciatura en Ingeniería Electromagnética). Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018, 179 pp. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10459/propuesta_implementacio_modelo_gestion_mantenimiento_tropical_paradise_fruits_company.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. CONCHA VEGA, A. *Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento clínica Universidad los Andes*. (Licenciatura en Ingeniería Ejecución en

- Mantenimiento Industrial). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2020, 74 pp. [fecha de consulta: 10 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/49359/3560901068860/UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. VILLEGAS, J. *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas generales*. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2020, 330 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15234/1/VILLEGAS_AR_ENAS_JUA_OPT.pdf
 7. MARTÍNEZ CALIZAYA, A. *Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicio en alquiler de maquinaria*. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2012, 100 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/600661/Tesis%20Mart%c3%adnez%20Calizaya.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
 8. RODRÍGUEZ, M. *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2012, 73 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/89>
 9. CIEZA-GUZMÁN, J y RECUENCO-PATIÑO, G. *Mejora en el proceso de producción de neumáticos en el área de producción de rodantes en la empresa Lima Caucho SA*. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima:

- Universidad de Lima, 2020, 147 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11257/Cieza Guzm%c3%a1n Jos%c3%a9 Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11257/Cieza_Guzm%c3%a1n_Jos%c3%a9_Miguel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
10. SILVA HUARCAYA, J. Machine Learning en la mejora del proceso de operaciones comerciales en la empresa Redondos. 2020 [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Optimizacion-de-la-Gestion-de-Mantenimiento-41>
11. FELIX CORDOVA, L. *Gestión del Mantenimiento para la mejora de la Productividad de la línea de envasado de carne del Centro de Distribución de Cencosud Retail Perú S.A.C.* (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2018, 150 pp. [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021]. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24472/Felix_CLF.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. GUZMAN ACEVEDO, C. *Propuesta de mejora en base a la gestión de mantenimiento y orientados a la disponibilidad de servicios de la flota de vehículos pesados de la empresa de transporte Pereda*". (Licenciatura en Ingeniería Transporte). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2020, 195 pp. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4639/GUZMAN%20ACEVEDO%20CELY%20JACKELINE%20-%20TITULO%20PROFESIOANAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. HUANCAHUIRE CHAMPI, S. y QUISPE PONCE DE LEÓN, K. *Mejora de la gestión de mantenimiento, basada en la mantenibilidad y el incremento*

de la disponibilidad de la flota de tractores oruga bulldozer d475 en la empresa Komatsu Mitsui 2017- 2018. (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2018, 114 pp. [fecha de consulta: 17 de noviembre de 2021]. Disponible en: http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/1673/1/Sheyla_Karen_Tesis_bachiller_2018.pdf

14. ROJAS VITE, C. y SALAZAR LARA, A. *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento para reducir el tiempo de paradas de máquina en una empresa fabricante de plásticos en el Perú.* (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018, 115 pp. [fecha de consulta: 17 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3363/IND-T030_44719533_T%20%20%20ADOLFO%20JEAN%20PIERRE%20SALAZAR%20LARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. GÓMEZ GONZALES, J. *Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento utilizando el sistema SAP para los equipos de chancado, molienda, flotación, filtrado y relaves de planta de beneficio de una Empresa Minero-Metalúrgica. Caso Empresa Minera Ares.* (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín, 2017, 264 pp. [fecha de consulta: 17 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5822>
16. BSG INSTITUTE. *Gestión del Mantenimiento.* [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://bsginstitute.com/SubArea/Gestion-del-Mantenimiento>
17. DATASCOPE. *¿Qué es Planificación y Control de Mantenimiento y cómo aplicarlo?*. 2020. [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://mydatascope.com/blog/es/que-es-planificacion-y-control-de-mantenimiento-y-como-aplicarlo/>
18. OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. *Introducción al Estudio del Trabajo.* Suiza.

19. NEUMA PERÚ. Servicios de reparación OTR. 2021. [fecha de consulta: 25 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://neumaperu.com.pe/servicios/otr/reparacion-otr>
20. REMA TIP TOP. Catálogo en línea. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.rema-tiptop.es/es/media-center/catalogos/101>
21. AEC CENTRO DE MANTENIMIENTO. Mantenimiento. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
22. CONCEPTODEFINICIÓN. Gestión. [Fecha de consulta: 30 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/gestion/>
23. ECONOPEDIA. Definiciones del proceso productivo. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/proceso-productivo.html>
24. CONCEPTODE. Productividad. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <https://concepto.de/productividad/>
25. ECONOPEDIA. Análisis costo beneficio. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-costebeneficio.html>
26. SIGNIFICADOS. Tipos de Investigación. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/>
27. LAS CASAS. El Método científico y sus etapas. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>
28. DEVNSIDE. Tipos y Niveles de Investigación. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2022]. Disponible en: <http://devnside.blogspot.com/2017/10/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

29. QUESTION PRO. Diseño de Investigación. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/disen-de-investigacion/>
30. ROCKCONTENT. Tipos de Redacción. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://rockcontent.com/es/blog/tipos-de-redaccion/>
31. ALERTA SALUD. Introducción a los tipos de muestreo. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>
32. NEUMA PERÚ CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. Manual de gestión de la calidad ISO 9001. 2015. I Edición.
33. AUTOR DESCONOCIDO. Identificación de los neumáticos de obras públicas. Michelin. 28 ava Edición.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis económico

| CRONOGRAMA DE INVERSIONES | | AÑOS | | | | | TOTAL |
|-----------------------------|--|-----------|---|---|---|---|-----------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BIENES FISICOS | | | | | | | |
| Equipos | | 0.00 | | | | | 0.00 |
| Muebles | | 2,000.00 | | | | | 2,000.00 |
| Total de bienes fisicos | | 2,000.00 | | | | | 2,000.00 |
| BIENES INTANGIBLES | | | | | | | |
| Ingenieria | | 30,000.00 | | | | | |
| Total de bienes intangibles | | 30,000.00 | | | | | 30,000.00 |
| INVERSION FIJA TOTAL | | 32,000.00 | | | | | 32,000.00 |
| Capital de trabajo | | -500.00 | | | | | -500.00 |
| INVERSION TOTAL | | 31,500.00 | | | | | 31,500.00 |

| CARGOS POR DEPRECIACION | | AÑOS | | | | | TOTAL |
|-----------------------------|--|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| BIENES TANGIBLES | | | | | | | |
| Equipos de planta | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Muebles de planta | | | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 |
| Total de bienes tangibles | | | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 | 400.00 |
| BIENES INTANGIBLES | | | | | | | |
| Total de bienes intangibles | | | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 | 6,000.00 |
| TOTAL | | | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 | 6,400.00 |

Anexo 2 Análisis económico

| MÓDULO DE INVERSION SIN IGV | COSTO |
|---------------------------------------|-----------------|
| Equipos de planta | S/ 2,000.00 |
| Muebles de planta | S/ 2,000.00 |
| Total de inversion tangible | S/ 4,000.00 |
| Total de inversion Intangibles | S/ 30,000.00 |
| INVERSION FIJA TOTAL | S/ 34,000.00 |
| Capital de trabajo | S/ 4,686.50 |
| INVERSION TOTAL | S/ 38,686.50 |

Anexo 3 **Tabla 13.** Pre Hoja de datos 1 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 1 | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 1 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 15 | 1.6 | 1.6 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 48 | 5.1 | 6.8 |
| | Raspado | 36 | 3.9 | 10.6 |
| | Cortado de Cables | 25 | 2.7 | 13.3 |
| | Acabado | 24 | 2.6 | 15.9 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 7.0 | 22.8 |
| | Rellenado | 180 | 19.3 | 42.1 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 3.2 | 45.3 |
| | Vulcanizado | 480 | 51.4 | 96.8 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 3.2 | 100.0 |
| | Total | 933 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Anexo 4 **Tabla 15.** Pre Hoja de datos 2 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 2 | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 2 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 18 | 1.9 | 1.9 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 58 | 6.1 | 8.0 |
| | Raspado | 39 | 4.1 | 12.0 |
| | Cortado de Cables | 35 | 3.7 | 15.7 |
| | Acabado | 20 | 2.1 | 17.8 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 6.8 | 24.6 |
| | Rellenado | 180 | 18.8 | 43.5 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 3.1 | 46.6 |
| | Vulcanizado | 480 | 50.3 | 96.9 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 3.1 | 100.0 |
| | Total | 955 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 **Tabla 17.** Pre Hoja de datos 3 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 3 | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 3 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 12 | 1.1 | 1.1 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 89 | 8.3 | 9.4 |
| | Raspado | 42 | 3.9 | 13.3 |
| | Cortado de Cables | 38 | 3.5 | 16.9 |
| | Acabado | 27 | 2.5 | 19.4 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 6.1 | 25.4 |
| | Rellenado | 240 | 22.4 | 47.8 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 2.8 | 50.6 |
| | Vulcanizado | 480 | 44.7 | 95.3 |
| Acabado Final | Acabado final | 50 | 4.7 | 100.0 |
| | Total | 1073 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6 **Tabla 19.** Pre Hoja de datos 4 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 4 | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 4 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 19 | 1.8 | 1.8 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 66 | 6.1 | 7.9 |
| | Raspado | 57 | 5.3 | 13.2 |
| | Cortado de Cables | 46 | 4.3 | 17.5 |
| | Acabado | 43 | 4.0 | 21.5 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 6.0 | 27.5 |
| | Rellenado | 240 | 22.3 | 49.8 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 2.8 | 52.6 |
| | Vulcanizado | 480 | 44.6 | 97.2 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 2.8 | 100.0 |
| | Total | 1076 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7 **Tabla 21.** Pre Hoja de datos 5 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 5 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 5 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 34 | 4.9 | 4.9 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 80 | 11.6 | 16.5 |
| | Raspado | 30 | 4.3 | 20.9 |
| | Cortado de Cables | 46 | 6.7 | 27.5 |
| | Acabado | 45 | 6.5 | 34.1 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 9.4 | 43.5 |
| | Rellenado | 180 | 26.1 | 69.6 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 4.3 | 73.9 |
| | Vulcanizado | 120 | 17.4 | 91.3 |
| Acabado Final | Acabado final | 60 | 8.7 | 100.0 |
| | Total | 690 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8 **Tabla 23.** Pre Hoja de datos 6 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 6 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 6 Turno Día | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Inspección Inicial | Inspección Inicial | 22 | 3.4 | 3.4 |
| Escareado y Raspado | Escareado | 58 | 8.9 | 12.3 |
| | Raspado | 66 | 10.2 | 22.5 |
| | Cortado de Cables | 38 | 5.9 | 28.4 |
| | Acabado | 40 | 6.2 | 34.5 |
| Rellenado | Cementado | 65 | 10.0 | 44.5 |
| | Rellenado | 180 | 27.7 | 72.3 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 4.6 | 76.9 |
| | Vulcanizado | 120 | 18.5 | 95.4 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 4.6 | 100.0 |
| | Total | 649 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9 **Tabla 25.** Pre Hoja de datos 7 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 7 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 1 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Rellenado | Cementado | 65 | 7.7 | 7.7 |
| | Rellenado | 240 | 28.4 | 36.1 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 3.6 | 39.6 |
| | Vulcanizado | 480 | 56.8 | 96.4 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 3.6 | 100.0 |
| | Total | 845 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10 **Tabla 27.** Pre Hoja de datos 8 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 8 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 2 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Rellenado | Cementado | 65 | 8.3 | 8.3 |
| | Rellenado | 180 | 22.9 | 31.2 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 3.8 | 35.0 |
| | Vulcanizado | 480 | 61.1 | 96.2 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 3.8 | 100.0 |
| | Total | 785 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11 **Tabla 29.** Pre Hoja de datos 9 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 9 | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 3 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Rellenado | Cementado | 65 | 8.3 | 8.3 |
| | Rellenado | 180 | 22.9 | 31.2 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 3.8 | 35.0 |
| | Vulcanizado | 480 | 61.1 | 96.2 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 3.8 | 100.0 |
| | Total | 785 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12 **Tabla 31.** Pre Hoja de datos 10 para el diagrama de Pareto.

| Hoja de datos para el diagrama de Pareto 10 | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|-------|-------------|
| Operador OTR 4 Turno Noche | Actividad / Proceso | Tiempo Transcurrido (min) | % | % Acumulado |
| Rellenado | Cementado | 65 | 9.0 | 9.0 |
| | Rellenado | 120 | 16.6 | 25.5 |
| Vulcanizado | Armado | 30 | 4.1 | 29.7 |
| | Vulcanizado | 480 | 66.2 | 95.9 |
| Acabado Final | Acabado final | 30 | 4.1 | 100.0 |
| | Total | 725 | 100.0 | |

Recolección de datos proporcionada por medición del tiempo de cada proceso y subproceso de la reparación de neumáticos OTR.

Fuente: Elaboración propia.