



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

Incremento de la productividad en el proceso de transporte de mineral mediante la aplicación de la metodología TPM en la empresa minera Río Chicama S.A.C. de la Libertad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Castro Quiroz, Pervis Rivelino (ORCID: 0000-0003-4957-3937)

ASESOR:

Mg. Paredes Corcuera, Edwin Danilo (ORCID: 0000-0002-5630-4308)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por bendecirme siempre y sobre todo por haber puesto en mi vida a seres maravillosos y muy especiales. Gracias por enseñarme que las dificultades se superan con perseverancia.

A mis padres, María Quiroz E. y Aquilino Castro Ch., por su amor, paciencia, confianza, motivación y apoyo incondicional.

A mis familiares por su confianza en especial a mis tíos Jesús, Kelly, Juan, Heriberto, Teresa Q. por brindarme su apoyo y creer en mis aspiraciones.

A mis hermanos: Cesar, Doris, Marisol, Danny y Yesica por su motivación y por siempre estar pendientes de mí.

Pervis Rivelino Castro Quiroz,

Agradecimiento

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar guiándome en cada paso de mi vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte.

Un agradecimiento especial a la doctora Ing. María Armas Alvarado por su apoyo y colaboración que permitió la elaboración del presente trabajo de Tesis y llegar a su culminación.

A mi Asesor Mg. Edwin Danilo Paredes Corcuera, por brindarme sus conocimientos y saber guiarme y trasladarme sus sugerencias para terminar mi tesis con satisfacción.

A la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, que me permitió obtener una sólida formación profesional, preparándome para enfrentar con sabiduría y competitividad el mundo laboral.

A mis amigos de clase que poco a poco se convirtieron en mis hermanos tanto en el aula con fuera de ella.

A mis Familiares, por estar en todo momento en las buenas y en las malas, apoyándome siempre a seguir adelante.

¡Gracias!

Castro Quiroz Pervis Rivelino

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	63
2.1 Tipo y diseño de la investigación.	64
2.2 Operacionalización de Variables	64
2.3 Población y muestra	66
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	66
2.5 Procedimiento.	67
2.6 Métodos de análisis de datos:	69
2.7 Aspectos éticos:	69
III. RESULTADOS	70
3.1. Resultados del diagnóstico situacional del área de estudio	71
3.1.1. Pasos del diagnóstico	71
3.2. Resultados del diseño e implementación de la propuesta de mejora	91
3.2.1 Fase 1: Preparación.	91
3.2.2 Fase 2: Introducción.	100
3.2.3 Fase 3: Implantación.	100
3.2.4 Fase 4: Estabilización.	135
IV. DISCUSIÓN	143
V. CONCLUSIONES	147
VI. RECOMENDACIONES	152
REFERENCIAS	154
ANEXOS	161

RESUMEN

La presente tesis profesional tiene como objetivo principal realizar el INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE MINERAL MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM, esta investigación se desarrolló en la empresa minera Río Chicama S.A.C de la Libertad, con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

Se inició con el diagnóstico situacional de la empresa, luego se procedió a diseñar la propuesta de implementación basada en las 4 fases y 12 pasos del Mantenimiento Productivo Total (TPM), considerando el mantenimiento autónomo, educación y entrenamiento y mantenimiento planificado, la aplicación del programa de 5Ss también como base de esta implementación. El uso de técnicas como la entrevista, observación, encuesta y el análisis estadístico se empleó en esta metodología; cuestionarios no estructurados, Check List, y fichas diagnóstico se usó como instrumentos para el desarrollo. Luego de implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM), se incrementó la productividad en 69.46%, la disponibilidad en 89.90%, la confiabilidad se incrementó a 75.05%, un incremento de la mantenibilidad en 86.65% y el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) fue mayor en 78.12 horas y una reducción del Tiempo Medio Para Reparar (MTTR) a 0.99 horas.

Finalmente se evaluó el impacto del incremento de la productividad y disponibilidad de los equipos sobre el balance económico y de tener una pérdida por inoperatividad de US\$ 51,304.71 en promedio por mes se logró reducir a US\$15,894.61 por mes. Con respecto a la producción del mineral en la unidad Bumerang se obtuvo un incremento mensual de 1,485 tn promedio.

Palabras clave: TPM, mantenimiento autónomo, gestión de mantenimiento.

ABSTRACT

The main objective of this professional thesis is to INCREASE PRODUCTIVITY IN THE MINERAL TRANSPORTATION PROCESS THROUGH THE APPLICATION OF THE TPM METHODOLOGY, this research was carried out in the mining company Río Chicama SAC of La Libertad, with the purpose of obtain the Professional title of Electrical Mechanical Engineer.

It began with the situational diagnosis of the company, then proceeded to design the implementation proposal based on the 4 phases and 12 steps of *Total Productive Maintenance* (TPM), considering autonomous maintenance, training, planned maintenance and the application of the methodology of 5Ss to be the basis of this implementation. The methodology used consists of the use of techniques such as interview, observation, survey and statistical analysis; and the use of their respective instruments such as the development of unstructured questionnaires, Check List, and diagnostic sheets. After implementing TPM, productivity was increased by 69.46%, availability by 89.90%, reliability increased to 75.05%, an increase in maintainability by 86.65%, and *Mean Time Between Failures* (MTBF) was greater by 78.12 hours and a *Medium Time To Repair* (MTTR) reduction to 0.99 hours.

Finally, the impact of the increase in equipment availability on the economic balance and having an inoperative loss of US \$ 51,304.71 on average per month was reduced to US \$ 15,894.61 per month. With respect to the production of the mineral in the Bumerang unit, a monthly increase of 1,485 tons was obtained on average.

Keywords: TPM, autonomous maintenance, maintenance management.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la minería en el mundo viene recuperándose en las cotizaciones de los minerales a partir del año 2016 y eso hace muy atractivo para que los inversionistas dinamicen sus flujos de inversión en el mundo y mejor aún en América Latina y en países como el Perú, que presentan los costos de producción más bajos a nivel mundial, por ejemplo, en metales como el cobre. En el Perú, el 50% de las divisas generadas lo representa el sector minero en el nuestro país, recaudación fiscal el 20% y Producto Bruto Interno del país el 11%, entre v2014 y 2018 se expandió en un 34% el valor anual de las exportaciones de productos mineros, se exportó US\$ 7,227 millones en el primer trimestre del 2018 y al cierre del 2017 la minería peruana exportó US\$ 27,480 millones (Shinno, 2019).

La clasificación de las empresas mineras se puede dar de acuerdo al método de explotación: una clasificación sería superficial o de cielo abierto usado para la extracción de los minerales localizados a profundidades menores a 160 metros y otra clasificación sería en subterránea cuando realizan la explotación de los minerales por debajo de la superficie del terreno. Para poder llevar adelante la explotación de estos recursos primarios, la maquinaria y los equipos que se usan necesitan ser modernos, sofisticados y bien diseñados para realizar la perforación, transporte, carga y descarga del mineral.

Las industrias mineras mundiales están constantemente en la búsqueda de mejorar la productividad y su calidad a través de la aplicación de diferentes estrategias y/o herramientas como: Just in Time (Justo a Tiempo), Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta), Six Sigma (Seis Sigma), Gestión por procesos (Ejm.: ISO 9001:2000), Balanced Scorecard, etc, el área de mantenimiento juega un papel muy importante en todo proceso, en tal sentido, no es ajeno a los cambios que se puedan dar dentro de la industria y en consecuencia busca estrategias para dar soluciones inmediatas. De esta forma encontramos que la estrategia más considerada para la mejoría en la gestión de activos es TPM siempre con la visión de que, a menor plazo y en paralelo con los objetivos de la empresa, se logre una alta confiabilidad en la operación de los equipos que son parte de la producción y como consiguiente se logre mejorar la competitividad de la organización. (Paredes Rodríguez, 2008)

En la actualidad, la minería de América Latina, así como en Argentina vive en la actualidad una expansión sin precedentes, pero al ser tan abrupto y repentino estos avances, generalmente las compañías no consideran dentro de sus actividades el apoyo que constituye el mantenimiento, tales como el abastecimiento logístico donde debe considerarse y poner la mayor importancia, los mantenimientos aplicados en la minería es de vital importancia por lo que se debe considerar como primer presupuesto para la empresa y manejarlo de manera cuidadosa con una estrategia clara y bien estructurada que evite pérdidas en el proceso tales como: parada de equipos, accidentes, problemas ecológicos, problemas socioeconómicos, desviaciones del presupuesto, etc. (Eduardo Klimasauskas, Rubén, 2017)

Hoy en día el sector minero peruano es una industria competitiva, rentable y moderna y es por ello que las estrategias que diseñan las empresas les permiten mantenerse en el mercado basado en el cumplimiento de su aplicación de estándares para una mejor productividad. En el sector industrial se vive constantes cambios y en tal sentido las empresas tienen la obligación de definir como evaluar o analizar sus procesos con herramientas de gestión para medir su nivel de desempeño, esto les permitirá denotar sus activos con efectividad, eficacia y eficiencia, según la implementación del TPM que con la aplicación de sus acciones sistematizadas influyen para un desarrollo en la competitividad.

En la empresa Minera Río Chicama, los procesos de mantenimiento que se han estado realizando, es corregir los desperfectos de las máquinas cada vez que se malogre, es decir, hacer mantenimiento a la máquina después de haber ocurrido la falla, además no se cuenta con un historial de fallas o reparaciones realizadas, tiempos de parada por fallas, registros de repuestos críticos, etc., lo que ha causado grandes pérdidas en el proceso debido a las extensas paradas de los equipos de manera imprevista.

La empresa minera RIO CHICAMA S.A.C., (que antes pertenecía a la compañía minera Bumerang) desde junio del 2011, dedicada a la exploración y extracción de minerales, metálicos

y no metálicos como la plata, el antimonio y en pequeñas cantidades se encuentra el oro. Dicha empresa está ubicada a 1,250 msnm en la zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad.

La Compañía minera Río Chicama tiene sus yacimientos en mina subterránea, el cuál es extraído gracias al método de explotación convencional OPEN STOPING¹. Para la perforación de la roca se utiliza las perforadoras neumáticas convencionales Yack-leg o Stoper (figura 1) las cuales su funcionamiento se da a base de aire comprimido, el tipo de perforadora a utilizar dependerá del ángulo de perforación donde se muestre las reservas del mineral.



Figura 1: Proceso de perforación para la extracción del mineral

Fuente: Compañía minera Río Chicama.

Dicha perforación se realiza en puntos señalados por el personal de geo-mecánica en una sección estandarizada según se muestre las reservas del mineral. En la unidad de producción Bumerang (Minera Río Chicama) se trabaja una sección de 2.5 metros de ancho x 3 metros de altura. (Figura 2)

¹ Procedimiento donde el mineral se recupera en tajeos abiertos normalmente rellenadas después de ser minados.



Figura 2: Puntos de señalización para la perforación de la roca.

Fuente: Dpto. topografía minera Río Chicama.

Realizado la perforación, para el proceso de rotura de la roca se utiliza material explosivo según la dureza de la roca. (Figura 3)



Figura 3: Rotura de la roca con material explosivo.

Fuente: Dpto. Voladura minera Río Chicama.

Se toma un tiempo necesario para ventilar la zona de trabajo limpiando la polución y los gases emitidos por el material explosivo mediante un sistema de ventilación con aire comprimido, lo que consiste en ingresar aire forzado y ser expulsado mediante chimeneas. (Figura 4)



Figura 4: Sistema de ventilación.

Fuente: Compañía minera Río Chicama.

Es parte de este proceso realizar el desatado de rocas sueltas suspendidas en el techo de la mina con la finalidad de prevenir accidentes (figura 5). Según norma de seguridad (OSHAS 18001 en la actualidad 45001).



Figura 5: desatado de rocas.

Fuente: Dpto. Seguridad minera Río Chicama.

Terminado el proceso de ventilación el mineral es retirado del frente de operación de manera automática para no retrasar el ciclo de producción y continuar con el avance, para la limpieza o acarreo de mineral se utiliza el Winche (figura 6) y el scooptram (figura 7). El Winche se usa si la limpieza es en labores entre un ángulo de 20° y 50° ascendente y el scooptram se usa cuando la limpieza o acarreo de mineral es horizontal o con una gradiente de 15° ascendente o descendente, a un punto de acumulación para ser trasladado posteriormente a superficie.



Figura 6: Winche de arrastre.

Fuente: Compañía minera Río Chicama.



Figura 7: Limpieza de mineral (Vehículo Scooptram)

Fuente: Compañía minera Río Chicama.

El traslado de mineral de los puntos de acumulación o cámaras de carguío a superficie, se realiza con el uso de o una locomotora (figura 8) o con los camiones de bajo perfil doomper (figura 9)



Figura 8: Locomotora

Fuente: Compañía minera Río Chicama.



Figura 9: Vehículo Doomper.

Fuente: Compañía minera Río Chicama.

El mineral acumulado en superficie es trasladado a planta concentradora para el proceso de molienda. (Figura 10)



Figura 10: traslado de mineral a planta concentradora Doomper/Retroexcavadora

Fuente: Compañía minera Río Chicama.

Actualmente la empresa se ha enfocado en tener una mayor producción de mineral, restándole importancia a la gestión de mantenimiento dirigida a los equipos.

No se cuenta con un plan de mantenimiento planificado, lo que genera que el personal decida libremente en qué momento dentro del mes realice los trabajos correctivos.

La flota de equipos que cuenta la empresa para el sistema de acarreo y transporte de mineral en su gran mayoría es de origen chino y son poco confiables, por lo que en el transcurso de su operación presentan fallas imprevistas.

La empresa carece de personal técnico mantenedor capacitado, esto genera que cuando se presentan problemas críticos en los equipos, no se pueda dar una solución inmediata.

El personal técnico mantenedor tiene poco interés, no está involucrado con el área de mantenimiento, no hay motivación de liderazgo, no rellenan check list de mantenimiento.

El personal operador de los equipos sólo se limita a operar el equipo y dependen del personal de mantenimiento para correcciones menores, ajustes o lubricación, haciendo que el mantenedor use mucho tiempo en dar soluciones frecuentes.

La empresa no cuenta con un taller bien implementado, carece de herramientas adecuadas, así es muy complejo desarrollar las labores técnicas con normalidad.

Por el desinterés de parte de gerencia en las operaciones de la empresa, hace que en el área de logística carezca del stock de repuestos necesarios, que ayuden dar una solución inmediata o preventiva ante los percances que se presentan.

En la empresa no existe una política de integración entre las áreas de gerencia, logística, operaciones y mantenimiento, lo que lleva a un descuido total de los equipos.

Se genera una pérdida económica o lucro cesante por la inoperatividad de los equipos de trabajo en el proceso de transporte de mineral y como consecuencia de operar a estos equipos con una baja productividad también se genera una producción de mineral bajo en la unidad Bumerang.

Desde esta apreciación, la empresa tiene consecuencias en pérdidas de horas hombre, pérdidas financieras por la inoperatividad de los equipos y una baja producción de mineral. Los costos del ciclo de carguío, acarreo y transporte pueden representar hasta un 45% de los costos totales y el mejoramiento de la productividad impacta directamente en un costo menor por tonelada extraída (CUTI TANCAYLLO, 2019). El estado económico de las empresas se ven afectados por la baja disponibilidad y confiabilidad en los equipos que conforman el ciclo del transporte de mineral al no tener una estrategia para su mantenimiento que contribuya con una mejor productividad en base a la disponibilidad de los equipos (VILLA HUILLCA, 2017)

Debido a lo antes señalado, se propone realizar una mejora en la productividad en el proceso de transporte de mineral, para implementar planes de mantenimiento y disminuir fallas imprevistas en los equipos del transporte de mineral, a través de la aplicación del MPT en la compañía minera Río Chicama S.A.C, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad.

Como antecedentes de la presente investigación, se tiene al estudio de (MIGDALIZ CAVALCANTI, 2006) que adapta el Mantenimiento Productivo Total (MPT) junto con los índices de efectividad global de los equipos (OEE) en una empresa; durante la implementación del MPT se adoptaron puntos importantes como liderazgo, Información y Programas de Educación, Capacitación y adiestramiento en el Mantenimiento Autónomo, CATS y Motivación. Para medir el OEE se recolectó información en campo y se designó el área piloto donde se desarrollaría la implementación de la metodología. El resultado de esta medición sirve para ir mostrando el avance que se va teniendo al aplicar objetivos de corto plazo, así como mediano o a largo plazo y muestra el involucramiento gerencial de la empresa con esta implementación para que luego sea difundido a los superintendentes, jefes de división, operadores, mecánicos, etc. La aplicación del MPT en la empresa minera ayudara a maximizar el indicador OEE, reducir algunas perdidas y por efecto reducir los costos generados por mermas o paradas de equipo no programadas, lo cual hará que la empresa genere más ganancias

La autora (ESTRADA HUAMÁN, 2017) Realizó un análisis sobre la situación de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C, consideró implementar el TPM con la finalidad de que la vida útil de la flota vehicular se pueda incrementar al minimizar las fallas. Al implementar el TPM se aplicó una estrategia de trabajo donde se explica claramente la planificación del mantenimiento para las unidades vehiculares, considerando para esto el historial de cada unidad, paralelamente se tomó en cuenta el estado y la calidad de todas las unidades, las exigencias de trabajo a las que están sometidas la flota vehicular en las diferentes operaciones, Se sumó como parte de la estrategia el mantenimiento autónomo, direccionado a todo el personal y colaboradores involucrados en la práctica del mantenimiento con la finalidad de mejorar sus habilidades y conocimientos con el afán de tener

la capacidad de resolver problemas o fallas relacionados con el sistema automotriz. Posterior a la aplicación del TPM, se logró resultados muy favorables, consiguiendo incrementar la disponibilidad en toda la flota en base a la implementación de los nuevos parámetros en la gestión de mantenimiento. Se mejoró el índice productivo de 0.46 a 0.72 gracias a esta estrategia se recuperó la confianza de los clientes logrando atender sus requerimientos de manera oportuna.

Mediante la gestión del MPT (Mantenimiento Productivo Total) los autores (García Segura, y otros, 2019), buscaron incrementar la rentabilidad en la empresa de alimentos balanceados Abanor SRL, aplicando conceptos de la metodología 5S y la gestión de mantenimiento, según la investigación para reducir actividades que no agregan valor y mejorar la eficiencia de los equipos en la empresa. García realizó un análisis en cuanto al proceso de mantenimiento y producción mediante la observación directa y aplicando los conceptos técnicos. Estas se definieron dentro de aspectos concretos como Instalaciones Físicas, Personal que opera las máquinas, Condiciones de la maquinaria, Condiciones del Proceso de Fabricación y Salud Ocupacional. Además, aplicó encuestas, entrevistas y también usó el diagrama de causa efecto, donde se encontró ciertas fallas en la calidad y el mantenimiento de la maquinaria y equipos.

Según los autores García y otros, la empresa Abanor SRL contaba con maquinaria de producción que no eran las correctas, por ello fue necesario realizar un mantenimiento y/o reparación de algunas máquinas según lo arrojado por el diagrama de Pareto. Se implanto la realización de las 5S para empezar con un drástico cambio, también para trabajar con los productos de los que se obtenía mayor rentabilidad. Para el pronóstico de la demanda se utilizó la información de la empresa, teniendo en cuenta que si no hubiera paradas imprevistas la producción incrementaría en un 20% y se lograría aumentar la rentabilidad de la empresa Abanor SRL a un 10%, Con respecto al Beneficio Costo de la propuesta de investigación, se obtuvo 1.34, cifra que es mayor que 1, lo que indicaría que es viable el proyecto y/o muy rentable en la empresa Abanor SRL

(Bazán Arroyo, 2018) consideró como oportunidad de mejora la implementación de programas de control para una buena gestión en cuanto a mantenimiento centrado en la metodología de

TPM para la empresa Setrami SAC, argumenta que existía una carencia en cuanto trabajos preventivos y correctivos con respecto a los mantenimiento y una falta de procedimientos, no tener materiales, falta de herramientas en el área de trabajo, personal no capacitado, falta de formatos de control, así como una incorrecta forma de almacenar, herramientas y materiales, todo esto generó aproximadamente un costo de S/. 1, 137,366.90 soles.

Bazán en ese proyecto implantó herramientas de Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo, así como 5 “eses”, esto representó un cambio radical en cuanto a la mejoría en el área de mantenimiento y estos resultados se resaltaron en la optimización y aprovechamiento de los recursos en la parte financiera, tecnológico, laboral obteniendo un beneficio de 44% en reducción de costos (S/. 345,336.07 soles). El proyecto puesto en marcha tuvo sus ventajas como es la óptima operación de máquinas y equipos evitando fallas inesperadas, logrando una disponibilidad del 95% al minimizar los tiempos muertos En lo económico se logró reducir costos en trabajos correctivos así como los tiempos muertos todo esto genera pérdidas de producción; también, cabe resaltar que con una metodología de mantenimiento preventivo se mantenga la proactividad necesaria en el trabajo así como se prolongaría la vida útil en las máquinas y equipos, En mantenimiento preventivo se logró reducir los costos en un 15% y un 40% en costos generados por sobretiempo de trabajo, logrando tener un beneficio de S/. 95,865.05 soles.

Otra investigación del diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total lo realizó (Julca Valdivieso, 2018) para obtener beneficios en reducir costos operativos de una empresa de producción de plataformas en la empresa de fabricaciones metálicas Carranza, en el desarrollo de esta investigación primero hizo un análisis situacional en la empresa, con la finalidad de identificar los problemas latentes, considerando para ese fin el Diagrama de Ishikawa demostrando la causa raíz que involucran dichos problemas y para solucionar esa situación, Julca implemento el MPT tales como: Procedimientos de Mantenimiento, Mantenimientos Preventivos y un Programa Anual de Capacitación y gestión de la documentación.

Julca demostró que implementando un Sistema de Gestión del MPT, redujo costos en S/. 531, 530.85, debido a que el Plan incrementó la disponibilidad de los equipos de 91.40% a 93.12%,

incremento en un 3.01% las ventas (S/. 454,158.41), se redujo en un 60, % el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llegue y realice el diagnóstico reduciendo el costo del lucro cesante de S/: 13,550.24 a S/. 5,420.10. se adquirió equipos y herramientas como parte del Plan de Manteamiento Preventivo y se redujo en un 20% del mantenimiento externo. El tener una mejor gestión de la documentación de los equipos redujo en un 60% el tiempo de espera hasta que el operario comunique al Jefe de Planta reduciendo el costo de lucro cesante de S/. 27,100.48 a S/. 10,840.19.

Finalmente, las mejoras redujeron en un 10% el número de fallas en la maquinaria para la Producción de Plataformas, logrando reducir el costo de mantenimiento realizado por terceros en S/ 50,858.00. En el diagnóstico hecho en la Producción de Plataformas en la empresa FAMECA S.A.C., encontró que las causas principales que generan elevados costos operativos son: No contar con un plan estratégico para el mantenimiento preventivo en los equipos de producción lo que originó que se obtuviera una disponibilidad actual de 91.40%, por lo cual se obtuvo una pérdida de S/. 760,169.79. La falta de una aplicación especializada en mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos y paradas del 10% del tiempo total de reparaciones (TTR), el cual es 370.4 horas, generando un costo de lucro cesante de S/. 27,100.48. La falta de equipos para realizar el mantenimiento genera un costo del 10% (S/. 21,240.00) del mantenimiento externo. La falta de documentación genera tiempos de demora por el tiempo de respuesta para atender la falla y tiempo de demora para identificar la falla por la falta de documentación el cual fue de 185.2 horas y generó un costo de lucro cesante de S/. 13,550.24. La falta de capacitación en actividades de mantenimiento generó que se tuviera un mantenimiento externo el cual ascendió a S/. 212,400.00 y se tuvo un gasto total en repuestos por un monto total de S/. 41,890.00.

Las mejoras hechas con la aplicación de las herramientas de MPT en la empresa FAMECA S.A.C., hizo posible mejorar la disponibilidad en los equipos de 91.40% a 93.12%, reduciendo los costos operativos por los ahorros generados en S/. 531,530.85 y durante el seguimiento de la aplicación de estas mejoras en un período de 1 año, dio como resultado que el proyecto es rentable, ya que se obtuvo un VAN de S/. 103,149.77, TIR de 26.03%, B/C de 1.45 y un PRI de 3.95 meses.

Al aplicar el MPT se ha conseguido mejorar la producción según el autor (Mantilla Tanta, y otros, 2018), en la empresa Servicios Industriales Aybar donde este inició su investigación con el diagnóstico situacional respecto a la baja productividad, luego procedió a diseñar la propuesta de implementación basado en las 4 fases y 12 pasos para el MPT, aplicando el mantenimiento organizado y autónomo para la calidad así como en seguridad y salud. El procedimiento empleado se centró en la aplicación de técnicas tanto de observación, entrevista, análisis estadístico y encuestas; considerando el desarrollo de un cuestionario no estructurado como instrumento, fichas diagnóstico y Check List.

Mantilla al implementar el MPT obtuvo como resultado que la productividad de la empresa se incrementó considerablemente, logrando el incremento de la productividad de máquina en un 96.36 %, productividad de proceso en un 43.17 % y en producción un 80.16%.

Asimismo, respecto a la gestión de mantenimiento se identificó en la empresa una baja en la productividad, al utilizar diagrama de Ishikawa se reflejan causas a través de 5 M (método, mano de obra, medio ambiente, máquinas y materiales). Donde se determinó el valor de los indicadores del diagnóstico de la empresa Servicios Industriales AYBAR, obteniendo como resultado en la variable independiente una efectividad global de 35.16 %, disponibilidad de 76.77 %, una eficacia de 72.22%, calidad de 59.31%, MTBF 46.13 horas y un MTTR 9.84 horas y en la variable dependiente una productividad de máquina de 54.89 un/máquina, productividad de proceso 1.39 un/hora y una producción 494 un.

La aplicación del MPT para la empresa Servicios Industriales AYBAR se trabajó en las cuatro fases y 12 pasos del TPM. En la Fase 1 de preparación se desarrolló campaña de información, se creó una estructura de promoción, políticas, objetivos y una estrategia para el desarrollo del TPM. En la Fase 2 de introducción se realizó el lanzamiento del MPT. En la Fase 3 de implantación se realizó la mejora de la efectividad global a través de AMFE, mantenimiento planificado, mantenimiento autónomo, entrenamiento y mejora del diagrama de proceso de operaciones. A través de la estandarización del uso de un formato con especificaciones se mejoró la calidad del producto, también se desarrolló un sistema de mejora de la capacidad de departamentos a través del uso de las 5S y en cuanto al control de seguridad y salud se realizó un mapa de riesgos. En la Fase 4 de estabilización se consolidó y elevó las metas. En cuanto a la variable independiente se obtuvo una Efectividad Global de 67.07%, disponibilidad 91.31%, una eficacia 84.54 %, calidad 79.71%, MTBF de 82.16 horas y MTTR de 5.90 horas. En la

variable dependiente la productividad de máquinas es de 108 un/ máquina, en productividad de proceso 1.99 un/ hora y en producción 980 unidades y finalmente el autor evaluó la propuesta de implementación con la metodología costo beneficio obteniendo el Costo de Capital (COK) igual a 9.51 %, Valor actual neto S/.370 471.84, TIR (Tasa interna de retorno) de 47 % y un índice de Recupero (IR) esto hace ver que 1.11 Soles por cada 1 sol invertido, lo que justifica que el proyecto es viable, factible y rentable de llevar a cabo.

El mantenimiento productivo total, teniendo en cuenta el soporte gerencial para el desarrollo en la agroindustria nos permitirá tener a los equipos involucrados en la producción siempre listos, para esto los autores (Narro Castillo, y otros, 2018) desarrollaron una investigación del MPT orientado en el mantenimiento autónomo, preventivo y de forma general la eficiencia, aplicado a todos los equipos en un estado críticos de la empresa agroindustrial con el objetivo de identificar, anticipar, evaluar y controlar diferentes fallas que se originen en las máquinas y equipos. Esta investigación se realizó mediante una revisión sistemática basada en la metodología de literatura científica con fundamento en la adaptación de la metodología PRISMA.

Los autores sostienen que el MPT como cultura organizacional es posible implementar a cualquier sector industrial como manufacturas y servicios; ya que el objetivo más relevante dentro de la organización es no tener desperdicios, Para esto involucrar al personal resulta fundamental, comprometiendo la gerencia y los operarios. Toda la información de las empresas que implementaron el MPT en su sistema de producción muestran mejores resultados al aplicarlo; mostrando un aumento en la productividad en un 40.16%, las fallas disminuyeron, así como defectos de alta gravedad en un 78.95%, se reduce los costos de producción en un 29.1%, reducción de la proporción entre ingresos y egresos en un 56.29%.

A través de la introducción del mantenimiento autónomo se logra cumplir con los objetivos que se planteó como mejora en el desempeño de la maquinaria y equipos, considerando sistemas de mantenimiento preventivo aplicables a toda organización, la idea principal es antecederse a las fallas y evitar costos excesivos por paradas en las máquinas de producción, incumpliendo con la entrega, máquina con daños graves en los componentes. Para esto se realizará seguimientos semanales del OEE (disponibilidad, rendimiento y calidad) para verificar su comportamiento aplicando acciones útiles para su mejora oportunamente.

La introducción de la primera etapa del MPT también ayuda, según el autor (Rodríguez Curichimba, 2018) para tener un buen mantenimiento en la flota de vehículos para la empresa transportes Cancha SAC y generar la reducción de costos. El autor uso una variedad de estrategias para la recolección de datos, entre encuesta, observación y entrevista, obteniendo del análisis de éstas como principales problemas la falta de implementación de un plan de mantenimiento en la flota vehicular, inexistencia de formatos o reportes de fallas para realizar una bitácora de las incidencias correspondientes al mantenimiento en la flota vehicular, no contar con una estrategia para los mantenimientos programados, carencia de compromiso en los empleados, y 35 horas/mes en paradas por mantenimiento correctivo en la flota vehicular. Con la implementación de la primera etapa de metodología MPT total, diseñó los formatos de registro y control para las unidades, un plan maestro de mantenimiento programado priorizando cuatro sistemas que son afectados por fallas con frecuencia, la finalidad es incrementar la disponibilidad de la flota vehicular, minimizar fallos que afectan a los sistemas identificados y finalmente bajar los costos de mantenimiento correctivo en la flota vehicular.

Rodríguez realizó un análisis actual de la situación en gestión de mantenimiento en la empresa Transporte como Cancha S.A.C.; y se aplicó la evaluación de la 5'S obteniendo como resultado un nivel de cumplimiento del 46%, luego aplicó el cálculo de la disponibilidad de la flota vehicular actual y obtuvo como resultado un promedio de 57% de disponibilidad, siendo la referencia optima 85%. Se determinó el costo promedio anual de mantenimiento correctivo que asciende a S/ 51, 255.96 soles, identificó los sistemas de la unidad que son afectadas por fallas frecuentes utilizando el diagrama de Pareto e Ishikawa, siendo el 72% representado por los sistemas eléctricos, sistemas de dirección, sistemas de suspensión y sistemas de frenos. Finalmente, el análisis de beneficio / costo de la propuesta indica 1.53, lo que significa que por cada sol invertido se espera un beneficio de 0.53 soles, valor que indicaría que la propuesta tiene que ser considerada.

De acuerdo a (ANCHANTE FIESTAS, 2018) la implementación del MPT mejoró la línea de productividad de chocolates en la Industria Alimenticia Cusco S.A., desarrollando o implementando al menos un pilar del MPT: mantenimiento planificado, creando de forma permanente un programa de mantenimiento frecuente debido a la criticidad, se realizó la

aplicación teniendo como resultado 21.4%, esto representa un aumento significativo que conlleva a lograr un balance mejor en cuanto a la rentabilidad de la empresa, lo más importante es mantener la confiabilidad en máquinas y equipos, basado en MPT aplicado para equipos críticos, se logra minimizar fallas frecuentes mejorando las líneas de producción.

Se logró un 27% de incremento en la producción, con esto se aumentó más kilos (Kg) en la producción, logrando una mejoría en el indicador, un nivel de producción muy alto y en las maquinas se tiene una disponibilidad dentro de los estándares lo que permitió reducir las fallas y evitar paradas repentinas.

Se comparó también los resultados de la eficacia como un antes y después en un periodo de 28 días demostrando un aumento en 8%, alcanzando la meta y sin retrasar la producción, esta fue una forma de demostrar que la implementación del MPT definitivamente la eficacia se mejoró en la línea de producción de chocolatería para Industrias Alimenticias Cusco S.A y por consiguiente con este resultado queda demostrado que con la mejora se logró un aumento del cumplimiento sobre la producción proyectada posterior a su implementación.

Dentro del sector de transportes, también la implementación del MPT ayuda a mejorar la operatividad en su totalidad de buses de la empresa Futuro Express S.A., según el autor (MENDOZA BRIONES, 2018), porque se tenía una baja operatividad de su flota de buses, que era causado por distintos factores, de los cuales destacan el exceso de mantenimiento correctivo en los buses, las constantes fallas y averías de los buses, personal no capacitado y la falta de orden y limpieza.

Mendoza logró al implementar el MPT mejorar la operatividad en la totalidad de buses en un 24.88%, puesto que la media de la operatividad antes fue de 79.10% y la media de la operatividad después es 98.78% lo cual se evidenció en el incremento de la cantidad de unidades en funcionamiento. Para lograr ello el investigador empleo las herramientas que conforman el MPT, como lo son el planeamiento de estrategias para el mantenimiento planificado y el mantenimiento autónomo, el cual fue fundamentado previamente por las 5S, logrando mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado, incrementar el mantenimiento preventivo y comprometer a cada conductor con el cuidado y mantenimiento básico de los buses. El índice de operación se incrementó en un 6.16%, debido a que la media del índice de operación antes fue de 94.22% y la media del índice de operación después es 100.02%. Se confirmó que el índice

de disponibilidad en la flota se incrementó en un 36.82%, debido a que la media del índice de disponibilidad en la flota antes fue de 72.74% y la media del índice de disponibilidad en la flota después de 99.52% y con respecto al índice de no averías se incrementó en un 37.56%, puesto que la media del índice de no averías antes fue de 70.36% y la media del índice de no averías después es 96.79%.

La Implementación de un Programa de MPT tiene como objetivo también de minimizar los costos operativos dentro de Mantenimiento para la Empresa Mannucci Diésel S.A.C. según el autor (Morales Inca, 2017) porque en el área de mantenimiento no se atendía a los reclamos de los clientes y como consecuencia se generan trabajos reprogramados y repetitivos y horas hombre perdidas que eran reflejadas en sobre costos de personal y suministros para la organización; siendo un 10 % en función a los ingresos por servicios de mantenimiento, al margen del impacto negativo que genera en el mercado un cliente insatisfecho.

Morales logro con la implementación y aplicación de un MPT en la Empresa Mannucci Diésel S.A.C, reducir los costos operativos del área de Mantenimiento en un 40% el primer año, 60% el segundo año, 70% el tercer año, 80% el cuarto año y en un 90% en el quinto año, alcanzando un ahorro de S/ 367 200.00 nuevos soles. El diagnóstico realizado para determinar la situación del área de Mantenimiento se empleó como herramienta encuestas, y observación directa; permitiendo conocer diversas deficiencias en el área como: El desconocimiento de los trabajadores respecto a los planes de mantenimiento, necesidad de recibir capacitación técnica, equipos y herramientas distribuidos de manera incorrecta y desorden en diversos puestos de trabajo. Durante su investigación el autor logró determinar las principales causas que influyen de manera negativa en los costos operativos del área en estudio las cuales están referidas al orden y limpieza, equipos y herramientas distribuidos de forma incorrecta, falta de indicadores de gestión de mantenimiento, planes de mantenimiento desactualizados y ejecutados de manera incorrecta, mano de obra con escasa capacitación técnica, falta de repuestos, equipos - herramientas y desconocimiento de las medidas de control para reducir los riesgos.

Al proponer el autor la Implementación de un MPT en la Empresa Mannucci Diésel S.A.C, tomo como base la priorización de causas que inciden sobre los costos operativos del área. Esta propuesta se estructuro en la implementación de cinco puntos principales como son: La metodología de calidad 5S, Mantenimiento Planificado, Formación y desarrollo, MRP,

Seguridad y Medio Ambiente. Con la realización del análisis económico financiero de la propuesta de Implementación de un Programa de MPT, obtuvo como resultado un VAN del S/ 106 227.89, TIR de 41%, Relación beneficio-costo de 2.01 y un Costo de Oportunidad de 10.59%; lo que permite concluir que el proyecto presentado es económicamente viable.

De acuerdo a las investigaciones previas, la implementación del MPT se usa en las áreas productivas para lograr una mejor disponibilidad en los equipos de producción, tales como ventajas económicas en las diferentes empresas. Sin embargo, en muchas empresas no se conocen los elementos administrativos que permitan asegurar el éxito con su implantación. Los autores (García Alcaraz, y otros, 2012) en su artículo científico muestra los efectos en una encuesta que fue dirigida exclusivamente al gerenciamiento (203 gerentes), de empresas localizadas en México (Ciudad Juárez), constó de 23 puntos y obedecía la repuesta a una escala Likert. Se validó las preguntas mediante el índice alfa de Cronbach y se aplicó un estudio factorial exploratorio mediante la metodología de componentes principales donde se logró demostrar que de la varianza total solo el 66.06% se podría explicar con tres factores, para la analogía entre los factores, se usó modelos de ecuaciones estructurales para lograr las actividades y beneficios.

Los autores en base a análisis estadístico determinaron que el compromiso gerencial es el único factor independiente, determinándose como variable latente única que no es explicable por otras. Considerando siempre el compromiso de gerencia, se obtendrá:

Una cultura de 5 “S”, esto implica que las herramientas y accesorios estén siempre en su lugar y mantener limpios y ordenados las zonas de trabajo.

Los operarios deben tener participación en las actividades de MPT, para que así ocasionalmente realicen tareas cuando se trate de remplazar a sus compañeros como parte del plan estratégico de planeación y trabajo en las paradas programadas por mantenimiento.

Contar con el compromiso gerencial, se tendrá los 3 beneficios requeridos para MPT; es decir, los equipos y la maquinaria en toda empresa contribuyen a obtener ventajas

competitivas en el sector en que se implemente según lo requiera la empresa, el TPM se convierte en un plan estratégico para la calidad y la sistematización de actividades que se realizarán en las líneas productivas y, queda establecido que el directorio dentro o fuera de la empresa acepta su compromiso hacia la implementación de este programa.

De la misma manera, en el modelo final que presentan los autores aprecian relaciones entre las variables observadas como:

- Es necesario que para las múltiples tareas los empleados reciban una capacitación (EntrMultTar) para poder cubrir diferentes puestos de trabajo en la ausencia de alguno de sus compañeros (EmplSuplir).
- Para las actividades de MPT es necesario promover la participación de todos los trabajadores por parte de la gerencia. (DirPromParTrab) Con la aplicación de esta metodología se logrará una competitividad de los equipos y maquinaria para la empresa (MaqComp).
- Además, es necesario que la gerencia involucre al personal en las actividades de MPT (DirPromParTrab) el liderazgo y control en dicho programa debe ser asumido por el área de mantenimiento.

Así, se muestra con base final, considerando que el compromiso gerencial es el más importante cuando se trata de alcanzar y garantizar los beneficios que ofrece el MPT en cuanto a la participación de los empleados es una de las principales actividades que debe esforzarse.

Una investigación acerca de la incidencia que tienen los paros imprevistos que dominan un lugar de trabajo sobre la ocupación de equipos y maquinas en la línea de producción hizo el investigador (SANCHEZ ALZATE, 2005), que presento 2 técnicas: Simulación, para lograr ideas claras en su comportamiento en la línea y también en sus modelos matemáticos, para calcular las medidas del desempeño en el preciso momento que se registra fallas cortas y frecuentes, paradas largas o poco frecuentes y estos resultados fueron comparados con el sistema de la filosofía TOC (Teoría de Restricciones) y MPT

El investigador bajo la idea de una mejora sobre las constantes fallas propone que es recomendable tener máquinas en la industria que presenten fallas cortas y muy frecuentes para una rápida solución y no considerar máquinas con desperfectos operativos largas y poco frecuentes con mayor tiempo de solución. Los planteamientos del MPT buscan hacer previsible, las constantes interrupciones por una carencia de asistencia o conocimientos teóricos prácticos, lo cual se ve reflejado en los principales indicadores de trabajo en la línea productiva. El MPT busca entonces, minimizar la inconstancia en los procesos industriales.

Ponderar el impacto por frecuentes dificultades dominantes nos resulta posible (paradas que forzosamente el operador se ve obligado a obstaculizar el proceso de un accesorio) debido a factores de gran importancia en la subsistencia en toda empresa, así como: Tiempo de ciclo, inventario promedio, tipo de servicio, El estado financiero se puede determinar con modelos matemáticos a base de resultados en una modificación del proceso.

Una investigación (Tapia Coronado, y otros, 2017) presenta un estudio de literatura relacionada con la aplicación de un plan de Manufactura Esbelta en el sector industrial, tales como 5's, Ocho desperdicios “mudas”, Control Visual, a prueba de errores (Poka-Yoke), Automatización inteligente (Jidoka), Mejora continua (Kaizen), Takt Time, Kanban, Células de Manufactura, Cambios rápidos de modelo (SMED), Mantenimiento total de la producción (TPM), Nivelación de la producción (Heijunka), Justo a tiempo (JIT) y Mapeo del flujo de valor (VSM), analizando su aplicación en conjunto tanto como individual. Se visualiza que las 5'S, el VSM, Kaizen, Kanban y TPM son las más utilizadas en el área de Manufactura Esbelta con un 9,46%, 8.1%, 6,75%, 5,4% y 4,05% respectivamente, SMED con un 4,05% y JET con un 6,76% en el sector Automotriz; caso contrario, las Células de Manufactura, Heijunka y Andon son las menos utilizadas (en 1,35%).

Los autores observaron un enfoque para la implementación de diversas estrategias de la Manufactura Esbelta dentro del sector industrial, estas herramientas no son aplicadas según el orden de implementación realizándose a criterio personal, logrando así una mejora a corto plazo sin considerar el beneficio para un mayor tiempo. Consideran también que existen métodos en su implementación, al parecer muy eficaces, lamentablemente no hay un sustento que rompa estos paradigmas que se mantuvo la etapa que se dio la producción en masa.

La herramienta VSM en cuanto a análisis se refiere por la revisión de literatura resulta ser la más aplicada para la industria con una ocurrencia del 27,03%. Aplicando el Justo a Tiempo representa un 13,51% esto se implementa generalmente al sector automotriz y alimenticios, respectivamente. La técnica de las 5's tiene una aplicación del 12,16%.

El 9,46% con relación a los casos relacionados se muestra la identificación con mudas. El 33,67% de valor no agregado en el tratamiento de minerales a las operaciones de secado fue identificado con esta técnica. Como segundo caso se muestra el 66.53% que representaba los desperdicios por actividades de producción en el estampado de hojas de metal que se logró reducir mediante esta técnica. Para lo cual el MPT tiene una aplicación del 8.11%.

Como técnica de aplicación principal se tiene al Kanban y Kaizen con un 6,76% para el sector industrial, en el sector automotriz el SMED se aplicó un 5,41%, Poka-Yoke y Control cubren un 2,70% proporcionalmente, por último, con un 1.35% está Heijunka y Andon, así como Células de Manufactura.

Mediante esta información se percibe una vista actual sobre la integración así mismo la aplicación de las normas que conforman la Manufactura Esbelta, implementándose en diferentes áreas haciendo su uso de manera exclusiva, por lo cual se lograría en conjunto muchos beneficios.

Es de vital importancia tomar conciencia sobre los avances de la tecnología y la diversificación productiva en los diferentes sectores industriales, tener flexibilidad para que los consumidores puedan adaptarse a la gran demanda, considerando la calidad en su producto; darles importancia a los sistemas esbeltos para cada proyecto y procesos de productos, que significa garantizar la satisfacción para cada servicio realizado.

En otro artículo científico (Hennandez Gomez, y otros, 2015) se analizan factores de criticidad en el éxito de la expansión del MPT en plantas industriales de exportación (plantas maquiladoras) en Ciudad Juárez: considerando una solución factorial, para esto el investigador realiza un estudio directamente a los empleados comprometidos o involucrados en la implementación del MPT. El análisis se realizó con la finalidad de ver puntos críticos del Éxito (FCE) involucrados en la aplicación del MPT. El apartado da inicio con el reconocimiento del

estado de la técnica con los cuales se logró la identificación de los FCE, de forma administrativa están establecidos los aspectos estratégicos, para el desarrollo de los recursos técnicos y humanos propios del MPT. Gracias a esta información se creó una herramienta la cual determina los FCE en plantas del sector industrial. En la parte tres se describe una metodología, las pruebas estadísticas conjuntamente con el análisis factorial se aprueba el cuestionario y se justifica su implementación, el contexto cuatro muestran los resultados, se inicia con un detalle del muestreo, esta información muestra 306 procedimientos vinculados con la implantación del MPT. Este estudio logró identificar nueve factores de criticidad con éxito vinculados con la implantación efectiva del MPT.

En la implantación del MPT el investigador logró identificar 31 factores, esto se utilizó como base para diseñar un interrogatorio y mantenerlo aislado debido al impacto en las empresas manufactureras principalmente para la industria maquiladora. En la aplicación de un Análisis Factorial se llegó a identificar 10 constructos, donde el FCE lo representan nueve de ellos y uno controla el desempeño operacional; con la implantación que se dio posteriormente al MPT.

MTP como alineación estratégica, es una metodología para implementar e incorporar un plan estratégico en las compañías, como políticas a desarrollarse a largo plazo. Esto indica que cada empresa debe contar con una forma de aplicación propia mostrando una declaración precisa tanto en misión como propósitos, estadísticas de desempeño, objetivos, determinados tiempos en su aplicación, organizando un plan para el reconocimiento de su aplicación y desempeño, así como reducir la resistencia al cambio:

Incorporación de técnicas para una mejora continua. En esta parte se considera introducir herramientas para una Administración Total en la Calidad y un sistema Justo a Tiempo como contexto referencial para potenciar la implantación del MPT. Indica que tan importante es el contenido del MPT por lo que se debe incluir capacitaciones y sensibilizaciones. Esto explica los aspectos más comunes en el despliegue del JAT y la ATC.

Distribución de planta para el MPT. Está enfocado básicamente en las condiciones que debe tener el área de trabajo donde se realizara o se aplicará el MPT, considerándose el

diseño de las instalaciones con una capacidad adecuada para la distribución de los equipos, así como los puntos de acceso para que los mantenimientos sean fáciles de efectuar.

Mantenimiento Autónomo. Pilar principal del MPT y se conoce como un FCE; consiste en hacer participar al operario en el mantenimiento preventivo en todo equipo o maquinaria que le sea asignado, para esto el operador debe recibir una capacitación.

Alineación del equipo de trabajo MPT. Este FCE está conformado y enfocado exclusivamente a la formación de un equipo de trabajo con una disciplina que nos lleve a lograr el despliegue del MPT, Los integrantes deben reunir la capacidad y atributos de liderazgo y su ideología estén alineadas para implementación en el plan estratégico.

Integración con Clientes y Proveedores. Con la finalidad de estrechar relaciones con los clientes se considera esta integración, que nos permitirá identificar sus necesidades para considerarse en el diseño de su equipo, un mantenimiento en forma programado considera los requisitos del cliente en torno a calidad, así como tiempo de entrega.

Tecnología de proceso en su Aplicación. En el marco analizado, por lo general las empresas que deciden enfocarse a lograr un nivel de liderazgo con la introducción de tecnología de proceso, el TPM es implantado de manera efectiva. Considerando que el cambio de equipo en la línea de productividad nos dará el beneficio de tener una mantenibilidad mejor al adquirirlo.

Comunicación del Proceso de Implantación. Para desplegar las estrategias siempre existe una barrera que es la resistencia al cambio. Para la implementación del MPT, es recomendable transmitir con objetividad los beneficios que se obtendrá en su proceso de desarrollo, considerándose como factor clave. Para esto los departamentos responsables de su ejecución deben someterse a cumplir las indicaciones del MPT.

La teoría de los sistemas administrativos de campo depende de los FCE los cuales determinan y constituyen en esta investigación, la literatura menciona algunos factores críticos los cuales se muestra coincidencias, cabe mencionar que también se descartan algunos factores citados de los

FCE, al parecer no son críticos. Además, esta teoría resalta que esta investigación muestra resultados que constituyen claramente que el despliegue efectivo del MPT es pilar estratégico para la manufactura dirigida al desarrollo y creación de alta competencia en manufactura, para mantener un buen nivel de competencia sostenible. Asimismo, la implementación predictora exitosa de un MPT dependerá de un contexto de referencias que les permita a los directivos en toda empresa una administración correcta para cada actividad clave. Considerando el enriquecimiento y el incremento de la videncia como también probar la generalidad de los FCE se recomienda replicar proyectos de este tipo.

En cuanto a tema de investigación se muestran teorías relacionadas, primero tenemos que reconocer al Mantenimiento como conjunto de tareas y técnicas que tiene un solo objetivo la conservación de activos físicos en zonas netamente industriales el mayor tiempo posible, considerando la más elevada disponibilidad de los activos (equipos) y con un máximo rendimiento a un menor costo. (GARCÍA, 2009)

En el mantenimiento es necesario buscar que los activos permanezcan en estado operativo durante el mayor tiempo posible, y para lograrlo es necesario ejercer las tareas apropiadas, tareas que son exigidas por los fabricantes de los activos, pero a pesar de ello no se puede evitar que los activos en algún momento dejen de funcionar, a raíz de ahí, es indispensable realizar otras faenas para recuperar su funcionamiento. Esto conlleva al mantenimiento que abarca todas las tareas para recuperar el estado óptimo de operación de los activos. (KNEZEVIC, 1996).

Las tareas realizadas durante el proceso de mantenimiento son:

1. Expansión de la vida útil de los sistemas, reduciendo el cambio por condición. Ejemplo (calibración, lubricación, lavado, ajustes, limpieza, etc.)
2. Reducción de fallos, brindando garantía con la fiabilidad y seguridad del activo. Para ello se realiza diferentes actividades como: pruebas y ajustes, inspección, detección.
3. Contribuir al coste – eficacia al proceso de operaciones, mediante una tasa óptima de consumo de elementos de alta rotación, insumos como lubricantes, combustibles, etc.
4. Las tareas de mantenimiento que sirve para poder recuperar el funcionamiento del activo: reparación, sustitución o remplazo, modificación, renovación, etc. (KNEZEVIC, 1996)

Estas tareas de mantenimiento se basan de acuerdo a la necesidad del mantenimiento, empleando los recursos necesarios dentro del entorno de trabajo y buscando realizar la tarea de mantenimiento de forma completa, figura 11:

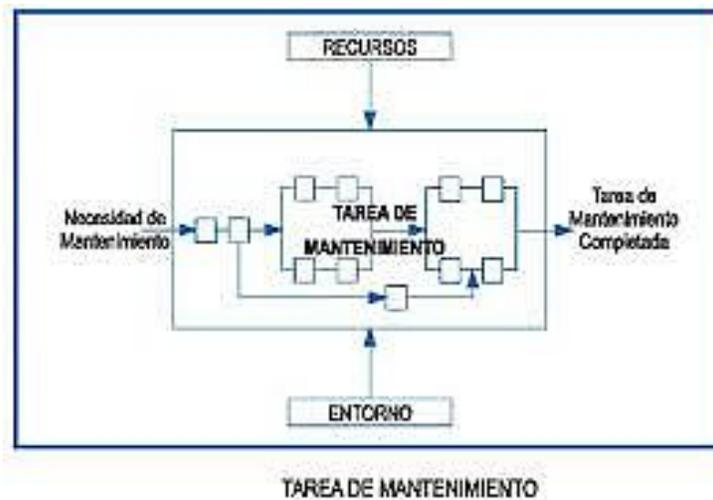


Figura 11: Tarea de Mantenimiento

Fuente: (KNEZEVIC, 1996)

Dentro de los recursos que nos ayudan o facilitan el proceso de mantenimiento están los siguientes:

- A.** Abastecimiento o stock: esto se refiere a un suministro de repuestos, elementos de alta rotación, repuestos especiales, insumos. Para llevar un control y ayudar a la gestión de mantenimiento debe ir inventariado. (KNEZEVIC, 1996)
- B.** Instrumentos de prueba: son las herramientas, equipos especiales, instrumentos de medición de parámetros, herramientas de calibración, estos instrumentos ayudan a las tareas de mantenimiento. (KNEZEVIC, 1996)
- C.** Personal: se debe considerar el personal de acuerdo a cada tarea de mantenimiento, y contar con un organigrama según el cargo del personal. (KNEZEVIC, 1996)
- D.** Datos técnicos: para realizar las funciones de mantenimiento, es necesario contar con manuales de cada activo, donde este escrito instrucciones, parámetros de funcionamiento, mantenimiento, manual de partes de cada activo, planos y

procedimientos de inspección. Estos datos no solo se refieren al mantenimiento sino también a la operación, utilización de instrumentos de medida. (KNEZEVIC, 1996)

- E.** Instalaciones: para un buen proceso de mantenimiento es muy importante contar con las instalaciones adecuadas y bien implementadas, como vienen hacer los talleres, laboratorios de calibración, talleres de rectificación. (KNEZEVIC, 1996)
- F.** Elementos informáticos: para realizar una buena gestión de mantenimiento es muy importante contar con computadores sofisticados, bases de datos, discos de programas, etc. (KNEZEVIC, 1996)

Y las restricciones del proceso de mantenimiento. (KNEZEVIC, 1996) Son:

1. Presupuesto.
2. Planeamiento
3. Seguridad
4. Condición climática.
5. Idioma
6. Cultura del mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento pueden clasificarse en los siguientes grupos

- ✓ Inspección: permite evaluar el conjunto de elementos de un determinado sistema. Ejemplo, medición de parámetros físicos de un activo, que puede ser la toma de temperatura de los equipos del proceso de transporte de mineral.
- ✓ Conservación: tarea que permite conservar en un estado óptimo un sistema del activo. Ejemplo, lubricación, mantenimiento.
- ✓ Reparación: se trata de la reposición de un elemento del sistema del activo que ha presentado alguna avería para que este operativo y realice sus operaciones sin tener que parar. Ejemplo, sustitución y reparación de componentes que puede ser de cualquier sistema involucrado al equipo. (HERRERA, 2009)

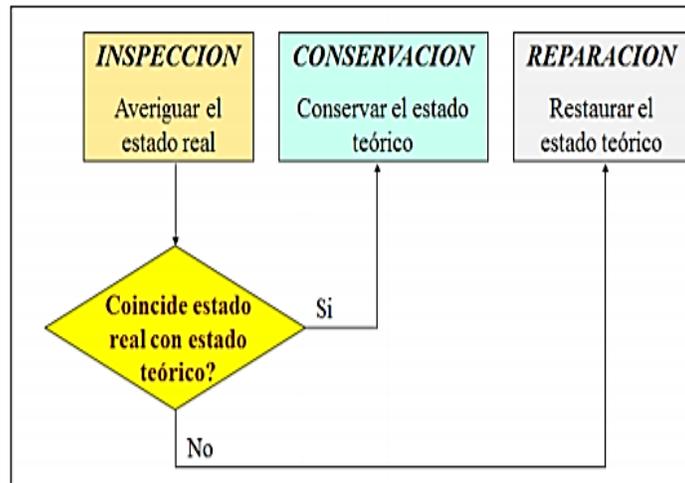


Figura 12: Tarea de Mantenimiento

Fuente: (HERRERA, 2009)

El objetivo principal del mantenimiento es apoyar al proceso de producción, con los niveles más altos de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad a un costo aceptable sin necesidad de alterarlos.

- ✓ Disponibilidad: es el espacio de tiempo que el activo está operativo, en estado de que no presente alguna avería o falle.
- ✓ Confiabilidad: Se mide en base a la cantidad de veces que el sistema técnico o activo presente fallas. Se resalta aquí que un activo físico puede tener alta confiabilidad, pero eso no quiere decir que no va a fallar.
- ✓ Mantenibilidad: indica el rendimiento de un elemento, bajo ciertas condiciones de uso, por lo tanto, su mantenimiento se realizará de una forma sencilla, eficaz y segura. En otras palabras, representa la facilidad con que se pueden realizar las tareas de Mantenimiento sobre un equipo.
- ✓ Operatividad: se define como la destreza de un sistema técnico o activo para mantener alta disposición para la producción. De tal manera se logra una alta operatividad con base de una alta disponibilidad y confiabilidad.
- ✓ Costo: se define como la acción de mantenimiento, solo se puede realizar si su costo es aceptable, de tal manera las políticas, estrategias, objetivos y planes deben considerar la sustentación de costos (a largo plazo). (HERRERA, 2009)

Dentro de los tipos de mantenimiento en una industria, podemos clasificar en los siguientes:

➤ **Mantenimiento correctivo.**

Conocido habitualmente como reactivo, es una de las actividades que se realizan poco después de que aparezca alguna falla en el equipo. Esta táctica está dirigida a desarrollarse como sistema de trabajos que se desprende como falla en un instante cualquiera. Del mismo se comenta lo siguiente.

El mantenimiento correctivo también llamado mantenimiento por falla consiste en dar funcionamiento a todos los sistemas de una maquina hasta que se vuelva a presentar en el futuro una nueva falla y en ese momento es donde el área de operaciones hace un llamado al área de mantenimiento para asistir al activo y reparar la avería. Una vez que se soluciona la avería, el técnico de mantenimiento deja el activo hasta que se produzca otra falla.

Ventajas de la ejecución del mantenimiento correctivo.

- Bajo costo de implementación.
- El planeamiento no es necesario.
- Los controles o inspecciones están por demás, no se necesita.

Desventajas de la ejecución del mantenimiento correctivo.

- No ataca el origen de las fallas
- Tiempos en que se ejecuta es impreciso.
- Costos de mantenimiento no administrables.
- Niveles de seguridad escasos.

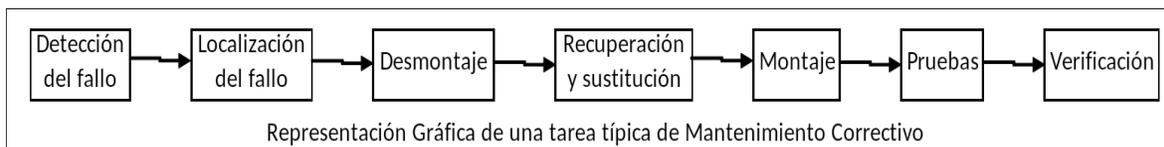


Figura 13: Tarea típica de Mantenimiento Correctivo

Fuente: (Sepúlveda, 2011)

➤ **Mantenimiento preventivo.**

La mayoría de la maquinaria está constituida por diferentes sistemas, entre los más resaltantes están; los sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, sistemas electrónicos, sistemas electrohidráulicos, sistemas hidráulicos y sistemas neumáticos. Tales sistemas, por su estructura y funcionamiento que poseen, se deben realizar funciones de mantenimiento programado en un periodo de tiempo. Es decir, que estos sistemas se adaptan para realizar tareas de mantenimiento de una forma programada. Estas tareas son de manera diaria o rutinaria que conglomera actividades como, limpieza, engrase, inspección y ajustes. Así mismo, se encuentra faenas generales que agrupa trabajos de cambio de componentes, reparaciones y calibraciones del activo. Finalmente, tenemos faenas de tipo overhaul que consiste en una reparación general del equipo lo cual indica retirar dicho equipo del ciclo operacional.

Las faenas del mantenimiento preventivo más comunes son cambios, reparaciones, comprobaciones generales, sustitución de componentes mayores, etc. Para ello es necesario resaltar estas tareas que se ejecutan, ejemplo. El mantenimiento a través de una frecuencia de 500 horas de trabajo, 5000 km de recorrido, o cada 200 aterrizajes, al margen del estado real de cada uno de los componentes.

De todo lo mencionado, lo más importantes de una excelente táctica de mantenimiento preventivo es la programación que se realizará faenas diferentes ya antes señaladas. También se indica que una buena táctica del mantenimiento preventivo que agrupa todas las actividades de inspección diaria o rutinaria, busca detectar condiciones que afecten en el funcionamiento del activo. (TECSUP, 2011)

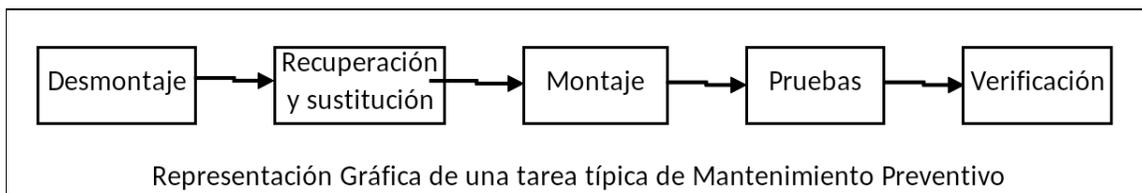


Figura 14: Tarea típica de Mantenimiento Preventivo

Fuente: (Sepúlveda, 2011)

➤ Mantenimiento predictivo.

En cuanto a maquinaria pesada se refiere, estos están constituidos y diseñados por un conjunto de sistemas funcionales que se basan en principios físicos, mecánicos, electrónicos, etc. los cuales son capaces de informar las condiciones operativas de los activos según su estado. Ante las consecuencias dicho mantenimiento está basado en el seguimiento de condiciones de los activos para predecir cuándo se presentará una avería en alguno de los sistemas.

Asimismo, con las estrategias del mantenimiento predictivo se minimiza costos de mano de obra, componentes e insumos, pues la mano de obra que se aplica en tareas de reparaciones comunes disminuye considerablemente al reducir faenas de mantenimiento. Además, elude contar con inventarios de protección, porque los cambios de componentes se realizarán según la condición del activo. (ASTETE, 2017)

Las actividades para este tipo de servicio en equipos pesados en minería son las siguientes:

- Análisis de aceite: Consta en evaluar la muestra para identificar el nivel de porciones químicas que posee un activo después de ejecutar sus horas de operación.
- Análisis vibracional: Está sujeto a elementos rotatorios como transmisiones de potencia, cajas reductoras, mandos finales y diferenciales, que cuentan en su interior con (rodajes, engranajes) para poder determinar la desalineación de componentes.
- Monitoreo de parámetros de operación: se basa en la medición de los niveles permisibles según su aplicación y/o condiciones de trabajo. De tal manera busca mantener su tiempo de operación dentro de límites habituales de operación de los activos.
- Ensayos de ultrasonido: mediante estos ensayos se logra medir el desgaste mecánico, fisuras internas, rajaduras, etc. Sin que sea necesario desmontar los

componentes del activo. (ASTETE, 2017)

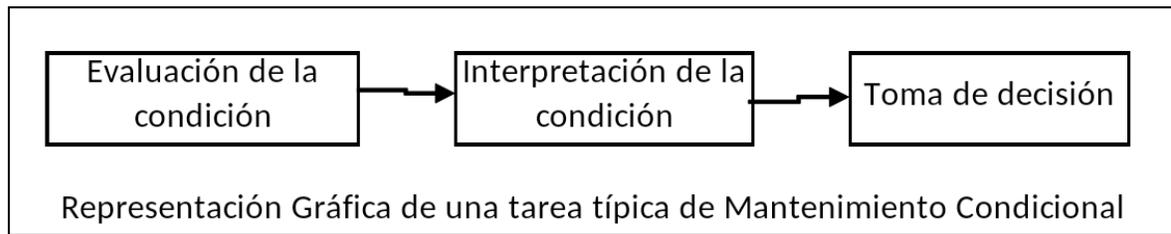


Figura 15: Tarea típica de Mantenimiento Predictivo
Fuente: (Sepúlveda, 2011)

El término "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) se relaciona a los planes que se empleó en una planta industrial Nippon Denso Co. Ltd, una fábrica de accesorios eléctricos (automotriz) en Japón por primera vez y luego el funcionario Seiichi Nakajima fue quien definió los conceptos del TPM por lo que reciben el crédito y realizan su implementación en diversas plantas industriales en Japón. La aplicación del TPM en las organizaciones más grandes de América se inició a finales de los 70's, incluyendo un Servicio Postal, con el Mantenimiento Productivo Total se logró grandes ahorros y se mejoró la productividad.

Los costos en la productividad, flexibilidad y capacidad de solución se reducen, así como los costos en la operación. El TPM convierte capacidades competitivas en el sector industrial (Estrategias corporativas de mantenimiento, 2016).

El término TPM tiene el siguiente significado:

T significa Total

Total = "Mejoramiento de la eficiencia global".

Total = "Sistema de producción en su ciclo total".

Total = "Participación de toda la división de todos los empleados".

P significa Productivo

El sistema de producción busca alcanzar un límite de eficiencia con lo productivo, (Salazar, 2016) "Cero pérdidas, defectos de fábrica, accidentes, falla en los equipos, entre otras.

M significa Mantenimiento

Un sistema de producción tiene un ciclo de vida y es protegido por un mantenimiento, así como también a toda la planta, incluyendo cada sistema de la producción.

El objetivo del TPM de forma cotidiana se usa para que los equipos puedan operar sin fallas o averías, eliminar pérdidas en su totalidad, la capacidad industrial instalada debe tener una mejor fiabilidad en todo el sistema de producción, con esta implementación se logra reducir costos de producción, se mejora la operación.

El TPM si se trabaja en equipo se fortalece, el trabajador incrementa su moral, el trabajador puede aportar lo mejor de sí en todo su espacio; hacer un entorno creativo en el sitio de trabajo seguro, logrando que el ambiente de trabajo sea grato. El TPM en cuanto a la reducción de costos permite a una organización hacer la diferencia en sus competencias. Los tiempos de respuesta son mejores, fiabilidad en los suministros, las personas poseen los conocimientos, así como los servicios finales y la calidad de los productos (Silva, 2005).

La organización y sus beneficios

- ✓ El ambiente de trabajo es de mejor calidad.
- ✓ Las operaciones tienen un mejor control.
- ✓ El empleado adopta una mejor moral.
- ✓ Las normas generan responsabilidad, disciplina y una creación de una cultura.
- ✓ Constante aprendizaje.
- ✓ Formar un ambiente donde la colaboración, participación y la creatividad sea una realidad.
- ✓ Redes de comunicación eficaces.

La seguridad y sus beneficios

- ✓ Condiciones ambientales deben mejorar continuamente.
- ✓ Hacer una cultura de métodos preventivos para la salud.
- ✓ Mayor destreza para identificar eventos potenciales y tomar acciones para su corrección.
- ✓ Entendimiento del porqué de ciertas normas, sin mostrar rechazo a su aplicación.
- ✓ Las causas potenciales de deben prevenir y eliminar para que no lleven a un accidente.

- ✓ Eliminar de forma definitiva y radical el origen de la contaminación y polución.

La productividad y sus beneficios

- ✓ En plantas industriales se debe eliminar pérdidas para no afectar la productividad.
- ✓ Los equipos deben mantenerse disponibles y confiables.
- ✓ Se reduce costos en los mantenimientos.
- ✓ Se tiene un producto final de mayor calidad.
- ✓ Se reduce costos en los recambios.
- ✓ Se introduce una mejor tecnología en la empresa.
- ✓ Se cuenta con una mejor capacidad de respuesta a los mercados.
- ✓ La fábrica genera capacidades competitivas Crea capacidades competitivas.

Con la introducción del TPM se da inicio, a que todos los beneficios fluyan en toda la organización. Se considera oportuno para que todo el personal se involucre en el sistema. Los integrantes se sientan motivados y puedan manifestar sus inquietudes de confianza con una nueva actitud en la “disposición a escuchar” mostrado por toda la fuerza laboral (Silva, 2005).

Para mantener una situación adecuada, es necesario cumplir siempre con los requisitos más elementales:

- La gerencia debe asumir el compromiso total.
- Los resultados deben tener un plan estratégico para su difusión.

En todos los niveles se debe asumir una auténtica delegación sobre la responsabilidad, decisión y el respeto mutuo.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares principalmente:

- 1) Mejoras enfocadas.
- 2) Mantenimiento autónomo.
- 3) Mantenimiento planificado.

- 4) Mantenimiento de calidad.
- 5) Educación y entrenamiento.
- 6) Seguridad y medio ambiente.

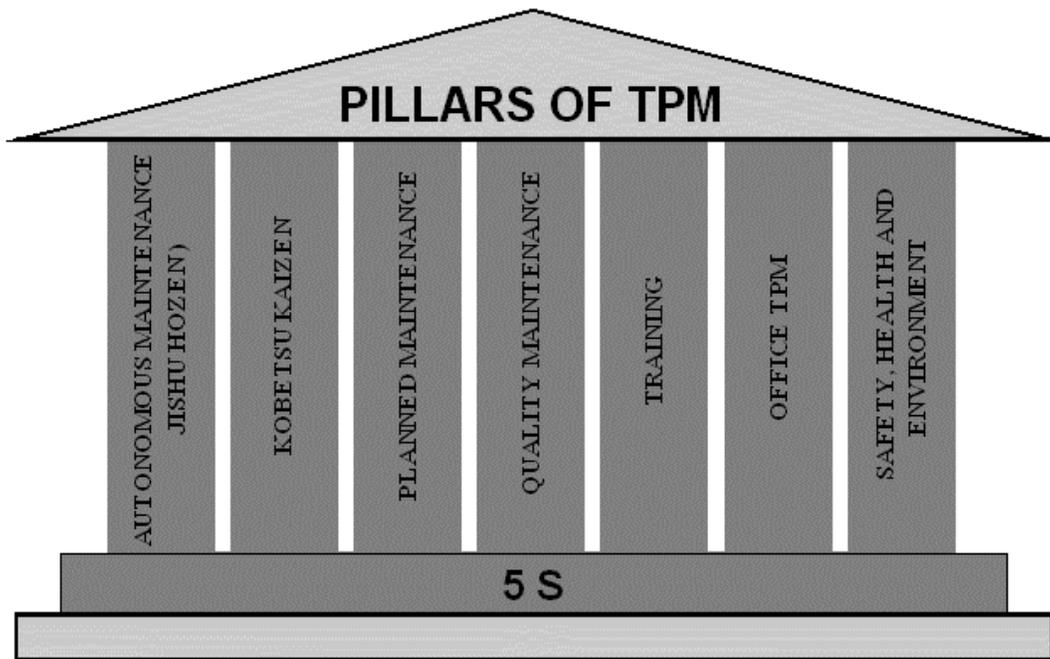


Figura 16: Pilares fundamentales para la aplicación del TPM

Fuente: (Salazar, 2016)

1) Primer Pilar: Mejoras enfocadas (Kobetsu Kaizen)

La aplicación de mejoras en un sistema operativo tiene como finalidad mejorar en todos los equipos su eficiencia de forma local y global en las operaciones de forma general, para esto se desarrollan actividades con el propósito de una mejora continua. Dichas mejoras, sostenibles e incrementales, son realizadas con una metodología bien especificada, dirigidas al mantenimiento para la eliminación y sus restricciones en los equipos.

El rendimiento y sus correspondientes indicadores tienen un planteamiento de los objetivos para una mejora, La dirección del mejoramiento los establece, se ejecuta de forma individual o colectiva considerando su complejidad y criticidad en su planteamiento.

La naturaleza sostenible e incremental de las mejoras enfocadas, permiten adoptar ciclos de mejora continua, así como el PHVA (Planear - Hacer - Verificar - Actuar), la organización adopta una metodología para una mejora con modelos transversales. (Salazar, 2016).

Son dos procedimientos exitosos como metodología específica que se sugieren:

Método de los ocho fases (8D):

1. Formar un grupo de mejora.
2. Problema definido.
3. Soluciones de contención implementados.
4. Análisis y medición: Identificar causas raíces.
5. Las causas raíces deben contar con un análisis de soluciones.
6. Implementar soluciones raíces seleccionadas (comprobación).
7. El problema y su prevención de recurrencias en las causas raíces.
8. La mejora enfocada debe tener un reconocimiento de equipo.

Siete pasos como método:

1. Seleccionar siempre un tema de estudio.
2. Proyecto estructurado.
3. Objetivos de mejora basados en la identificación de la situación actual.
4. Análisis del problema en estudio.
5. Plan de acción bien formulado.
6. Aplicar mejoras.
7. Resultados evaluados.

2) Segundo Pilar: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

La participación de los operarios del proceso es considerada como mantenimiento autónomo. Esto compromete al personal a realizar tareas no especializadas en su rutina diaria tales como ajustes menores, limpieza, inspecciones, análisis de falla y estudios de mejoras, entre otras. Es fundamental que los operarios estén capacitados y comprometidos con su trabajo para realizar dichas funciones, esto conlleva a que el operario debe conocer y tener el dominio sobre el equipo que opera, así como considerar las instalaciones de su entorno (Salazar, 2016). El *Japan Institute*

of *Plant Maintenance (JIPM)* recomienda cumplir para el mantenimiento autónomo con el siguiente procedimiento:

Etapa	Nombre	Descripción
1	Limpieza inicial (limpieza profunda).	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "fugai"; ajustes menores.
2	Acciones correctivas en la fuente.	Evitar que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda.
3	Preparación de estándares de inspección.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y ajuste. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la verificación.
5	Inspección autónoma.	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Elaboración de procedimientos operativos estándar. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual (Andon), tablas MTBF y tableros Kaizen.

Figura 17: Procedimiento implementación TPM
Fuente: (Salazar, 2016)

El mantenimiento autónomo tiene objetivos claros como contribuir a la preservación de toda la maquinaria o equipos en un sistema operativo, mediante un sistema preventivo.

Además, este pilar nos permite:

- Mediante el estudio del equipo adquirir conocimiento y aprendizaje.
- Como cultura organizacional dirigida a la mejora continua, nos permite crear habilidades para un mejor análisis y solución a los problemas.
- El equipo muestra un mejor funcionamiento.
- Se muestra mejores condiciones en cuanto a productividad.

3) Tercer Pilar: Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)

En este tercer pilar se realiza los mantenimientos comúnmente conocidos como mantenimiento planificado, mantenimiento programado y mantenimiento preventivo, estrategias aplicadas al mejoramiento en la disponibilidad de los equipos de forma incremental y sostenible, en cuanto a instalaciones, así como para el sistema productivo en general, teniendo como base un objetivo principal de "cero averías".

La orientación de un mantenimiento planificado, considerado en el TPM como pilar, no es más que una estrategia tecnológica con respecto a la aplicación tradicional del mantenimiento preventivo, lo que propone aportar una metodología estratégica de mejora basada en:

- Consiste en la aplicación de actividades de forma rutinaria, periódicas y predictivas con la finalidad de prevenir o anteceder a las posibles fallas de los equipos e instalaciones.
- Eventos Kaizen (cuatro a ocho días) Nos permite tener una mejora en las características de los equipos con la finalidad de anular mantenimientos correctivos, actualizar órdenes de trabajo y mejorar su listado de componentes.
- Eventos Kaizen Aplicado en la gestión administrativa como técnica de mejoramiento.

El TPM tiene como objetivo principal priorizar la búsqueda de información histórica necesaria con la finalidad de establecer un plan estratégico de acciones requeridas por el equipo, esto nos permitirá crear un tiempo adecuado para su mantenimiento con un tiempo adecuado para su alistamiento (mantenimiento/almacén de repuestos), en equipos con alto deterioro se aplicará acciones específicas de prevención, se deben establecer rutas para un mantenimiento preventivo

en base a la criticidad y complejidad en la maquinaria o equipos e instalaciones, es elemental la inclusión de procedimientos y estándares operativos en cada actividad para un mantenimiento, los cuales están ligados a condiciones específicas de trabajo en base a procedimientos de calidad, registro, seguridad, herramientas, así como otros factores de alta importancia para la inspección.

En un mantenimiento planificado se considera como estrategia fundamental; una gestión colaborativa y cultura organizacional, y las estrategias aplicadas en el TPM son esenciales para un buen funcionamiento del mantenimiento planificado; en organizaciones multinacionales se pueden observar restricciones, como, por ejemplo:

- Mantenimientos comunes rutinarios a maquinaria en diferentes estados.
- Órdenes de trabajo y lista de repuestos de los equipos desactualizados.
- No existe un nivel de detalle, así como instrucciones de mantenimiento imprecisas.

Una correcta aplicación del mantenimiento considerando las estrategias del TPM, se logra su desarrollo de un mantenimiento planificado, según se logre involucrar al equipo de la organización con una formulación de acciones definidas para el mantenimiento y mejora de los equipos.

4) Cuarto Pilar: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

El TPM en este pilar tiene como objetivo principal mejorar y mantener los equipos y las instalaciones en óptimas condiciones, buscando alcanzar el propósito de “cero defectos”, (Salazar, 2016).

Existen principios sistemáticos que fundamentan el mantenimiento de calidad, estos son:

1. Tener un contexto de clasificación de defectos identificados, causa, frecuencia, efectos, relacionados con las condiciones de los equipos.
2. Los defectos de calidad que presentan los equipos, se logran identificar con un análisis de mantenimiento preventivo.
3. Para determinar su medición generada por defecto de calidad es necesario crear parámetros estándar para los factores del equipo.
4. Los factores críticos deben ser inspeccionados de forma periódica.

5. Elaborar matrices para un mantenimiento y su mejora, considerando la aplicación de los estándares.
6. Tener una tecnología adecuada para un mantenimiento de calidad, considerándose técnicas de control de calidad, instrumentos de alta tecnología según su aplicación del equipo.

El Japan Institute of Plant Maintenance para el desarrollo del mantenimiento de calidad propone nueve etapas.

Estas son:

- Etapa 1: El equipo en su identificación de la situación actual.
- Etapa 2: Investigar de qué forma se generaron los defectos.
- Etapa 3: Identificación, reporte de causas y análisis, así como efectos en materiales, mano de obra y maquina (3M).
- Etapa 4: Estudiar las acciones correctivas para la eliminación de "fuguais".
- Etapa 5: Estudiar las condiciones del equipo para unidades no defectuosas.
- Etapa 6: Practicar eventos de mejora enfocada y aplicada a las 3M.
- Etapa 7: Estándares de las 3M definidos.
- Etapa 8: Reforzamiento en los métodos de inspección.
- Etapa 9: Darles el debido valor a los estándares utilizados.

5) Quinto Pilar: Educación y Entrenamiento

En este pilar, el TPM requiere que todo el personal esté involucrado, capacitado y apropiado. El desarrollo y las competencias del personal se logra a base del pilar de educación y entrenamiento, para esto se debe considerar como objetivos de la organización (Salazar, 2016).

Este pilar tiene como prioridades los siguientes objetivos:

- En términos del equipamiento de debe considerar a personas competentes: Un mantenimiento con actividades analíticas avanzadas; establecer una determinada área como centro de entrenamiento para actividades de mantenimiento, promover a los especialistas.

- En términos de gestión su desarrollo se logra con personas competentes: Tener liderazgo en programas de mantenimiento autónomo, predicción, alistamiento, prevención, TPM.
- Tener participación y desarrollar habilidades: Hacer del TPM una cultura colaborativa; lecciones de un punto; reporte de fuguais²; matriz de habilidades.

Plantear una estrategia de utilizar conocimientos y transferirlos, crear, adquirir y conservarlo, nos permitirá alcanzar los objetivos propuestos.

6) Sexto Pilar: Seguridad y Medio Ambiente

El TPM considera un pilar transversal la seguridad y el medio ambiente, en cada operación se debe minimizar el impacto ambiental, así como también es elemental preservar la integridad física de todo el personal involucrado, equipos e instalaciones de toda la organización. Su propósito es formar un sistema gestión integral tanto en seguridad como en medio ambiente con la finalidad de alcanzar la meta "cero accidentes" y "cero contaminaciones", implementando esta gestión a la organización en todos sus niveles. Para tener una mejor productividad se debe tener como objetivo factores que contribuyan a preservar el impacto ambiental y la integridad de sus trabajadores brindando un ambiente de trabajo seguro, estos escenarios nos ayudaran a mantener siempre operaciones sostenibles y eficientes (Salazar, 2016).

Principios que fundamentan el pilar de seguridad y medio ambiente:

- Una fuente expresa de riesgo se considera a un equipo con defectos y deterioro.
- La aplicación de 5 S es fundamental en el desarrollo de la seguridad y medio ambiente también, porque nos permite identificar condiciones inseguras.
- Utilizar una metodología de mejora enfocada en estrategias para eliminar riesgos en la maquinaria y equipos.
- Las condiciones de seguridad del entorno del personal son asumidas con actitud crítica por personal capacitado.

Se propone seis etapas para el pilar de Medio Ambiente y seguridad:

² fuguais es una palabra oriental que significa defecto, error, despilfarro o pérdida en los procesos productivos

1. El mantenimiento autónomo se debe realizar con seguridad.
2. Aislamiento de los factores del equipo para minimizar condiciones inseguras.
3. Seguridad estandarizada en su rutina.
4. Crear un equipo de personal capacitado en temas de seguridad para realizar la inspección general de los equipos.
5. El proceso y su entorno debe tener una inspección general.
6. El mantenimiento autónomo de seguridad debe contar con una sistematización.

La implementación de un programa 5 “S” es la base fundamental para desarrollar eficazmente la metodología del TPM.

Las 5 “S” lo determinan los términos que inician con la letra S los cuales tienen un origen japonés:

1. Seiri: clasificar y organizar
2. Seiton: Ordenar de manera eficientemente
3. Seiso: inspección y limpieza
4. Seiiketsu: Estandarización
5. Shitsuke: Disciplina y su cumplimiento

Los objetivos de las 5 “S” son los siguientes: Crear un ambiente de trabajo eficiente

- a. Las deficiencias de funcionamiento son identificadas por la limpieza
- b. controles visuales establecidos
- c. La estandarización y las preparaciones se deben mejorar
- d. Carácter preventivo en sus acciones
- e. Los equipos deben tener de trabajadores competentes y capacitarlos.

Seiri – ORGANIZACIÓN

En cada puesto de trabajo la organización supone tener, elementos necesarios para el mismo. El uso de las TARJETAS ROJAS en la organización siempre es un caso habitual. En una determinada área se etiquetan con estas tarjetas para lo que se desea clasificar según su necesidad de presencia en la misma. En el área de trabajo después de un rango de tiempo prefijado no deberían existir elementos con estas etiquetas, su presencia nos indica que no se usaron durante todo el periodo. Los ensayos con tarjeta roja arrojan un resultado, el mismo que se tendrá documentado para ser considerados en un futuro.

Seiton – ORDEN

Considerar en un área de trabajo todo lo necesario para desarrollar un trabajo, esto nos permitirá que su ubicación sea rápida y fácil, por consiguiente, será fácil de encontrarlos y guardarse con facilidad. Es necesario que la organización y el orden sean aplicados de manera conjunta. Su aplicación nos permitirá eliminar muchos elementos en el trajo, tiempos perdidos por la ubicación de los materiales, cantidades innecesarias en el stock de repuestos o materiales no muy usuales.

Mantener cada elemento de manera adecuada nos permitirá identificarlo de manera fácil y oportuna, considerándose también como aspecto del orden, esto involucra mantener la situación idónea para cada elemento. Etiquetas, rotulados, paneles informativos y visibles, señalizaciones haciendo uso de colores adecuados para una determinada área, el color verde se usará para la zona de trabajo, el color amarillo indicara pasadizos o líneas de peatona si como el color naranja que nos indicara una zona de stock u otras divisiones.

Seiso – LIMPIEZA

Aplicar la limpieza de forma general a los equipos e instalaciones de una organización, nos da una gran ventaja así como la base de un mantenimiento autónomo, porque a partir de esto se logra identificar fallas en los equipos lo que nos permitirá decidir qué parte hay que limpiar de manera excesiva o que parte no son accesibles para su limpieza, practicar la limpieza nos ayudara a detectar problemas latentes y reales en los equipos, la limpieza nos indicara un estado real del equipo o elemento. En TPM, se considera que “limpieza es inspección”, en

consecuencia, no realizar la limpieza, no mantendrá aislados del estado real del equipo, esto puede causar averías hasta grandes pérdidas de forma general teniendo incidencia en temas de seguridad.

Seiketsu – ESTANDARIZACIÓN

En el mantenimiento autónomo, Realizar un trabajo de forma estandarizada nos permitirá hacer que cada trabajador realice una acción determina en el proceso o en la operación. La organización y el orden son esenciales para la estandarización.

Su aplicación de forma repetitiva nos permitirá estandarizar según los logros obtenidos en las primeras etapas, es conveniente en la organización, así como el orden y la limpieza.

Es fundamental su cumplimiento de las acciones de las tres primeras S en la estandarización en su etapa inicial, de lo contrario la operación volverá a las condiciones iniciales antes de implementarse todas ellas, esto nos indica que nuevamente en la zona de trabajo habrá elementos innecesarios, mostrando la falta de orden y limpieza, por consiguiente, es necesario sistematizar y fijar programas de acciones que tengan un cumplimiento diario, semanal, etc. y los responsables del caso.

Un programa de estandarizado, así como un mantenimiento autónomo, deben considerar acciones preventivas, las cuales deben evitar que los errores identificados y corregidos se repitan, un ejemplo es prevenir la limpieza excesiva en los principales focos de contaminación y suciedad.

Las actividades de carácter estándar tienen sus objetivos:

- a. No permitir que en el área de trabajo vuelvan a existir elementos no necesarios.
- b. En cada oportunidad de trabajo se debe contar con la ubicación óptima de los elementos para la operatividad.
- c. Mediante la inspección se logra evitar problemas derivados de los focos de suciedad los cuales hacen peligrar su buen funcionamiento.

Shitsuke – DISCIPLINA

No se logrará alguna mejora de la eficiencia, si no se aplica en la práctica, resultaría una mala inversión haber implementado una estrategia para mantener las áreas de trabajo bien organizadas, ordenadas y limpias.

Los estándares se logran haciendo un hábito de la práctica de una buena disciplina como un claro ejemplo se puede considerar devolver las herramientas al lugar de su ubicación donde se tomó para realizar un trabajo, esto nos facilitará mantener estándares operativos dentro del área de mantenimiento, generando motivación para desarrollarlo y haciendo una costumbre del tiempo adquirido obteniendo un reconocimiento por una labor bien ejecuta, serán factores importantes que resaltara la práctica de la disciplina.

La mejora de la productividad se logra con la implementación de las 5 “S” así como también se logrará reducir costos, seguridad y motivación de los trabajadores, tiempos de ejecución para cada tarea asignada dentro del proceso. (CUATRECASAS, 2000).

(Bernaola, 2012) Explica las condiciones operativas en minas subterráneas según su modalidad de extracción, esto puede variar según el comportamiento de sus yacimientos, métodos de explotación, así como condiciones geo estructurales hasta hidrológicas, considerándose también las condiciones climáticas y antigüedad de la mina, etc. A esto se suman otros factores: los internos que se pueden trabajar para poder alcanzar el objetivo o la proyección establecida de manera oportuna y lograr una productividad sostenida; también los factores externos que resulta más complejo debido a la interacción tanto en el ámbito social, estabilidad política y mercado internacional. Para enfrentar la crisis, los metales deben ser producidos eficazmente. En la tabla N° 1 se muestra un detalle de qué forma los factores internos como los externos impactan en la productividad que se genera en minas bajo la corteza terrestre y nos muestra claramente la incidencia que tienen en cuanto a la productividad en una unidad minera.

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
Recursos humanos: El recurso humano no se utiliza de manera adecuada, Ausentismo del mismo; se forma sindicatos, pésimo clima laboral, etc.	Sociales: El compromiso Social o influencias externas que atentan comúnmente contra la imagen de La minería. Se genera por una mala gestión.
Equipos: Uso inadecuado de los equipos.	Mercado Internacional: Los precios de los metales se ven afectados por las Crisis económicas.
Materiales y Energía: Mala utilización de la energía y los materiales, calidad de materiales, etc.	Estabilidad Política: Frecuentes cambios en su política o de forma gubernamental.
Infraestructura minera: inadecuada, Mal diseño, labores fuera de estándar, ventilación mínima, etc.	
Proceso Operativos: Métodos y Procesos deficientes	
Calidad: El proceso y producto son de muy baja calidad.	
Ambientales: alto potencial en su proceso o contingencias ambientales.	

Tabla 1: Factores internos y externos.

Fuente: (APRIMIN Asociación de Proveedores Industriales de la Minería, 2017)

Equipos LHD

(CHANG JA, 2019) Señala que a principios de los años 60 aparece los equipos LHD (loadhaul-dump) a consecuencia de la evolución de los equipos de carguío en minas subterráneas, tomando como concepto que la carga, transporte y descarga sería una solución efectiva para compatibilizar el Rendimiento-Capacidad-Maniobrabilidad. Los equipos de bajo perfil son denominados LHD debido a su sistema de funcionalidad como es estar limitado a realizar trabajos de carguío o acarreo en distancias consideradas de acuerdo a especificaciones técnicas. Según su diseño tiene la particularidad de poseer una cuchara de gran capacidad para lo que sea requerido, esta cuchara puede ser elevada bajo la presión de un sistema hidráulico alcanzando cargar un equipo de transporte o acarreo en distancias mayores según su aplicación (Doomper). Estos equipos poseen una gran versatilidad y puede lograr una alta productividad a muy bajo costo operacional. Cita además a Stevens y Acuña A (1982) quienes aseguran que, los equipos LHD a mediados del año 1960, formaron parte fundamental de “trackless mining concept”, usados en la minería a nivel mundial. Debido a la alta ingeniería en su diseño estas unidades tienen un gran aporte en la industria añadiendo nuevas dimensiones en el desarrollo y producción netamente minera. Tal es así que muchas minas antiguas llegaron a rediseñar sus estructuras rocosas para la utilización de estos equipos (Scoop).

(CHANG JA, 2019) También afirma que equipos con estas características cargan, trasladan y vacían el mineral en forma discreta, caracterizados por tener tiempos asociados por cada ciclo en la operación, tal es así que en el mundo minero los equipos LHD ofrece una gran variedad en modelos de diferentes tamaños y capacidades de carga que van desde 0.5 Yd³ hasta 14 Yd³. Según la necesidad que se genere en la operación, existes 2 versiones en el diseño de estos equipos: de accionamiento Eléctrico y de accionamiento Diésel; considera que, si bien los equipos LHD realizan labores de carga, traslado y descarga de mineral. Es necesario tener en cuenta sus parámetros operativos entre estos lo más resaltante es evitar el traslado de carga en distancias mayor a 300 metros. Exceder distancias de acarreo de mineral traerá como consecuencia desgastes prematuros en componentes de transmisión. Además, bajara su rendimiento en la productividad, su capacidad varía según modelo de equipo.

El perfil del equipo LHD se muestra en la siguiente figura



Figura 18: Perfil de un equipo LHD

Equipo de carga scoop

(Martínez B, 2010) Manifiesta que, las operaciones mineras utilizan equipos diseñados exclusivamente para trabajos en áreas confinadas, para lo cual el Scoop resulta un equipo idóneo para minería subterránea. Un Scoop es una máquina de bajo perfil con desplazamiento hacia atrás y adelante accionado por un motor Diésel o motor eléctrico, utilizado para levantar cargas pesadas y trasladarlo a otro lugar o cargarlo a otros equipos diseñados para trasladar cargas en distancias mayores a un determinado lugar específico.

✓ Productividad

Cada equipo tiene un comportamiento desplegado, el objetivo es facilitar al ingeniero las herramientas que le permita conocer e interpretar condiciones e índices operativos; así como también la facilidad para tomar decisiones, reorientar el recurso en operaciones dinámicas con características permanentes en mina (Huaman, 2019).

Olavarrieta (1999, p. 49). Realiza un planteamiento actual en la producción, que son recursos empleados para el fin que se persigue, considerando que las unidades del numerador al igual que el denominador son iguales hay una semejanza que guarda cierto porcentaje de la producción, pero si estos dígitos se muestran diferentes la producción se determinará según

unidades que guarden relación, teniendo en cuenta que la diferencia entre recursos pueden ser de diferentes aspectos tales como; recursos humanos, tierra, capital, maquinaria, energía y otros. Kramis (1994, p. 56). Hace mención que se tenía años atrás una idea respecto a la productividad así como también sobre la eficiencia y la eficacia que guardan relación, demostrando que resulta ser eficaz si se alcanza las metas y utilizando los recursos que están proyectados de manera inadecuada se considera ineficiente, para alcanzar la meta debe haber relación directamente con la productividad considerando que no deben ser iguales, la eficiencia tiene como objetivo calcular lo mismo desde una idea diferente a la productividad.

Barnes, Eroles y Estivill (1998, p. 107). Explica que un factor de productividad se consigue según unidades que se puedan fabricar en un tiempo determinado, dividiéndose en dos elementos, considerando la eficiencia para determinar el tiempo útil, así como tiempo desperdiciado, la eficacia detalla unidades que se producen durante una hora de trabajo, aplicando la siguiente formula:

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

$$\frac{Unidades}{Tiempo Total} = \frac{Tiempo Útil}{Tiempo Total} \times \frac{Unidades}{Tiempo Útil}$$

La escuela de negocios de la Universidad de Montevideo (2011, párr. 1 - 2). considera que la eficiencia en toda producción es posible medir mediante la productividad cuando está guarda semejanza de lo que se produce y lo que se producirá según proyección, considerando que el objetivo a discutir no es la producción operativa sino la mejora que resulta del uso de la mano de obra, analizándose en diferentes tiempos por estar dividida en horas trabajadas, la productividad total de los factores puede ser incrementado por el primero, también puede aumentar considerando que en los procesos de producción se presente variaciones de capital como también de trabajo; en consecuencia los empresarios consideran invertir más en maquinaria con la finalidad de prescindir de la mano de obra.

Medina (2005, p. 82). Define que una medida que logra entender a la eficiencia son los criterios vinculados con la productividad, en consecuencia, no resulta indiferente el desglose entre la eficacia y eficiencia, con relación a la producción por que los dos criterios se comparan y establecen una unión, bienes distribuidos, servicios para muchas agencias, estandarización de programas, formando parte de un sistema de seguimiento con la finalidad de lograr todas las metas proyectadas.

✓ Eficacia

Es la capacidad que se posee para alcanzar lo que desea en la producción, realizar un servicio o entrega de bienes, relacionándose en dos dimensiones, la primera considera la meta en base a unidades de producto y detallando características de calidad. Para el segundo se considera el tiempo que se toma en realizar los cronogramas que se ejecutan durante una programación, tomando el nombre como indicadores (Medina, 2005, p. 83).

$$Eficacia = \frac{\textit{Servicio realizado}}{\textit{Servicio programado}} \times 100$$

✓ Eficiencia

La relación que se guarda con las metas de la eficiencia considera la eficacia como un sub elemento, productos realizados, así como entregados en un tiempo determinado y su costo unitario, para esto existen dos fundamentos que lo complementan la idea. La primera es cuando la cantidad de producto está definido, donde la eficiencia se verá reflejado mediante la reducción del costo medio o total y la segunda es cuando el gasto total ya fue fijado, entonces ésta tendrá su incidencia en la optimización de la combinación de recursos para alcanzar el producto (Medina, 2005, p. 84).

$$Eficiencia = \frac{\textit{Tiempo de Operacion}}{\textit{Tiempo Programado}} \times 100$$

✓ Disponibilidad

Es el porcentaje de tiempo que equipo está en funcionamiento, determina la disponibilidad como indicador interpretado y calculado en base a un periodo largo de trabajo. Otra forma lo considera como la posibilidad para que, en un tiempo cualquiera, el equipo o maquinaria (reparable) entre en funcionamiento. Un 90% es un porcentaje mínimo en la Disponibilidad Mecánica (Ñavincopa E, 2019).

(SALDAÑA, 2013). define también como que el alcance de un equipo o unidad para permanecer en un estado (óptimo), de tal manera que pueda realizar sus funciones en un instante de tiempo bajo las condiciones dadas en un tiempo determinado, por lo que se asume que los recursos internos como los externos fueron suministrados.

Posibles factores que afectan la operación de un LHD son (Ñavincopa E, 2019).

- Falta de Iluminación;
- Pistas y/o estado para su desplazamiento (carga en la vía, afecta los componentes mecánicos, afecta la salud del operador, baja velocidad, desgaste prematuro en neumático. Alcance o vida útil es de 2000- 2500 h. según especificaciones técnicas, pero puede bajar a 1800 horas);
- Zona de carguío (se debe conservar con un piso firme con la finalidad de no afectar el balde del equipo o generar sobre esfuerzos que puedan dañar al equipo.
- Dimensión de material de carguío (en mayores dimensiones disminuyen el factor llenado);
- Tráfico en vías de tránsito.
- Zonas de carga y descarga.
- Ventilación deficiente.
- Se genera pérdidas de potencia del 1% en zonas de trabajo ubicados en altura sobre los 300 msnm. Técnicamente se recomienda usar turbos para trabajos en altura sobre los 1500 msnm.
- La temperatura es un factor que genera pérdidas de potencia del 1% cuando se supera los 20C°.

Los indicadores en el área de mantenimiento ayudan a analizar el comportamiento en la operación de todos los equipos, accesorios e instalaciones. Esto se puede aplicar a un plan de mantenimiento para perfeccionar sus actividades diarias y mejorar su eficiencia. (RAMOS, 2013).

✓ Disponibilidad de un activo

Se entiende como la capacidad de un equipo o componente para permanecer en un estado operativo sin interrupciones, realizando sus funciones bajo ciertas condiciones y en un intervalo de tiempo, considerando que los recursos externos e internos necesarios han sido entregados (SALDAÑA, 2013).

$$D (\%) = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$$

$$D (\%) = \left(\frac{hl - hp}{hl} \right) \times 100$$

Dónde:

hl: horas que la empresa considera laborables.

hp: horas de parada en el periodo de evaluación.

MTBF: tiempo medio que se da entre una falla y otra, h/período

MTTR: tiempo medio que se utiliza para su reparación, h/período

✓ Tiempo medio entre fallas (TMBF)

Toma este nombre el tiempo medio empleado entre dos paradas de mantenimiento, utilizando como numerador para su cálculo el total de horas del periodo de mantenimiento, el número de paradas como denominador:

$$MTBF = \left(\frac{ht}{p} \right)$$

Dónde:

MTBF: tiempo medio entre fallas, h/período

ht: horas trabajadas o de operación para un periodo de evaluación
p: cantidad de paradas en el tiempo de evaluación

✓ Tiempo medio para reparar (MTTR)

Es el promedio de tiempo que se emplea en las diversas paradas de los equipos que se presentan en el periodo analizado:

$$MTTR = \left(\frac{hp}{p} \right)$$

Dónde:

MTTR: tiempo medio para reparar, h/periodo

Hp: horas de parada en el periodo de evaluación.

p: número de paradas en el periodo de evaluación

✓ Confiabilidad de un activo:

Es la probabilidad que un equipo no falle durante un tiempo determinado bajo las condiciones dadas. (SALDAÑA, 2013).

$$R(t) = e^{\left(-\frac{t}{MTBF}\right)}$$

R (t): Confiabilidad del activo en un tiempo t; en %

T: tiempo que se espera que el activo no falle.

MTBF: Tiempo medio entre fallas.

✓ Mantenibilidad de un activo

Es la expectativa sobre el trabajo que se desarrolla en un equipo para dejarlo en condiciones operativas en un periodo de tiempo determinado, haciendo uso de los recursos según los procedimientos prescritos. (PRANDA, 1996).

$$M(t) = 1 - e^{\left(-\frac{t}{MTTR}\right)}$$

M (t): Mantenibilidad del activo, en (%)

T: Tiempo que se tarda en la reparación de activo.

MTTR: tiempo medio entre la reparación.

Se considera una media de 3 a 6 meses y de 2 a 3 años haciendo usos de los 12 pasos siguientes para la implantación de la fase preparatoria del TPM en una empresa (Alva, 2009), (Figura 19):

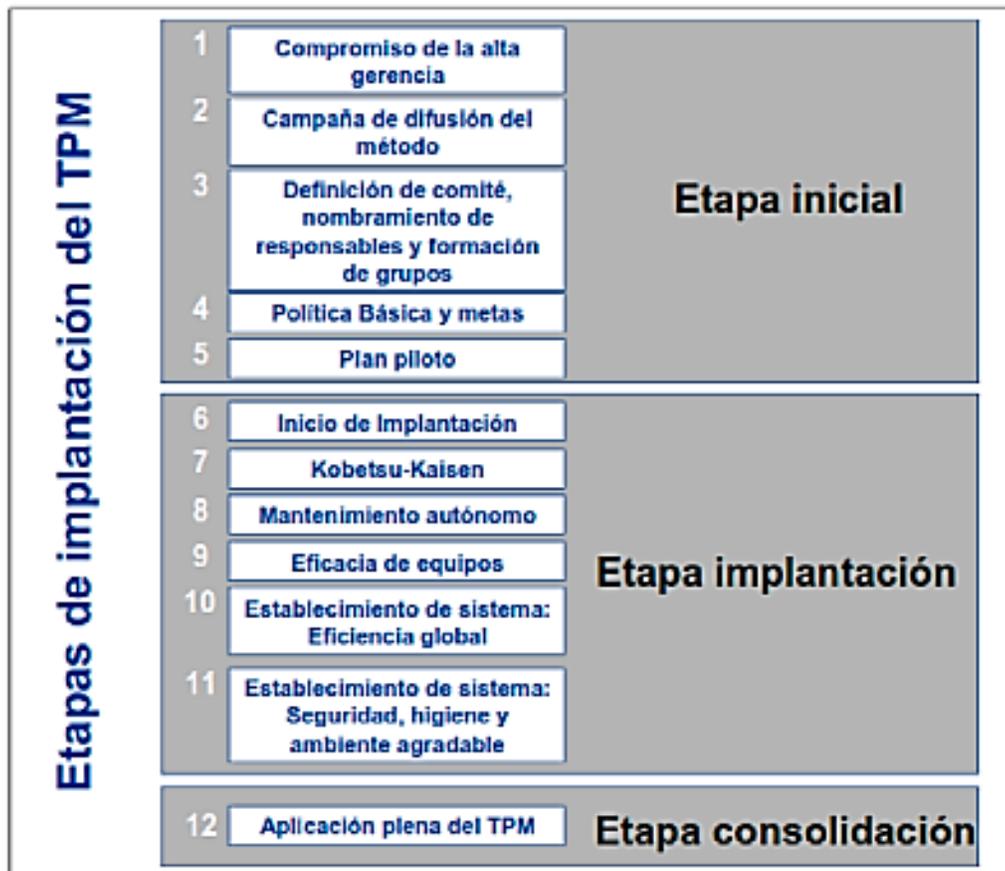


Figura 19: Muestra etapas del TPM.

Fuente: (Silva, 2005)

1) Etapa inicial

1º Paso – Compromiso de la alta gerencia

El compromiso que asume la gerencia es de vital importancia, debe estar involucrada y sobre todo comprometida, el compromiso debe ser divulgado a cada nivel operativo involucrado en el sistema de producción haciendo referencia las intenciones y expectativas.

La decisión de implantación debe ser informada por la dirección superior mediante informes, en reuniones del directorio incluyendo las de gerencias y divulgarlos haciendo uso de los medios escritos.

Tomar la decisión de implantar el TPM implica divulgarlo o transmitirlo de manera formal mediante documentos a todas las áreas en la empresa con la única finalidad que todo el personal tenga conocimiento. (Silva, 2005).

La alta gerencia debe estar consciente y asegurar el cumplimiento de los siguientes puntos para lograr el éxito con la implantación del TPM:

- Verificar de forma personal en grado de entendimiento de todos los colaboradores, visitando todas las áreas involucradas.
- Verificar que los conceptos del TPM tengan una correcta divulgación.
- Cuidar para que su desarrollo se realice siempre con actitudes muy positivas.
- Brindar elogios, así como motivaciones por el esfuerzo en cada trabajo realizado.
- Verificar y hacer un comentario por cada resultado presentado evitando conclusiones apresuradas o extrapolaciones.
- Mostrarse interesado y ofrecer ayuda a los grupos por cada problema.
- Usar las críticas de forma moderada y constructiva con la finalidad de incentivar el trabajo.

- Cuando se presenten preguntas, en la búsqueda de soluciones se debe hablar claro y abiertamente sobre cada problema tratando de motivar el grupo.

2º Paso – Campaña de difusión del método

La meta del TPM a través del perfeccionamiento se puede crear la reestructuración de la cultura empresarial, tanto como de los equipos, de los recursos humanos y de las instalaciones. La educación introductoria a todos los niveles se debe elaborar mediante programas.

El TPM para su buen funcionamiento no basta con colocarlo de forma automática después la decisión de la alta gerencia. Es necesaria una adecuada educación y capacitación previa para lograr su implantación.

Las capacitaciones dirigidas a todo el personal involucrado en sus diferentes áreas les permitirán cooperar y participar con otro nivel de respuesta en cada una de sus actividades pertinentes. Se recomienda hacer campañas informativas haciendo uso de carteles y otros medios de divulgación (Silva, 2005).

3º Paso – Definición del comité de coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.

En este paso es fundamental establecer un comité para la implementación y coordinación (preferentemente jefes de departamentos) quienes tienen la responsabilidad de crear un grupo de trabajo para determinadas áreas.

El TPM tiene como partida a las actividades realizadas en equipo por los trabajadores. En estas respectivas etapas los equipos o grupos son liderados por personal que tenga la capacidad en funciones de supervisión.

Su éxito tendrá una gran incidencia en cuanto a la selección del jefe y el comité asignado para la implementación del TPM, por lo que se tiene que considerar a trabajadores destacados por su compromiso y responsabilidad para desarrollar estas funciones. (Silva, 2005).

4°Paso – Política básica y metas.

Promoción del TPM como una administración objetiva y de una política, a mediano y largo plazo, integración esclarecida, empresa y sus políticas, tanto en su introducción como meta de un objetivo comercial para la empresa.

Las metas que se desean obtener se deben establecer como: Reducción de fallas en porcentajes, disponibilidad incrementada en porcentajes, Mejora de la productividad en porcentajes, etc. Se considera valores referenciales actuales Para establecer las metas.

5° Paso – Plan piloto.

Para la introducción e implementación definitiva del TPM se debe establecer un plan piloto que nos permita verificar el progreso obtenido, comparar con el desarrollo cambiando esquemas, así como establecer parámetros actuales de ser necesario.

Los objetivos iniciales, así como los respectivos resultados hay que tener presente que alcanzarlos pueden llevar algún tiempo, debido a que el TPM involucra perfeccionar los recursos humanos, instalaciones y equipos. (Silva, 2005).

2) Etapa de implantación

6°Paso – Inicio de la implantación

La implantación del TPMP se realizará posteriormente al proceso introductorio de forma general al personal involucrado en el área de trabajo.

Se organizará un evento para dar inicio dicho proceso, En esta implantación es fundamental la participación de todos los empleados. Las palabras de estímulo serán pronunciadas por los directores a cargo del proceso.

Es necesario y oportuno la visita a todas las áreas de implantación del TPM con la finalidad de preguntar a los empleados si entendieron perfectamente los objetivos y verificar su cumplimiento el cual establece el TPM.

7°Paso – “Kobetsu-Kaisen” Esto nos indica tener un informe real sobre las necesidades de mejora de un equipo, esto será realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario que estará formado gerentes de línea, por ingenieros, operadores y personal de mantenimiento.

El “cuello de botella”, debe ser elegido por un equipo en una línea de equipos donde se logre evidenciar que está generando pérdidas crónicas y a través de esfuerzos continuos sea posible alcanzar la perfección.

Presentar sugerencias por los integrantes del grupo será posible lograrlo mediante estímulos. (Silva, 2005).

8°Paso – Establecimiento del “Jishu-Hozen” (mantenimiento autónomo).

El “Jishu-Hozen” Este método permitirá al operador controlar su propio equipo. El “Jishu-Hozen” está dado por siete pasos los cual son implementados de forma consecutivas iniciando siempre después de haber concluido el anterior, considerando la valuación y el apoyo de parte de los gerentes.

Primer paso: considera la limpieza como el objetivo que nos llevará a mejorar la confiabilidad en los equipos a través de las siguientes actividades:

- La suciedad, desechos y polvo deben ser eliminados.
- Descubrir anormalidades
- Corregir pequeñas deficiencias, así como establecer las condiciones básicas para cada equipo.

Segundo paso consiste en: Tomar medidas defensivas con el objetivo de eliminar las causas de suciedad y mejorar los accesos a las áreas de difícil limpieza y lubricación. Este paso está enfocado en hacer mejoras con el único objetivo de hacer mejoras para eliminar fugas de lubricante y la contaminación, aire o agua (Silva, 2005).

Tercer paso: Estable la elaboración de estándares de trabajo y está destinado a evaluar criterios que deben ser generados por los operadores. El cuidado de los equipos se logrará mediante la aplicación de estándares de limpieza de los cuales se busca crear un hábito dentro de todo el personal involucrado, realizar una lubricación adecuada, así como ajustes de pernos y otros elementos que requieran un ajuste; con esto se busca prevenir el deterioro de los equipos manteniéndolos siempre bajo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. El operario que recibe la capacitación para esta labor debe preparar los estándares.

Cuarto paso. Para una inspección general, es necesario capacitar a los operadores para inspeccionar de manera correcta cada componente del equipo.

Quinto paso. Se considera que los operadores puedan realizar una inspección autónoma y detectar problemas los cuales puedan corregir si se trata de pequeños daños, así como realizar la inspección de forma general en sus equipos.

Sexto paso. Las condiciones de control de los equipos se logran con la estandarización lo que nos permitirá establecer y mantenerlos en óptimas condiciones operativas.

Séptimo y último paso. “Jishu-Hozen” Control totalmente autónomo que persigue mantener la continuidad de las actividades posterior al máximo aprovechamiento de los conocimientos adquiridos en los pasos anteriores (Silva, 2005).

9°Paso – Implantación de la metodología en el equipo piloto, se consigue normalizando y transformando en rutina, todo aquello que fue aprendido en el paso anterior.

Desarrollar productos fáciles de fabricar y de equipos fáciles de operar y mantener.

Establecer las condiciones para eliminar defectos de productos y facilitar los controles.

10°Paso – En primer lugar, se debe apoyar a la productividad mejorando la eficiencia de los equipos como también en las oficinas.

El desarrollo y aplicación del JIT (Just In Time). El JIT filosofía aplicada en el sector industrial que consiste en la eliminación de todo desperdicio generado en el proceso de producción. Considerando compras, insumos hasta la distribución del producto o servicio.

Se realizará un análisis de criterios para reducir esferas (herramientas, material, transporte, traslados, etc.).

11°Paso – Se realizará un análisis e implantación de “Recomendaciones de seguridad”.

Se requiere la implantación de estímulos cuando se notifique las condiciones inseguras en el trabajo o condiciones que causen perjuicio al medio ambiente.

Se debe plantear y buscar una meta, por ejemplo: “cero accidentes y cero poluciones”.

12°Paso – En este paso se considera hacer una ampliación del TPM al resto de los equipos a nivel general, se establecen mejores metas y desafíos como también hacer una consultoría para los ajustes de su implantación (Silva, 2005).

De acuerdo a lo observado del problema de las fallas imprevistas continuas en los equipos del transporte de mineral, lo cual genera en los equipos una baja disponibilidad, se plantea el problema para la investigación: ¿En qué medida la aplicación de la metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa minera Río Chicama SAC, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad permitirá mejorar la productividad en el proceso de transporte de mineral?

La justificación de la investigación se basa en tres componentes, la justificación técnica, pues se establecerán medidas técnicas para mejorar la productividad en el proceso de transporte de mineral, también se tiene la justificación económica, porque al implementar la metodología TPM se obtendrá mayor disponibilidad de los equipos, logrando como consecuencia reducir los costos por inoperatividad de los equipos y aumentar la productividad de mineral transportado. Se considera también la justificación ambiental, pues al trabajar con los equipos en alta disponibilidad y con programas de mantenimiento planificados, se evita que estos equipos se malogren repentinamente y por lo tanto no derramen fluidos u otros materiales al suelo, también

se evitara el uso excesivo de materiales convencionales como trapos industriales, grasas industriales y otros que representan contaminación ambiental y formación de residuos peligrosos con alto impacto al medio ambiente.

La hipótesis plantea que al aplicar la metodología de MPT, en la empresa minera Río Chicama SAC, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad, permitirá mejorar la productividad en el proceso de transporte de mineral.

El objetivo general de la investigación es aplicar la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa minera Río Chicama SAC, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad, con la finalidad de mejorar la productividad en el proceso de transporte de mineral.

Los objetivos específicos de la investigación son:

1. Recopilar información actual de la gestión en cuanto a un plan de mantenimiento para identificar la baja productividad de los equipos de transporte de mineral en la empresa minera Río Chicama SAC.
2. Analizar las herramientas que conforman la metodología TPM y elaborar su implementación, realizando un análisis de los indicadores de Productividad del mineral en la unidad Bumerang, el análisis de la pérdida económica o lucro cesante por la inoperatividad de los equipos de trabajo, así mismo el análisis de la Confiabilidad y Disponibilidad de los equipos del área de transporte de mineral.
3. Capacitar al personal, para que se pueda tener un desempeño calificado en cuanto a mano de obra, de manera que cuando se presente algún problema complejo se dé la solución inmediata.
4. Realizar un balance económico para verificar la reducción de costos por pérdida de inoperatividad de los equipos de transporte de mineral y un análisis de la producción de mineral en la unidad minera Bumerang para verificar el impacto de la implementación del TPM.

II MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de la investigación.

2.1.1. Según su fin: Aplicada

2.1.2. Según su alcance: Transversal Cuantitativa

2.1.3. Según su Método: Deductivo- Inductivo

2.1.4. Según el diseño de investigación: Pre experimental

2.2 Operacionalización de Variables.

2.2.1 variables independientes:

- Metodología TPM para mejorar el proceso de transporte de mineral.

2.2.2 variables dependientes.

- Productividad de proceso de transporte de mineral.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable dependiente Productividad	(Heize, y otros, 2014) Afirma que la Productividad es la utilización adecuada de los recursos generales que existen en la producción de una empresa, de manera que se pueda lograr los objetivos planteados.	La productividad se va a medir por medio de la eficiencia y la eficacia.	$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo Programado}} \times 100$ $Eficacia = \frac{\text{Servicio realizado}}{\text{Servicio programado}} \times 100$	Razón
Variable independiente Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Es un sistema gerencial que permite la participación total, de la organización al tener los equipos de producción siempre listos. (GARCÍA, 2009)	El TPM se va a medir a través de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, de modo que se pueda optimizar la variable dependiente	<p><i>Disponibilidad</i></p> $D (\%) = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$ <p><i>Confiabilidad</i></p> $R_{(t)} = e^{\left(-\frac{t}{MTBF}\right)}$	Razón

Tabla 2: Operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

- Población

Todos los equipos empleados en la minería subterránea de la empresa minera Río Chicama SAC, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad.

- Muestra

Equipos empleados en el proceso de transporte de mineral de la empresa minera Río Chicama SAC, zona de Huancay, provincia Gran Chimú, departamento de La Libertad.

- Muestreo

Muestreo probabilístico aleatorio simple

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica	Instrumento	Objeto	Objetivos
Encuestas	<ul style="list-style-type: none">● Cuestionario no estructurado● Check list	Personal ejecutivo de gestión y operación.	Determinar estado actual de la gestión de mantenimiento y del proceso de transporte de mineral. Recolectar información acerca de las fallas y su frecuencia.
Observación	<ul style="list-style-type: none">● Libreta de apuntes	Equipos, componentes	Para determinar el estado situacional de la operación, mantenimiento y gestión de mantenimiento en el

Análisis Estadístico	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama Ishikawa • Análisis de Pareto 	Equipos, componentes	<p>proceso de transporte de mineral</p> <p>Para describir las causas de la baja productividad y para determinar cuáles causas empezar a resolver, en el proceso de transporte de mineral de la empresa minera Río Chicama SAC</p>
Cartilla de inspección del equipo antes de poner en marcha.	Cartilla, Fichas técnicas, check list, reportes diarios.	Equipos, componentes.	Inspeccionar y almacenar la información del equipo antes de poner en marcha, para cumplir con los estándares, así que cuando el equipo entre en la operación sea confiable.

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Procedimiento.

A continuación, se presenta el procedimiento para resolver los objetivos, aplicando la ingeniería

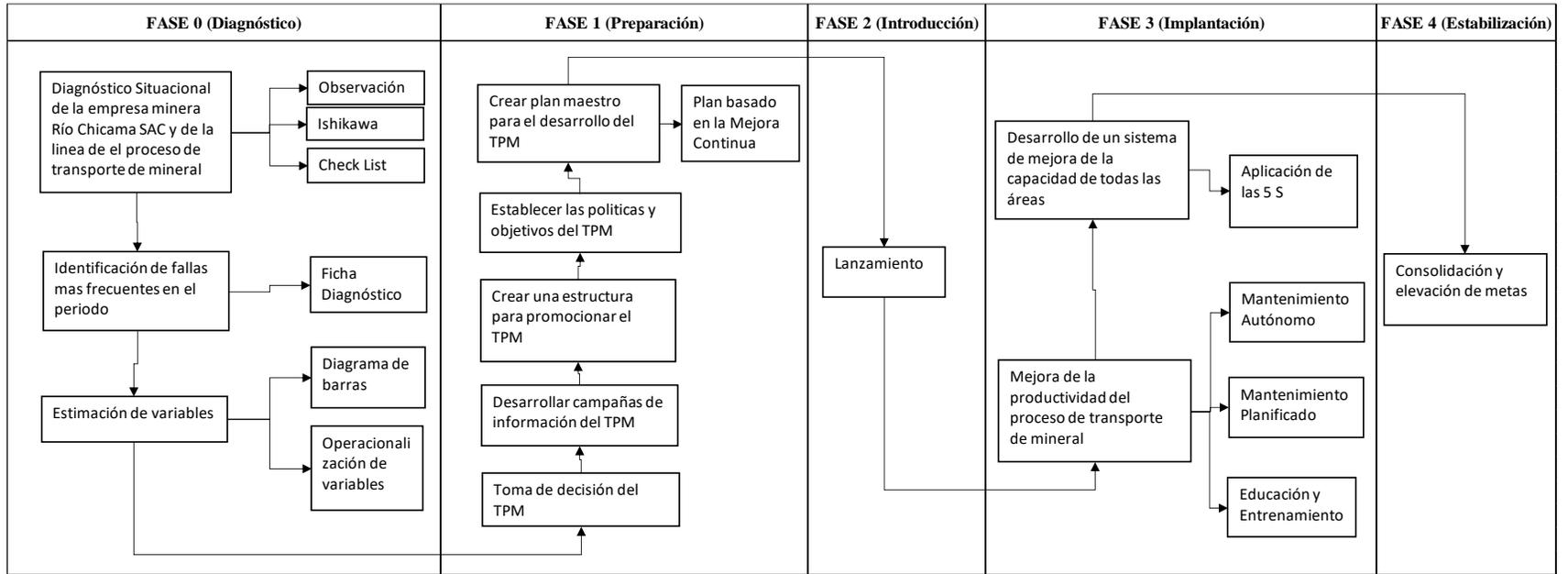


Tabla 4: Procedimiento.

Fuente: Elaboración propia

2.6 Métodos de análisis de datos:

Se realizarán análisis de condición de los equipos para determinar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de la línea de transporte de mineral, mediante recolección de datos y registrando en un historial por cada equipo.

Los parámetros de proceso serán desarrollados con estadística descriptiva.

En el análisis cuantitativo, se aplicará la ingeniería básica:

Análisis de ingeniería para la disponibilidad de los equipos.

- Muestras de análisis de aceite.
- Comprobación de temperatura de los sistemas hidráulicos y de los equipos
- Medición de monóxido en los equipos.
- Costos de operación de los equipos
- Costos de producción de la empresa.
- Parámetros de operación de los equipos
- Cálculo de la disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad.

Que permitan realizar la selección de nuevos métodos para lograr la disponibilidad de los equipos reduciendo los costes perdidos por inactividad.

2.7 Aspectos éticos:

La información presentada en el presente estudio es propia del autor, en base a investigación y aplicación de los conceptos de ingeniería de mantenimiento, mecánica, eléctrica obtenidos en la UCV, sin plagio de ningún tipo. La empresa minera Rio Chicama S.A.C. autorizo a la presente investigación el uso y divulgación de los datos, se adjunta la carta de autorización en el ANEXO N° 23.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados del diagnóstico situacional del área de estudio

3.1.1. Pasos del diagnóstico

En la siguiente figura se muestra los pasos que se sigue para hacer la Evaluación del diagnóstico situacional de la empresa

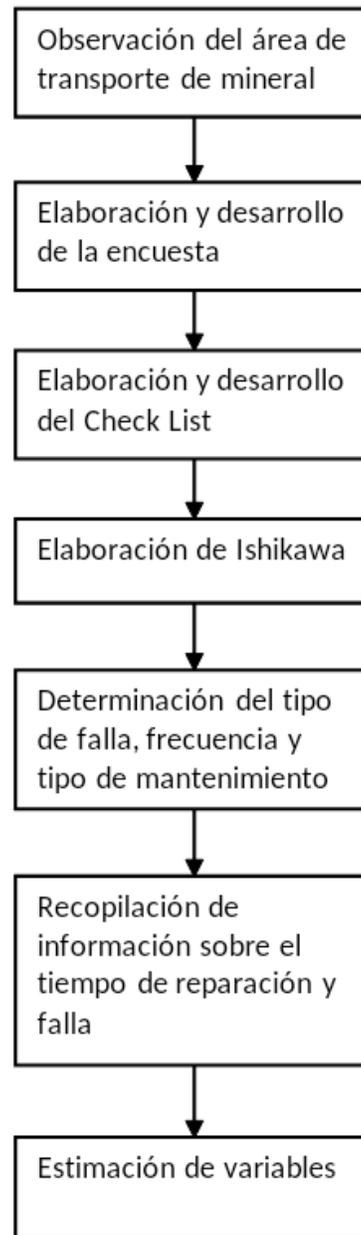


Figura 20: Pasos del diagnóstico.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1 Observación del área de estudio

A través de visitas aleatorias, se observó el proceso que se desarrolla en el área de transporte de mineral, y se realizó una tabla que muestra la distribución actual de los equipos como se aprecia en la Tabla N° 5.

Equipos	Modelo	Perforación	Retiro	Carga
Perforadoras yack-leg	RNP – 250 S	18	----	----
Perforadoras stoper	RNP – 260 S	7	-----	---
Winches de 5 hp	----	----	2	-----
Locomotora	CLEYTON 3.5 T	----	2	----
Scooptram 1.5 yd ³	XINGYE WJ-1D 1.5YD ³	----	2	----
Scooptram 2.5 yd ³	XINGYE WJ-2D 2.5YD ³	----	1	----
Doomper 10 T	XINGYE UK10-10TON.	----	2	----
Retroexcavadora	3C JCB	----	----	2

Tabla 5: Equipos usados en el proceso de extracción y transporte de mineral

Fuente: Propia

3.1.1.2. Encuesta

Se realizó una encuesta no estructurada sobre las máquinas y la gestión de mantenimiento como se muestra en el ANEXO N° 3.

3.1.1.3. Desarrollo de check list

Se hizo el formato de check list, referido a la gestión de mantenimiento ANEXO N° 1 para luego ser llenados como se muestra en el ANEXO N° 2. Este sirvió

para obtener información y determinar las causas de la baja productividad en la empresa.

3.1.1.4. Elaboración de Ishikawa

Después de la observación, encuesta y check list se elaboró un Ishikawa que muestra las causas principales de la baja productividad en la empresa tomando en cuenta las 5M. Como se muestra en la Figura N° 21.

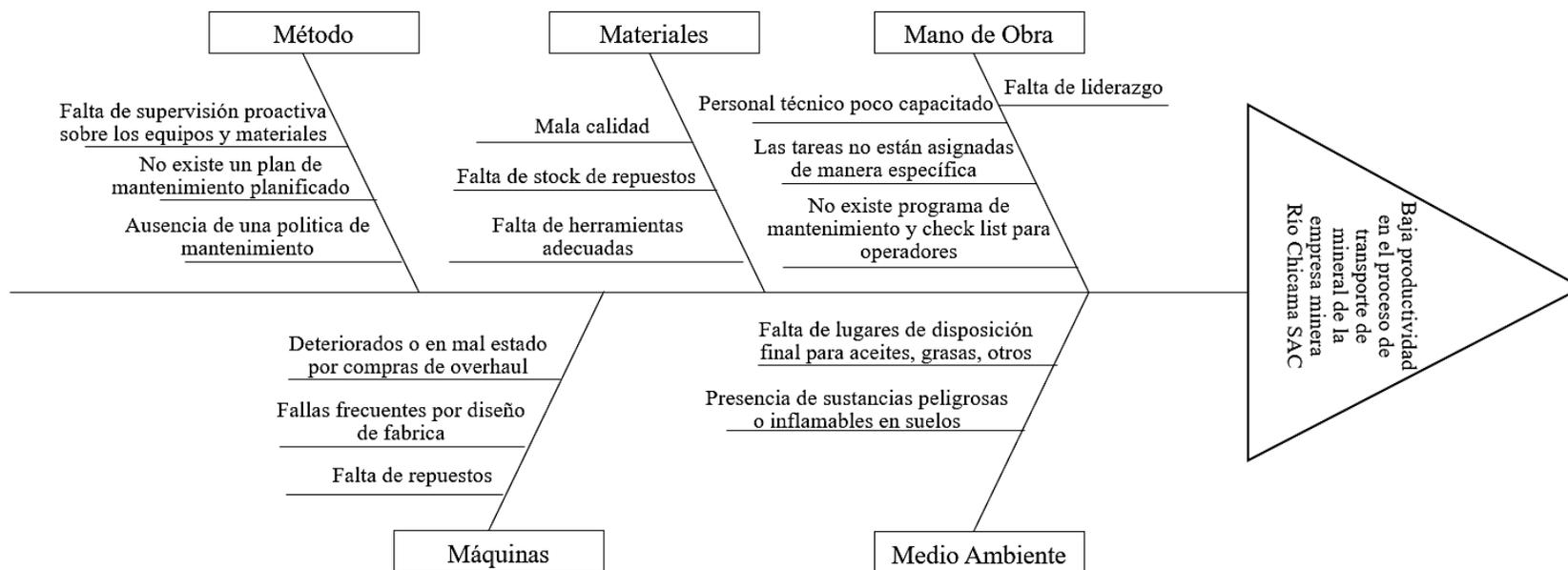


Figura 21: Diagrama Ishikawa de la baja Productividad en el proceso de transporte de mineral de la empresa minera Río Chicama SAC.

Fuente: Elaboración propia

Cuando se ha realizado las observaciones, se determinó de acuerdo a muchas razones que la Gestión del Mantenimiento en la empresa minera Río Chicama SAC no es la adecuada, bajo los siguientes cinco aspectos:

Medio Ambiente:

En el ambiente de trabajo existe un desorden en los ambientes, se nota presencia de sustancias peligrosas o inflamables en el suelo y no existen lugares de disposición final para residuos sólidos y líquidos retirados de los mantenimientos como aceites, grasas, trapos, etc.

Materiales:

Los materiales no son adecuados y de mala calidad, no cuentan con proveedores de marcas reconocidas y los proveedores que tienen no tienen productos de buena calidad, también se puede ver la existencia de materiales oxidados debido a que se encuentran a la intemperie y no tienen una determinada ubicación. No se cuenta con stock de seguridad para los repuestos críticos de los equipos que se utilizan en el proceso de transporte de mineral y para otras áreas y procesos productivos.

Método:

Para tener una buena Gestión del Mantenimiento en la empresa minera Río Chicama SAC, debe de empezar teniendo un plan de mantenimiento, pero se observa que no existe ningún plan de mantenimiento de los equipos, porque no se tiene un proceso de control para determinar la necesidad de mantenimiento. No hay una supervisión de los materiales ni de los equipos.

Mano de obra:

Los trabajadores no cuentan con un perfil adecuado para la labor que desempeñan y no cuentan con conocimientos técnicos para las tareas asignadas de manera específica, asimismo no existe una estandarización en el proceso a seguir para el mantenimiento y reparación de piezas por parte de mantenedores y operadores de los equipos, porque no se cuenta con un plan de

mantenimiento y listas e verificación, por lo cual trabajan de manera aleatoria en todos los equipos.

Máquina:

Los equipos no se encuentran inventariadas ni codificadas, lo cual dificulta el trabajo durante el proceso productivo, muchas de ellas no cuentan con los manuales de uso ni de mantenimiento. También algunas de ellas se encuentran deterioradas o en mal estado ya que no existe un plan de mantenimiento y no hay stock de repuestos. También se ha observado que hay máquinas que operan por diseño de fábrica de una manera tal que provocan fallas continuas como es el caso de los Scooptram 1.5 yd³.

a. Codificación de las máquinas

Para realizar la codificación de los equipos, se consideró las iniciales de cada una de ellas, como se observa en la Tabla N° 7.

Equipos	Codificación
Locomotora 1	LO
Scooptram 1.5 yd ³ 2	SC15
Scooptram 2.5 yd ³ 1	SC25
Doomper 10 T 2	DO
Retroexcavadora 1	RE
Perforadoras yack-leg 1	PYL
Perforadoras stoper 1	PS
Winches de 5 hp 2	WI

Tabla N° 6: Codificación según tipo de equipo

Elaboración propia

Luego se procedió a enumerar con estas iniciales cada una de los equipos, quedando como se observa en la Tabla N° 7

Equipos	Codificación
Locomotora 1	LO01
Locomotora 2	LO02
Scooptram 1.5 yd ³ 1	SC1501
Scooptram 1.5 yd ³ 2	SC1502
Scooptram 2.5 yd ³ 1	SC25
Doomper 10 T 1	DO01
Doomper 10 T 2	DO02
Retroexcavadora 1	RE01
Retroexcavadora 2	RE02
Perforadoras yack-leg 1	PYL01
Perforadoras yack-leg 2	PYL02
Perforadoras yack-leg 3	PYL03
Perforadoras yack-leg 4	PYL04
Perforadoras yack-leg 5	PYL05
Perforadoras yack-leg 6	PYL06
Perforadoras yack-leg 7	PYL07
Perforadoras yack-leg 8	PYL08
Perforadoras yack-leg 9	PYL09
Perforadoras yack-leg 10	PYL10
Perforadoras yack-leg 11	PYL11

Perforadoras yack-leg 12	PYL12
Perforadoras yack-leg 13	PYL13
Perforadoras yack-leg 14	PYL14
Perforadoras yack-leg 15	PYL15
Perforadoras yack-leg 16	PYL16
Perforadoras yack-leg 17	PYL17
Perforadoras yack-leg 18	PYL18
Perforadoras stoper 1	PS01
Perforadoras stoper 2	PS02
Perforadoras stoper 3	PS03
Perforadoras stoper 4	PS04
Perforadoras stoper 5	PS05
Perforadoras stoper 6	PS06
Perforadoras stoper 7	PS07
Winches de 5 hp 1	WI01
Winches de 5 hp 2	WI02

Tabla N° 7: Codificación de todos los equipos
Elaboración propia

b. Inventario jerarquizado

Para tener un adecuado inventario jerarquizado, se procedió a analizar los equipos del proceso de transporte de mineral de la empresa minera Rio Chicama SAC, a través de un análisis de criticidad de los equipos, según la tabla N° 8.

FACTOR DE EVALUACIÓN	GRADUACIÓN		
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3
SEGURIDAD Riesgos potenciales para las personas, medio ambiente	La falla provoca graves efectos en el hombre, medio ambiente o instalaciones OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla acarrea riesgos para el hombre, medio ambiente o instalaciones OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla no genera riesgos OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>
CALIDAD El efecto de la falla de los equipos afecta la calidad del producto.	La falla afecta mucho al producto, cambiando las especificaciones. OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla hace variar la calidad del producto OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla no varía la calidad del producto. OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>
REGIMEN DE TRABAJO Tiempo de operación de los equipos, cuando es programado.	Trabaja en tiempo integral OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Trabaja aproximadamente la mitad del periodo OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Uso ocasional OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>
ATENCIÓN Efecto de la falla sobre las interrupciones del proceso productivo.	La falla provoca interrupciones mayores que 60 min al proceso productivo. OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla provoca interrupciones del proceso productivo hasta 60 min o en un periodo limitado. OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	La falla provoca interrupciones del proceso productivo entre un periodo limitado hasta 10 min. OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>
FRECUENCIA Cantidad de fallas por periodo de utilización (tasa de fallas)	Muchas paradas por fallas (falla/Año) (mas de 24) OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Cantidad de fallas en el año en un rango tolerable. (entre 12 y 24) OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Pocas paradas por fallas en el año. (menos de 12) OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>
COSTO Mano de obra y materiales que se requieren en la obra	Costos muy elevados (más de un costo aceptable) OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Costos entre un rango tolerable OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>	Costos bajos OPCIÓN -> <input type="checkbox"/>

EQUIPAMIENTO:			
LA CRITICIDAD DEL EQUIPO ES:			

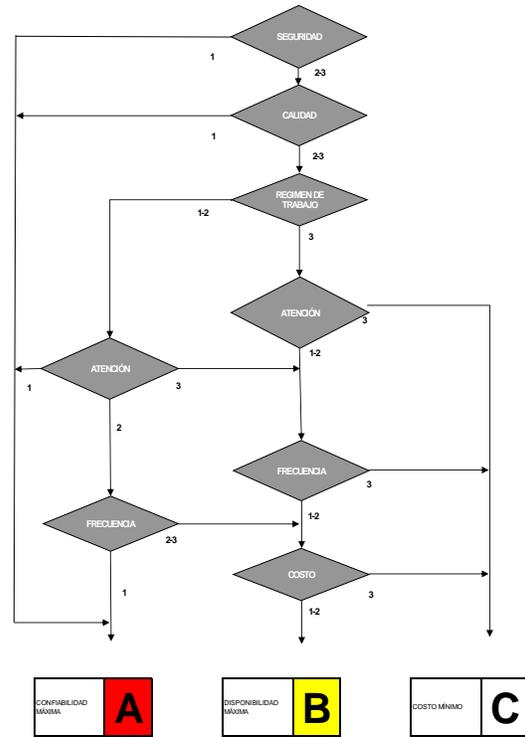


Tabla N° 8: Formato del análisis de criticidad para los equipos del proceso de transporte de mineral de la empresa minera Rio Chicama SAC.

Elaboración propia

Una vez determinado el análisis por cada equipo, se procedió a realizar la Tabla N° 9, donde se coloca la ponderación de criticidad por cada equipo en tipo A, tipo B y tipo C, para su posterior estudio.

N°	Equipos	Modelo	Codificación	Criticidad	%
1	Locomotora 1	CLEYTON 3.5 T	LO01	A	

2	Locomotora 2	CLEYTON 3.5 T	LO02	A	
3	Scooptram 1.5 yd ³ 1	XINGYE WJ-1D 1.5YD ³	SC1501	A	
4	Scooptram 1.5 yd ³ 2	XINGYE WJ-1D 1.5YD132	SC1502	A	
5	Scooptram 2.5 yd ³ 1	XINGYE WJ-2D 2.5YD ³	SC25	A	
6	Doomper 10 T 1	XINGYE UK10-10TON.	DO01	A	
7	Doomper 10 T 2	XINGYE UK10-10TON.	DO02	A	19.44%
8	Retroexcavadora 1	3C JCB	RE01	B	
9	Retroexcavadora 2	3C JCB	RE02	B	
10	Perforadoras yack-leg 1	RNP – 250 S	PYL01	B	
11	Perforadoras yack-leg 2	RNP – 250 S	PYL02	B	
12	Perforadoras yack-leg 3	RNP – 250 S	PYL03	B	
13	Perforadoras yack-leg 4	RNP – 250 S	PYL04	B	
14	Perforadoras yack-leg 5	RNP – 250 S	PYL05	B	
15	Perforadoras yack-leg 6	RNP – 250 S	PYL06	B	
16	Perforadoras yack-leg 7	RNP – 250 S	PYL07	B	
17	Perforadoras yack-leg 8	RNP – 250 S	PYL08	B	
18	Perforadoras yack-leg 9	RNP – 250 S	PYL09	B	
19	Perforadoras yack-leg 10	RNP – 250 S	PYL10	B	
20	Perforadoras yack-leg 11	RNP – 250 S	PYL11	B	
21	Perforadoras yack-leg 12	RNP – 250 S	PYL12	B	

22	Perforadoras yack-leg 13	RNP – 250 S	PYL13	B	
23	Perforadoras yack-leg 14	RNP – 250 S	PYL14	B	
24	Perforadoras yack-leg 15	RNP – 250 S	PYL15	B	
25	Perforadoras yack-leg 16	RNP – 250 S	PYL16	B	
26	Perforadoras yack-leg 17	RNP – 250 S	PYL17	B	
27	Perforadoras yack-leg 18	RNP – 250 S	PYL18	B	
28	Perforadoras stoper 1	RNP – 260 S	PS01	B	
29	Perforadoras stoper 2	RNP – 260 S	PS02	B	
30	Perforadoras stoper 3	RNP – 260 S	PS03	B	
31	Perforadoras stoper 4	RNP – 260 S	PS04	B	
32	Perforadoras stoper 5	RNP – 260 S	PS05	B	
33	Perforadoras stoper 6	RNP – 260 S	PS06	B	
34	Perforadoras stoper 7	RNP – 260 S	PS07	B	75%
35	Winches de 5 hp 1	----	WI01	C	
36	Winches de 5 hp 2	----	WI02	C	5.50%

Tabla N° 9: Inventario Jerarquizado de los equipos por criticidad

Elaboración propia

En la presente tabla se puede observar que el 19.44 % son equipos críticos tipo A, el 75% son equipos críticos tipo B y el 5.5% son equipos críticos tipo C. Los recursos

equipos tipo A son equipos que, de acuerdo al análisis realizado en seguridad, calidad, régimen de trabajo, atención, frecuencia, costo, merecen tener una prioridad en cuanto a su gestión de mantenimiento y se tomarán en cuenta para el desarrollo de la presente tesis.

3.1.1.5. Determinación del tipo de falla, la frecuencia y mantenimiento actual de las máquinas vitales.

Durante dos meses (mayo y junio de 2018) se hizo la investigación a través de la observación y recopilación de información obtenida de las fichas realizadas en el diagnóstico técnico de los 7 equipos, como se muestra en el ANEXO N° 5 y se resume en la siguiente tabla.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL		
Empresa	Compañía minera Río Chicama	
Fecha	01/05/2018 al 31/05/2018	
Inspeccionada por:	Pervis Castro Quiroz	
EQUIPOS ANALIZADOS	Frecuencia	MANTENIMIENTO
1. Locomotora 1		
parada por avería en pedal de contacto (hombre muerto)	6	se acondicionó para su funcionamiento
parada por daños en bornes de batería	5	se rellena los bornes
parada por rotura de rodajes de eje delantero	1	se cambio rodajes
parada por contactores de velocidades	3	se acondicionó para su funcionamiento
parada por rotura de rodajes de motor	1	se cambio rodajes
parada por rotura de rodajes de tolva	1	se cambio rodajes
2. Locomotora 2		
parada por daños en bornes de batería	2	se rellena los bornes
parada por avería en pedal de contacto (hombre muerto)	4	se acondicionó para su funcionamiento
parada por rotura de rodajes de eje posterior	1	se cambio rodajes
parada por contactores de velocidades	2	se acondicionó para su funcionamiento
parada por daños en bornes de batería	1	se rellena los bornes
parada por rotura de rodajes de motor	1	se cambio rodajes
parada por rotura de rodajes de tolva	1	se cambio rodajes
3. Scooptram 1.5 yd³ 1		
parada de equipo por exceso de monóxido	15	se sopletea filtro de admisión
parada de equipo por recalentamiento de sistema hidráulico	21	se para el equipo para enfriar el sistema HYD
parada de equipo por rotura de manguera del sistema hidráulico	22	se acopla mangueras de manera provicional
parada de equipo por cortes excesivos en neumáticos	12	cambio de cámara y/o llanta
parada de equipo por rotura de cruceas del sistema de transmisión	9	se acondiciona para su funcionamiento
parada de equipo por recalentamiento de motor	14	se para el equipo para refrigeración del motor
parada de equipo por daños en la estructura del equipo por colisión	14	se suelda y/o se cambia partes afectadas
4. Scooptram 1.5 yd³ 2		
parada de equipo por exceso de monóxido	15	se sopletea filtro de admisión
parada de equipo por recalentamiento de sistema hidráulico	26	se para el equipo para enfriar el sistema HYD
parada de equipo por rotura de manguera del sistema hidráulico	22	se acopla mangueras de manera provicional
parada de equipo por cortes excesivos en neumáticos	10	cambio de cámara y/o llanta
parada de equipo por rotura de cruceas del sistema de transmisión	8	se acondiciona para su funcionamiento
parada de equipo por recalentamiento de motor	22	se para el equipo para refrigeración del motor
parada de equipo por daños en la estructura del equipo por colisión	12	se suelda y/o se cambia partes afectadas
5. Scooptram 2.5 yd³ 1		
parada de equipo por sistema de freno de servicio deficiente	10	se fuerza parada del equipo con caja de transmisión
parada de equipo por exceso de monóxido	26	se sopletea filtros de admisión
parada de equipo por recalentamiento de sistema hidráulico	20	se para el equipo para enfriar el sistema HYD
parada de equipo por rotura de manguera hidráulica(Sist. De retorno)	20	se acopla conexiones para su funcionamiento
parada de equipo por cortes excesivos en neumáticos	12	se cambia cámara y/o llanta
parada de equipo por rotura de cruceas del sistema de transmisión	5	se acondiciona para su funcionamiento
parada de equipo por recalentamiento de motor	27	se para el equipo para refrigeración de motor
parada de equipo por daños en la estructura del equipo por colisión	17	se suelda partes afectadas
6. Doomper 10T 1		
parada de equipo por exceso de monóxido	20	se sopletea filtros de admisión
parada de equipo por recalentamiento de sistema hidráulico	20	se para el equipo para enfriar el sistema HYD
parada de equipo por rotura de manguera hidráulica(Sist. De levante)	18	se acopla conexiones para su funcionamiento
parada de equipo por recalentamiento de motor	18	se para el equipo para refrigeración de motor
parada de equipo por sistema de freno de servicio deficiente	16	se fuerza parada del equipo con caja de transmisión
parada de equipo por cortes excesivos en neumáticos	8	se cambia cámara y/o llanta
parada de equipo por daños en la estructura del equipo por colisión	16	se suelda partes afectadas
7. Doomper 10T 2		
parada de equipo por exceso de monóxido	22	se sopletea filtros de admisión
parada de equipo por rotura de manguera hidráulica(Sist. De levante)	12	se acopla conexiones para su funcionamiento
parada de equipo por recalentamiento de sistema hidráulico	18	se para el equipo para enfriar el sistema HYD
parada de equipo por recalentamiento de motor	14	se para el equipo para refrigeración de motor
parada de equipo por sistema de freno de servicio deficiente	16	se fuerza parada del equipo con caja de transmisión
parada de equipo por cortes excesivos en neumáticos	12	se cambia cámara y/o llanta
parada de equipo por daños en la estructura del equipo por colisión	10	se suelda partes afectadas

Tabla N° 10: Frecuencia de fallas de 60 días

Elaboración propia

Por cada grupo de equipos se realizó un diagrama de barras para determinar cuáles son las fallas más frecuentes dentro de las operaciones de la empresa. Los cuales se muestran en las siguientes figuras.

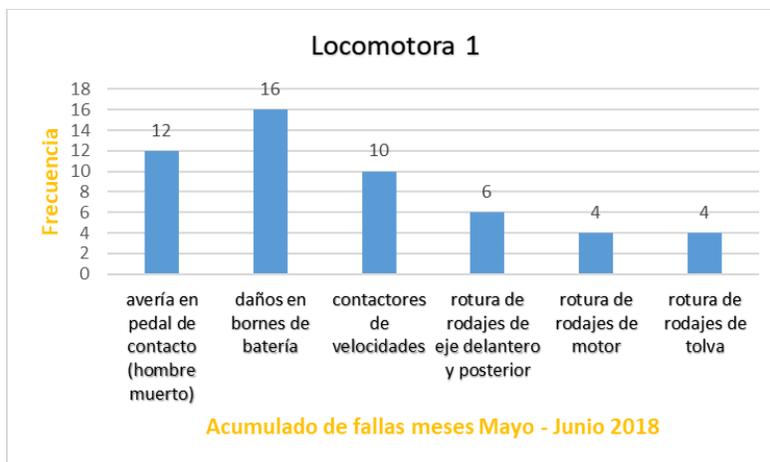


Figura N° 22: Frecuencia de falla en Locomotora 1

Elaboración Propia

Como se observa en la Figura N° 22, la falla más frecuente es los daños en bornes de batería que tiene una frecuencia de 16 veces. Las fallas con menores frecuencias son la rotura de rodajes de tolva y rotura de rodajes de motor con una frecuencia de 4 veces.

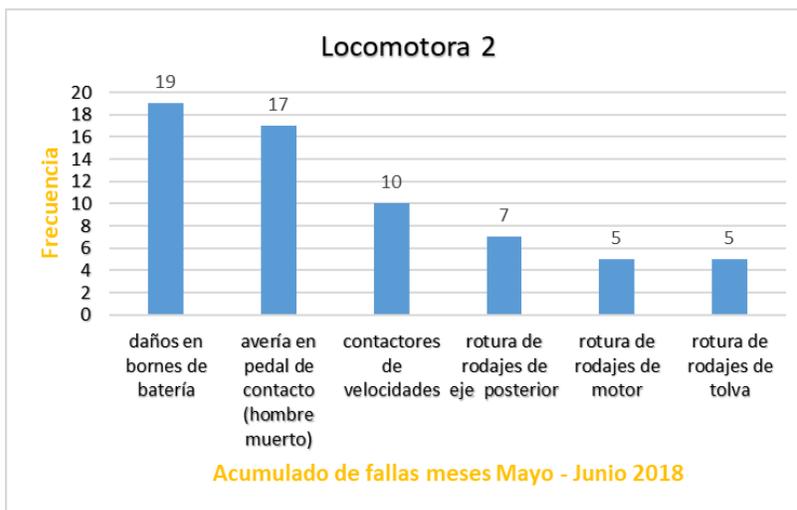


Figura N° 23: Frecuencia de falla en Locomotora 2

Elaboración Propia

En la Figura N° 23 se aprecia un conjunto de fallas que se presentan en la Locomotora 2, siendo la más frecuente los daños en bornes de batería con una frecuencia de 19 veces, y las menos frecuentes la rotura de rodajes de tolva y rotura de rodajes de motor con una frecuencia de 5 veces cada uno.

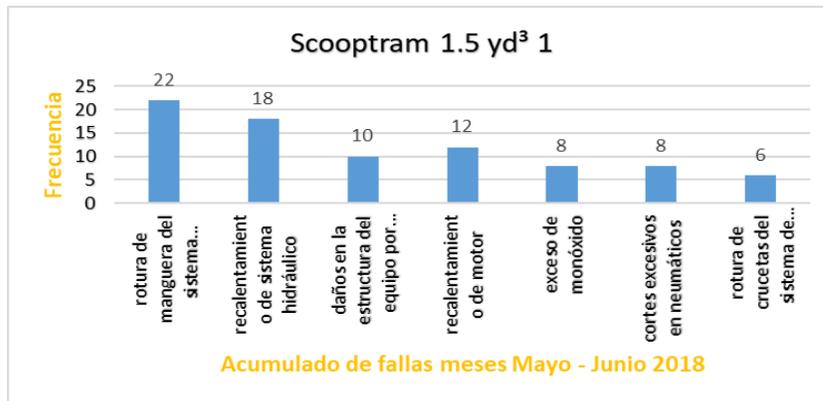


Figura N° 24: Frecuencia de falla en Scooptram 1.5 yd³ 1

Elaboración Propia

En el Scooptram 1.5 yd³ 1 la falla más frecuente es rotura de manguera del sistema hidráulico con una frecuencia de 22 veces y la falla menos frecuente en este equipo es la rotura de crucetas del sistema de transmisión con una frecuencia de 6 veces.

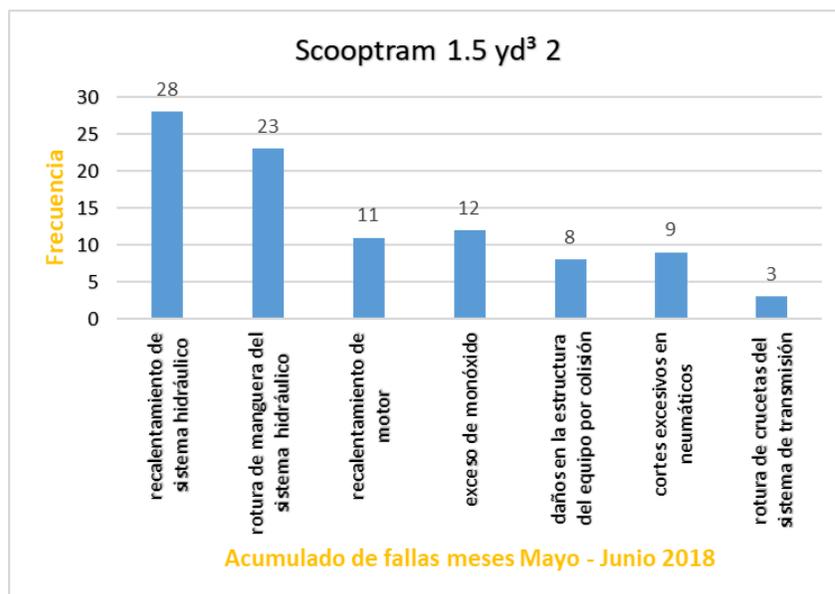


Figura N°25: Frecuencia de fallas en Scooptram 1.5 yd³ 2

Elaboración Propia

En el Scooptram 1.5 yd³ 2 la falla más frecuente es el recalentamiento del sistema hidráulico con una frecuencia de 28 veces y la falla menos frecuente es la rotura de crucetas del sistema de transmisión con una frecuencia de 3 veces.

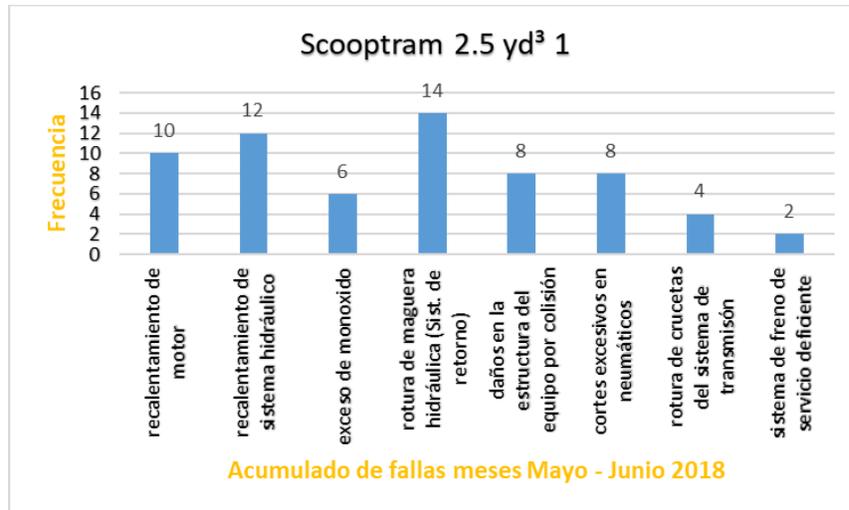


Figura N° 26: Frecuencia de fallas en Scooptram 2.5 yd³ 1.

Elaboración Propia

En el Scooptram 2.5 yd³ 1 la falla más frecuente es la rotura de manguera hidráulica (sistema de retorno) con una frecuencia de 14 veces y la falla menos frecuente es el sistema de freno de servicio deficiente con una frecuencia de 2 veces.

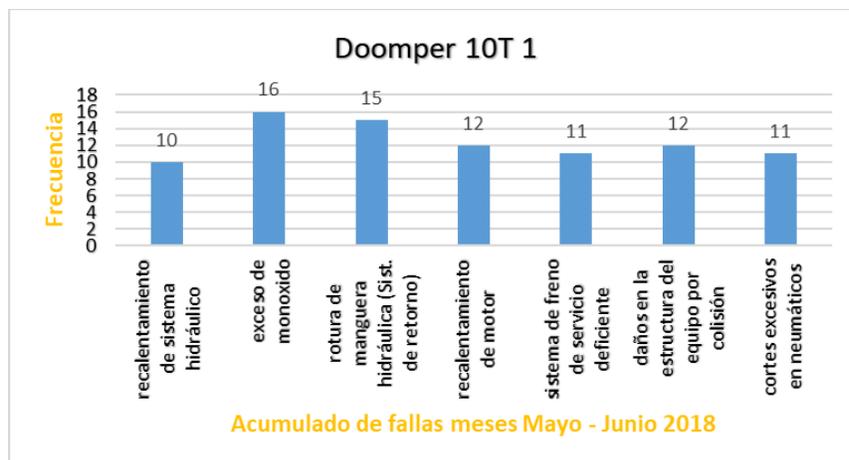


Figura N° 27: Frecuencia de fallas en el Doomper 10T 1

Elaboración Propia

La falla más frecuente en este equipo es el exceso de monóxido con una frecuencia de 16 veces y la falla menos frecuente es el recalentamiento del sistema hidráulico con una frecuencia de 10 veces cada uno.

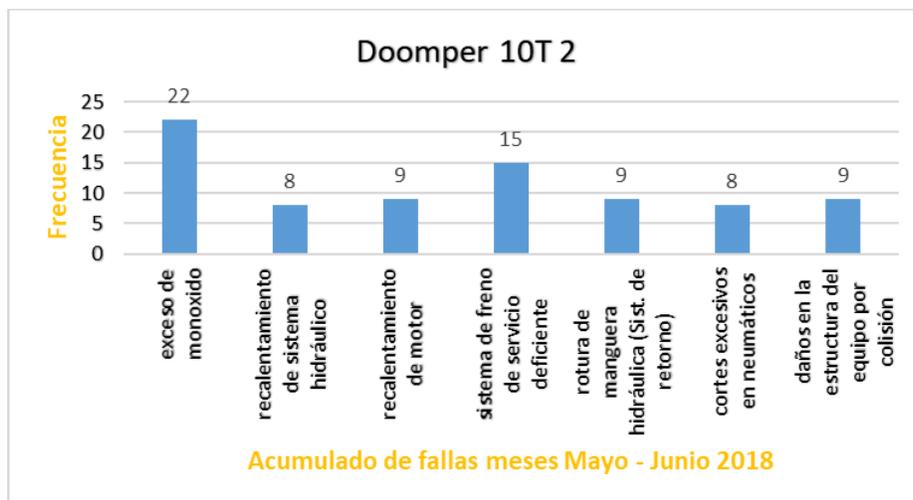


Figura N° 28: Frecuencia de fallas en el Doomper 10T 2.

Elaboración Propia

La falla más frecuente en este equipo es el exceso de monóxido con una frecuencia de 22 veces y las fallas menos frecuentes son los cortes excesivos en neumáticos y el recalentamiento del sistema hidráulico con una frecuencia de 8 veces cada uno.

Recopilación de información sobre el tiempo de reparación de información sobre el tiempo de reparación, falla y productos reprocesados

Estos datos se muestran en el ANEXO N° 5 basados en las fichas diagnóstico desarrollados anteriormente, así como la información recopilada de la observación.

3.1.1.6. Estimación De Variables

Variable Dependiente

Cálculo de la productividad

La Productividad se puede hallar mediante las unidades fabricadas en un determinado tiempo, así mismo esta se divide en dos elementos, siendo una de ellas la eficiencia que determina el tiempo útil y el tiempo desperdiciado, el segundo es la eficacia que detalla las unidades producidas por hora trabajada

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} \times \textit{Eficacia}$$

$$\frac{\textit{Unidades}}{\textit{Tiempo Total}} = \frac{\textit{Tiempo Útil}}{\textit{Tiempo Total}} \times \frac{\textit{Unidades}}{\textit{Tiempo Útil}}$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Productividad = 39.39 \%}$$

Cálculo de la Eficacia

$$\textit{Eficacia} = \frac{\textit{Servicio realizado}}{\textit{Servicio programado}} \times 100$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Eficacia = 58.53 \%}$$

Cálculo de Eficiencia

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Tiempo de Operación}}{\textit{Tiempo Programado}} \times 100$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Eficiencia = 67.29 \%}$$

Variable Independiente

Cálculo de la disponibilidad.

Cálculo del promedio de disponibilidad para los equipos críticos del proceso de transporte de mineral, en la empresa minera Río Chicama SAC.

$$D (\%) = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$$

Remplazando valores.

$$D = 69.57 \%$$

Mediante la aplicación de la tabla de cálculos de variables y mediante la aplicación de la fórmula se obtienen los resultados exactos de la disponibilidad promedio para los equipos jerarquizados como críticos tipo A del proceso de transporte de mineral, en la empresa minera Río Chicama SAC., siendo un índice bajo para lograr los objetivos de la empresa. Es por ello que se debe tener más prioridad y trabajar en estos equipos para levantar la disponibilidad, por tal motivo se tomó la decisión de empezar la implantación del nuevo sistema de gestión de mantenimiento con metodología TPM, a estos equipos críticos.

Cálculo de confiabilidad:

$$R_{(t)} = e^{\left(-\frac{t}{MTBF}\right)}$$

Reemplazando valores:

$$R_{(t)} = e^{\left(-\frac{20}{12.53}\right)} * 100$$

$$R_{(t)} = 17.82 \%$$

Cálculo de la mantenibilidad:

$$M_{(t)} = 1 - e^{\left(-\frac{t}{MTTR}\right)}$$
$$= 1 - e^{\left(-\frac{3}{4.15}\right)}$$
$$M_{(t)} = 50.93 \%$$

Se pudo calcular a través de la fórmula de la confiabilidad y mantenibilidad obtener datos reales, siendo una confiabilidad muy baja para el promedio de los equipos críticos del proceso de transporte de mineral, en la empresa minera Río Chicama SAC., con un 18%, eso quiere decir que si los equipos salen a las operaciones pueden fallar en cualquier momento, al igual la mantenibilidad del equipo estaba en un índice muy bajo con un 51%. Por esas razones por eso se dio prioridad trabajar y empezar a implantar la metodología TPM empezando con los equipos críticos del proceso de transporte de mineral, en la empresa minera Río Chicama SAC., para luego aplicar a todos los equipos de este proceso y finalmente al resto de áreas de la empresa.

Cálculo del Tiempo medio entre fallas (TMEF)

$$MTBF = \left(\frac{HT}{P}\right)$$
$$MTBF = 11.72 \text{ horas}$$

El tiempo promedio entre fallas está dada por el tiempo de funcionamiento y el número de correctivos realizados en los 7 equipos clasificados como críticos tipo A.

Cálculo del Tiempo medio para reparar (TMPR)

$$MTTR = \left(\frac{HP}{P}\right)$$

$$MTTR = 4.31 \text{ horas}$$

El tiempo Promedio de reparación está dado por el tiempo de reparación y el número de fallas

3.2 Resultados del diseño e implementación de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora de la presente tesis se desarrolló basado en las 4 fases y 12 etapas de la implementación del TPM.

3.2.1 Fase 1: Preparación.

Decisión de la dirección

La implementación del TPM empieza con la decisión de la gerencia de aplicar el TPM en la empresa para lo cual se hizo el compromiso de la gerencia con la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total en tomando en cuenta la mejora continua que ofrece a sus clientes, la cual se muestra en el ANEXO N° 6 donde se publica y difunde por parte del gerente a cada uno de los trabajadores en la charla N°2.

Campaña de información introductoria

Se inició con una reunión en la fecha 09 de Julio del año 2018 con el gerente de la empresa minera Río Chicama SAC, para determinar los diversos aspectos de las necesidades del mantenimiento de cada uno de sus equipos del área de transporte de mineral.

En esta reunión se abordaron los siguientes temas:

1. Beneficios de la implementación del TPM en cuanto a la disponibilidad de sus equipos, seguridad de los trabajadores y calidad del servicio.
2. Se informó acerca de los compromisos que se deben asumir en la implementación del TPM.

3. Se coordinó las fechas y horarios de las charlas para comunicar a todos los colaboradores en la empresa.

Se difundió el plan de TPM mediante 3 charlas al personal del área de transporte de mineral y mantenimiento, en donde se tomó en cuenta los beneficios de la utilización de la misma en diversas empresas a través de muestra de casos reales a nivel internacional, nacional y local.

El objetivo primordial de las charlas es el siguiente:

Difundir a los colaboradores de la empresa minera Río Chicama SAC, sobre el plan TPM que se desarrollara en la empresa.

Charla	Fecha	Tema
Charla 1	09 /07/18	Situación actual de la empresa en gestión de mantenimiento
Charla 2	16/07/18	Objetivos, importancia y beneficios del TPM.
Charla 3	30/07/18	Compromiso, diagnóstico y planes de trabajo.

Tabla N° 11: Fecha de charlas del TPM

Elaboración Propia

El material usado para las charlas se encuentra en el ANEXO N°7 y N°8. A su vez en el ANEXO N° 9,10 y 11 se muestran las firmas de asistencia en cada una de las charlas.

Estructura para la promoción del TPM

Para crear una promoción adecuada del TPM dentro de la empresa se hizo la formación de Cédula.

Se asignó cargos con respecto a las responsabilidades del mantenimiento productivo total, considerando las capacidades y conocimientos del personal de mantenimiento, representativo por tres personas de cada Grupo de trabajo.

En esta se asignó de acuerdo a los años de experiencia dentro de la empresa, estudios previos, cargo actual dentro del área de mantenimiento. No solo se tomó en cuenta estos criterios sino también las cualidades de liderazgo de equipos. A través de la recolección de información como se muestra en el Tabla N° 13

Nombre	Experiencia (años)	Conocimientos	Cargo	Habilidad de liderazgo *(1-5)
Jefe	8	Ingeniero mecánico	Jefe	5
Asistente	4	Ingeniero mecánico	Asistente de Jefatura	
Supervisor	6	Técnico mecánico	Supervisor	4
Mecánico 1 – G1	6	Técnico mecánico	Mecánico 1	3
Mecánico 2 – G1	3	Técnico mecánico	Mecánico 2	3
Mecánico 3 - G1	1	Técnico mecánico	Mecánico 3	4
Mecánico 1 – G2	6	Técnico mecánico	Mecánico 1	2

Mecánico 2 – 4 G2	Técnico mecánico	Mecánico 2	2
Mecánico 3 – 2 G2	Técnico mecánico	Mecánico 3	3
Mecánico 1 – 6 G1	Técnico mecánico	Mecánico 1	2
Mecánico 2 – 3 G1	Técnico mecánico	Mecánico 2	3
Mecánico 3 - 2 G1	Técnico mecánico	Mecánico 3	1

*1-2 Regular 3 Bueno 4-5 Muy bueno

Tabla N° 12: Información de trabajadores.

Elaboración Propia.

Tomando en cuenta la tabla anterior y las características se formó un comité de pilotaje conformada por 4 personas los cuales tienen las siguientes funciones:

- Capacidad de trabajar en grupo e integrarse.
- Liderar reuniones de trabajo.
- Mantener los equipos disponibles y en funcionamiento durante el proceso productivo.
- Hacer un seguimiento de los indicadores.
- Identificar los problemas de mantenimiento en un periodo de dos meses.
- Corregir los factores que no permiten el aumento de la productividad.
- Resolución de problemas.

Todo lo especificado anteriormente fue comunicado a los integrantes del comité de pilotaje como se encuentra debidamente firmado por los integrantes en el ANEXO N°12 Así mismo se asignó al líder del mantenimiento productivo total el cuál se encarga de las siguientes funciones:

- Planifica y asigna actividades de personal a cargo.
- Coordina y supervisa los trabajos de implementación del TPM
- Rutinas diarias de revisión de equipos e instalaciones.
- Se encarga de mantener el vínculo entre los usuarios y la coordinación de conservación, mantenimiento de equipos e infraestructura.
- Cumplir con las políticas y estrategias establecidas por la empresa.

Todo esto se dio a conocer a la persona seleccionada la cual firmo el documento como se muestra en el ANEXO N°13

Establecer las políticas y objetivos para el TPM

Para prever los resultados de la implementación del TPM se desarrolló los objetivos tomando en cuenta la estrategia del área de mantenimiento de la empresa en la cual se consignan estrategias, misión, visión, valores y los objetivos del desarrollo del sistema de mantenimiento productivo total, en los cuales se toma en cuenta el conocimiento de los procesos dentro del sistema de producción para minimización de los costos. Como se aprecia en el ANEXO N° 14

Esta se elaboró a través de los siguientes pasos:

1. Diseño
2. Revisión y Aprobación

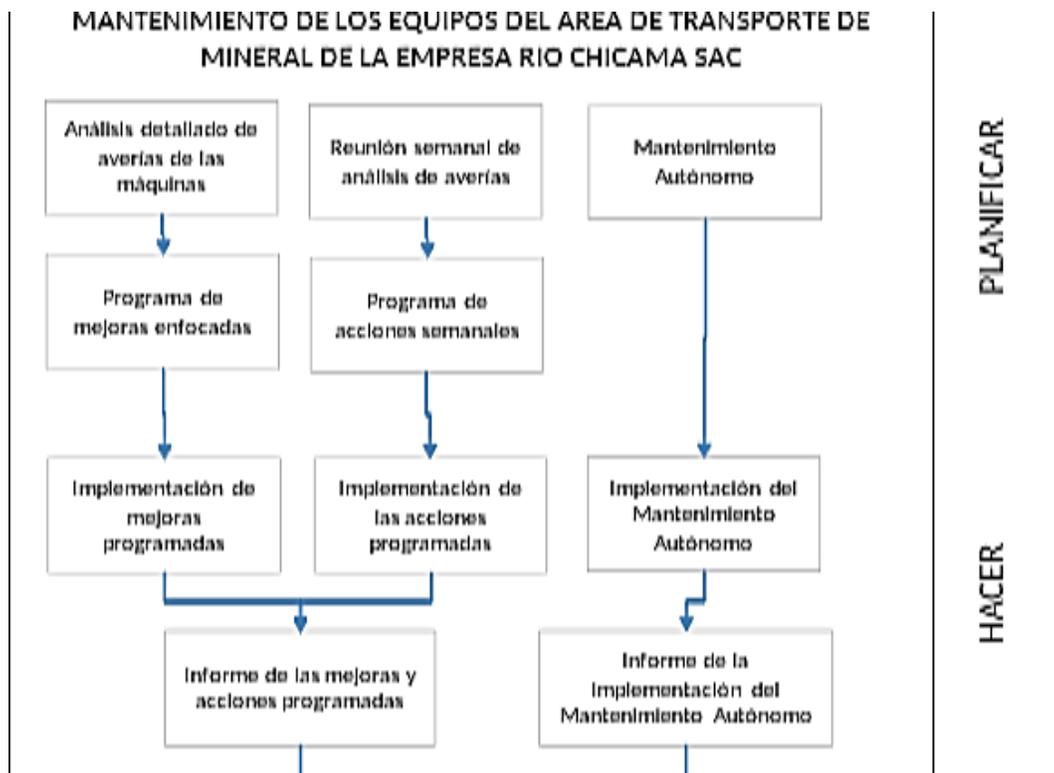
3. Publicación

4. Socialización a todo el personal

Así mismo se trabajó con las políticas para el desempeño de los trabajadores dentro de la responsabilidad del mantenimiento de los equipos, en este caso la responsabilidad será dada por el encargado del equipo. Que se muestra en el ANEXO N°15
Ambos documentos fueron aprobados por el gerente de la empresa.

Plan Maestro para el desarrollo del TPM

El plan maestro está basado en planes con actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean de ello orientados a la mejora continua, para lo cual la empresa debe tomar en consideración lo constatado en la Figura N° 29.



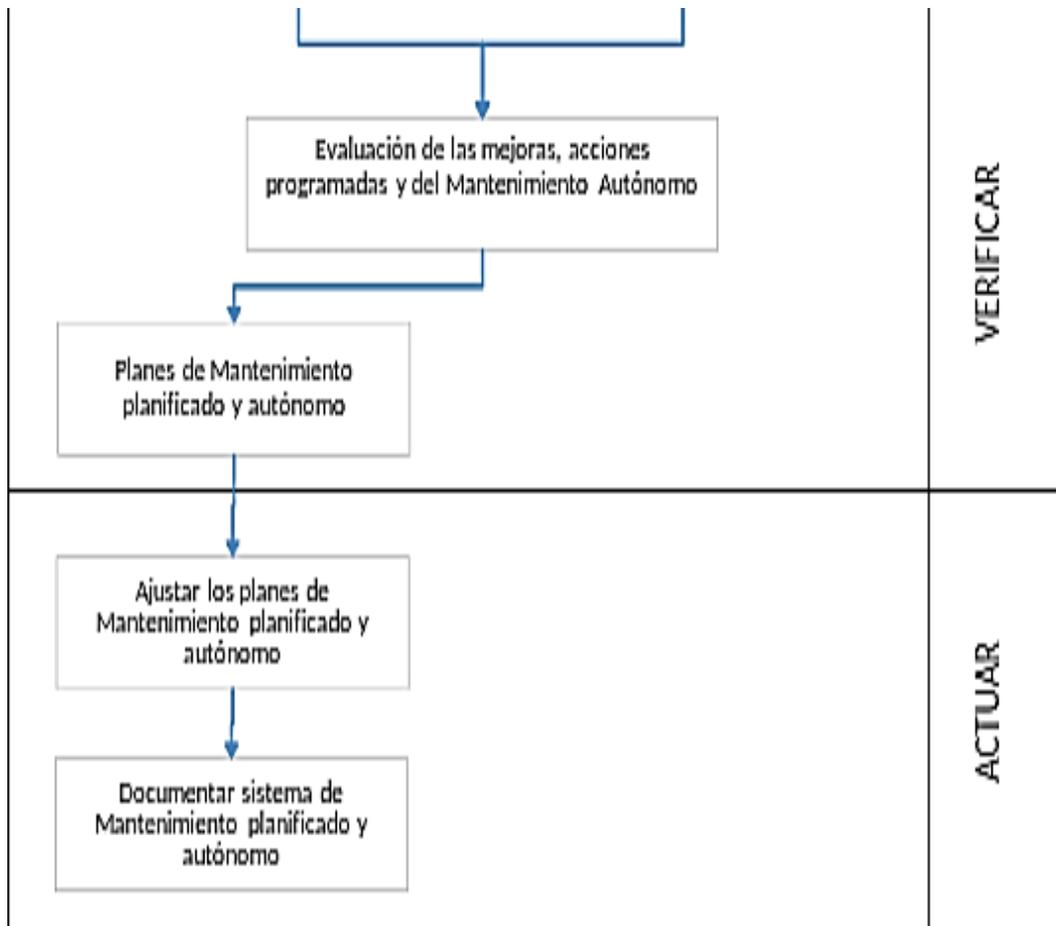


Figura N° 29: Mantenimiento de las máquinas
Elaboración Propia.

Dentro del cual se planifica el análisis de las averías, el mantenimiento autónomo que se mostrará de manera detallada en la Fase 3. Hacer la implementación de las mejoras, así como la del mantenimiento lo cual se desarrolla durante la propuesta en la presente tesis. Verificar a través de la evaluación de las mejoras y planes de mantenimiento autónomo y planificado como se muestra en la fase 3. Actuar a través del ajuste del mantenimiento planificado a las necesidades de la empresa y mantener un sistema de información del mismo. Así mismo dentro del plan maestro se considera el Plan de charlas semanales y las reuniones de cédula programadas.

Plan de charlas semanales

Dentro del plan de desarrollo se toma en consideración el posible ingreso de nuevo personal en los próximos meses, así mismo como el olvido y poco interés acerca de las estrategias, compromiso y política de la empresa con respecto al mantenimiento, se realizará charlas grupales programadas con todos los colaboradores del área de manera bisemanal según el cronograma establecido la Tabla N° 14, en esta se difundirá los temas de compromiso, estrategias y las políticas.

Reuniones de cédula

Como parte del plan de desarrollo se realizó las reuniones de la célula de trabajo para el pilotaje del mantenimiento productivo total en la empresa, a su vez se realizó la planificación del mismo proyecto hasta enero del año 2019 como se muestra en la Tabla N° 14. Estas reuniones serán tanto del comité de pilotaje, el gerente y supervisores con el líder del proyecto.

PLANIFICACIÓN DE PILOTAJE DEL TPM

Reuniones/Fechas	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Comité de pilotaje y aplicación	3° semana Lunes	1° semana Lunes					
		3° semana Lunes					
Gerente y supervisores	Viernes						

Tabla N° 13 Planificación del plan Piloto en el área de transporte de mineral

Elaboración Propia.

3.2.2 Fase 2: Introducción.

Lanzamiento del TPM

El lanzamiento del TPM incluye tanto a los clientes internos como externos por lo cual se sugiere al propietario dar de conocimiento a todo el personal de la empresa a través de un comunicado para dar a conocer que su empresa ha optado por implementar el TPM dentro de su gestión de mantenimiento. En este comunicado se dio a conocer la estructura de promoción, plan maestro, políticas, objetivos y el área piloto de transporte de mineral en la que se desarrollará y dentro de ello a los equipos considerados críticos tipo A.

3.2.3 Fase 3: Implantación.

Mejora de la efectividad del equipo

Para la mejora de la efectividad del equipo, se trabaja a través de las máquinas anteriormente seleccionadas para determinar sus fallas, sus causas y efectos y actuar sobre estos a través del uso del AMFE. También se busca desarrollar las habilidades de los trabajadores para el desarrollo del TPM a través del entrenamiento. Luego se procede a desarrollar el mantenimiento autónomo guiado de las acciones preventivas, el mantenimiento planificado tomando en cuenta el periodo de la realización de estos mantenimientos. Esto nos llevará a disminuir el tiempo de ciclo para lo cual se tomará en cuenta la propuesta de mejora del mismo.

Análisis de modo y efecto de Fallas

Con las fallas más frecuentes en cada uno de los grupos de máquinas, primero se hizo un análisis de Pareto para determinar las fallas que más impactan dentro de cada equipo crítico tipo A, luego cada una de esas fallas identificadas se trabajó haciendo un análisis de modo y efectos de fallas (AMFE), que permitirá lograr la disminución de las causas y el IPR

Se buscó disminuir el IPR de todas las fallas que se determinaron a través del análisis de Pareto.

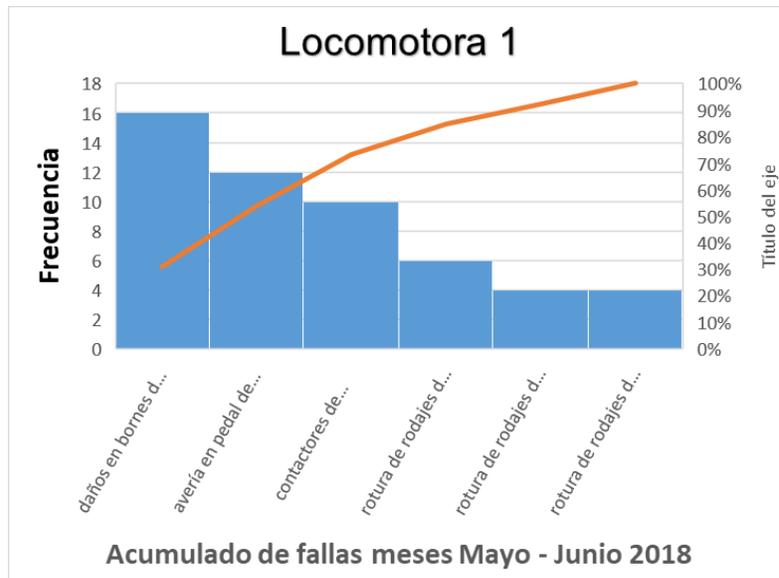


Figura N° 30: Pareto de fallas en Locomotora 1

Elaboración Propia

Como se observa en la Figura N° 30, las fallas para el análisis del AMFE son la avería en pedal de contacto (hombre muerto), daños en bornes de batería y contactores de velocidades.

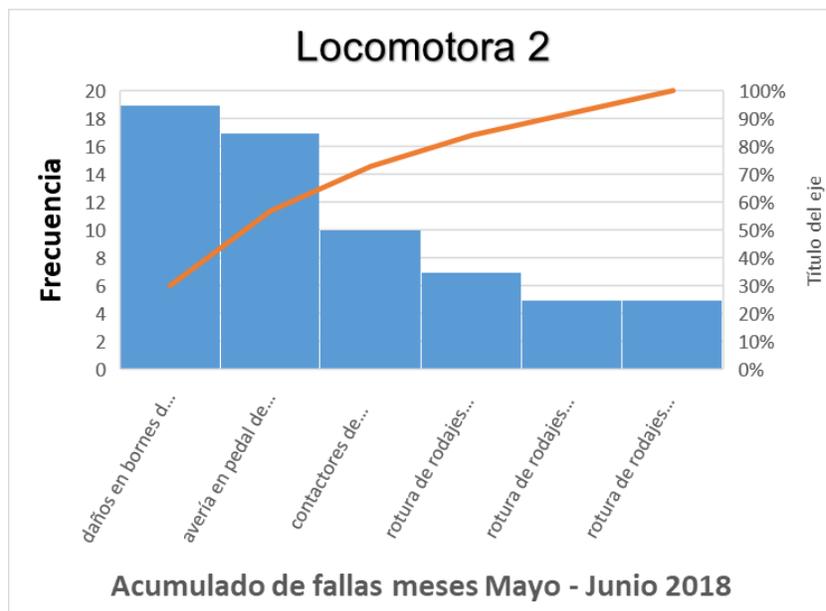


Figura N° 31: Pareto de fallas en Locomotora 2

Elaboración Propia

En la Figura N° 31 se aprecia que el conjunto de fallas para aplicar el AMFE son los daños en bornes de batería, avería en pedal de contacto (hombre muerto), contactores de velocidades y rotura de rodajes de eje posterior.

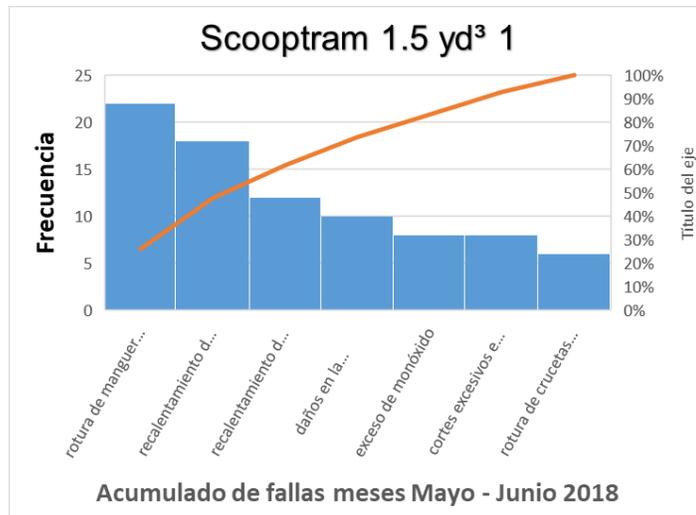


Figura N° 32: Pareto de fallas en Scooptram 1.5 yd³ 1

Elaboración Propia

En el Scooptram 1.5 yd³ 1 las fallas para el análisis de AMFE son rotura de manguera del sistema hidráulico, recalentamiento de sistema hidráulico, daños en la estructura del equipo por colisión, recalentamiento de motor y exceso de monóxido.

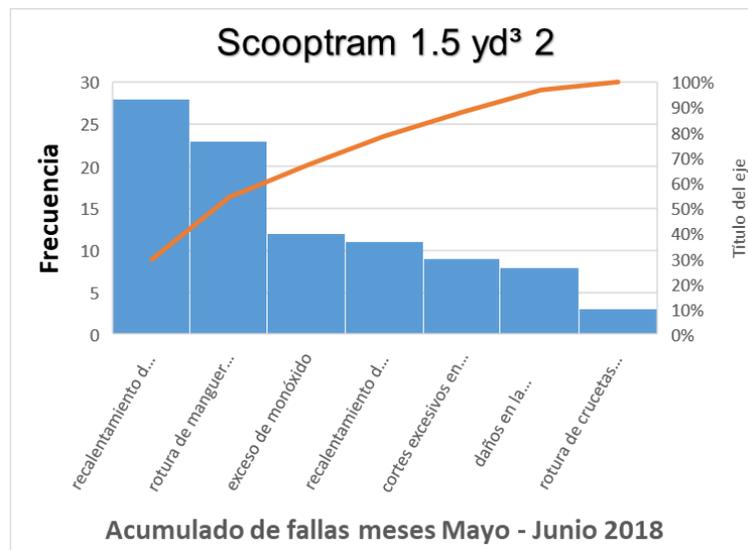


Figura N°33: Pareto de fallas en Scooptram 1.5 yd³ 2

Elaboración Propia

En el Scooptram 1.5 yd³ 2 las fallas más frecuentes para el análisis AMFE son el recalentamiento del sistema hidráulico, rotura de manguera del sistema hidráulico, recalentamiento de motor y exceso de monóxido.

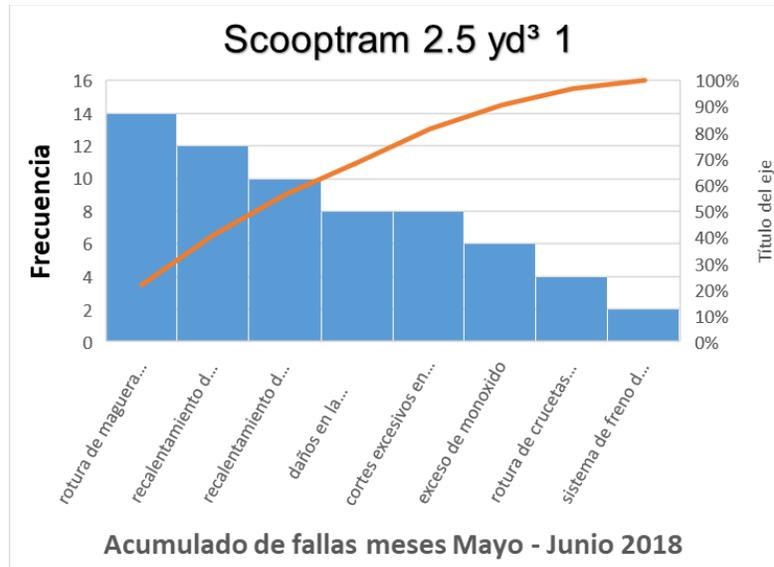


Figura N° 34: Pareto de fallas en Scooptram 2.5 yd³ 1.

Elaboración Propia

En el Scooptram 2.5 yd³ 1 las fallas más frecuentes para el análisis AMFE son el recalentamiento de motor, recalentamiento de sistema hidráulico, exceso de monóxido y rotura de manguera hidráulica (Sistema de retorno)

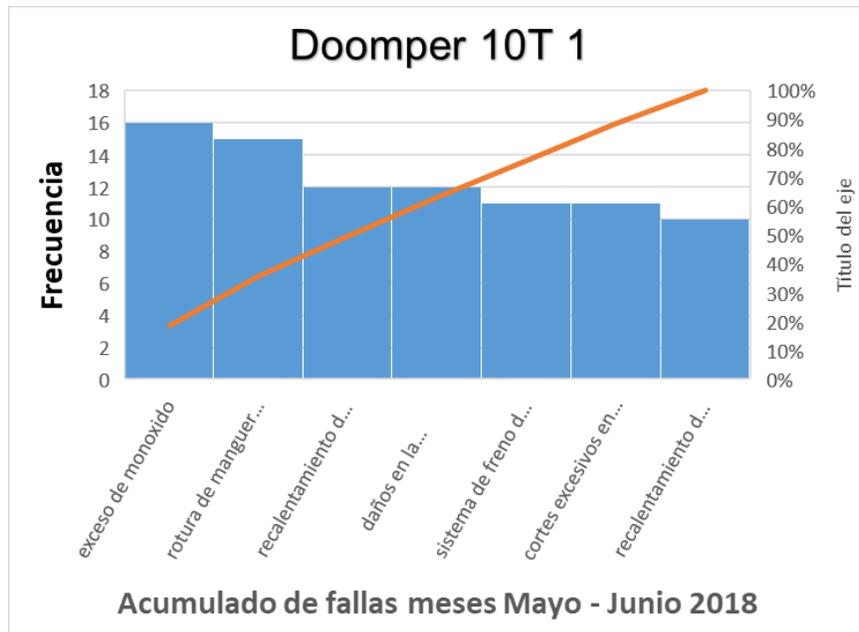


Figura N° 35: Pareto de fallas en el Doomper 10T 1

Elaboración Propia

Las fallas más frecuentes para el análisis AMFE en este equipo son el recalentamiento del sistema hidráulico, exceso de monóxido, rotura de manguera hidráulica (Sistema de retorno) y recalentamiento de motor.

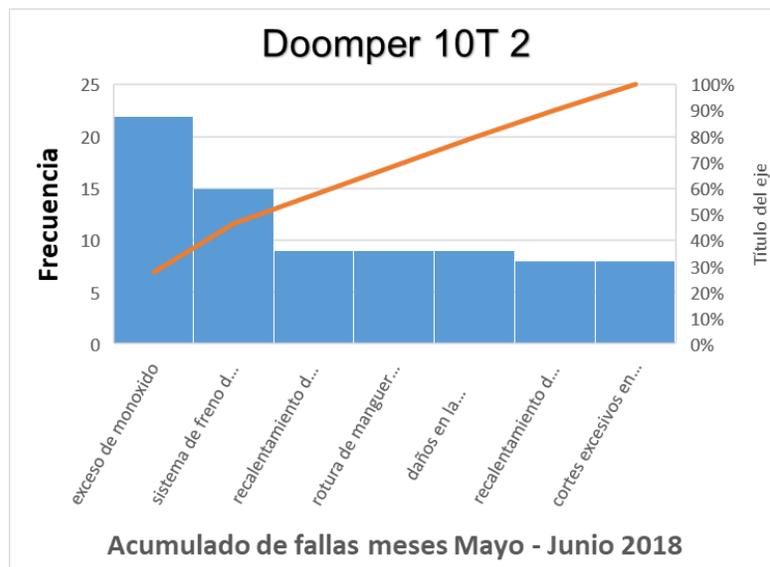


Figura N° 36: Pareto de fallas en el Doomper 10T 2.

Elaboración Propia

Las fallas más frecuentes para el análisis AMFE en este equipo son el exceso de monóxido, recalentamiento de sistema hidráulico, recalentamiento de motor, sistema de freno de servicio deficiente y rotura de manguera hidráulica (Sistema de retorno).

En las Figuras a continuación se desarrollan el AMFE de cada equipo crítico y posteriormente se determinan las acciones preventivas de cada uno de ellos logrando disminuir el IPR de todos.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
Equipo AMFE: Locomotora 1
Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Pedal de contacto (hombre muerto)	No hay contacto de la transmisión de energía al sistema de marcha	Avería en pedal de contacto y el equipo no se desplaza	9	1. Falta de mantenimiento 2. Mala operación	8	Inspección visual	2	144.00	Realizar un Check List para inspección y corrección	Diaria	2	3	1	6
Batería	Bomera suelta por vibración de equipo	Daños en bomes de batería y no se energiza el sistema	8	Falta de ajuste en la bomera	7	Prueba de equipo	3	168.00	Inspección de bomereras	interdiario	2	2	1	4
Contactores de velocidades	Falso contacto	Desplazamiento lento	9	Dañados por exceso desgaste	7	Prueba en marcha	3	189.00	Inspección de contactores	semanal	3	3	2	18

Figura N° 37: AMFE Locomotora 1

Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
Equipo AMFE: Locomotora 2
Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Batería	Bornera suelta por vibración de equipo	Daños en bornes de batería y no se energiza el sistema eléctrico	8	Falta de ajuste en la bornera	7	Prueba de equipo	3	168.00	Se rellena los bornes y/o ajuste de bornera	interdiario	3	3	1	9
Pedal de contacto (hombre muerto)	No hay contacto de la transmisión de energía al sistema de marcha	Avería en pedal de contacto y el equipo no se desplaza	9	1. Falta de mantenimiento 2. Mala operación	8	Inspección visual	2	144.00	Realizar un Check List para inspección y corrección	Diaría	2	2	1	4
Contactores de velocidades	Falso contacto	Desplazamiento lento	9	Dañados por exceso de desgaste	7	Prueba en marcha	3	189.00	Se acondicionó para su funcionamiento	semanal	3	3	2	18

Figura N° 38: AMFE Locomotora 2

Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
Equipo AMFE: Scooptram 1.5 yd³ 1
Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Manguera hidráulica	Rozamiento de manguera	Deterioro o rotura de manguera hidráulica	9	Parada de equipo y derrame de aceite	7	Inspección visual	1	63.00	Reemplazo de manguera y usar protección	Semanal	3	2	1	6
Sistema hidráulico de retorno	Recalentamiento de sistema hidráulico	Parada de equipo por temperatura sobre límite de operación	7	Saturación de filtros hidráulicos de retorno	8	Indicador de temperatura por pirómetro	3	168.00	Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	2	3	1	6
Desplazamiento de equipo en zonas reducidas	Colisión de equipo	Fisura y/o rotura de estructura de equipo	8	1. Exceso de velocidad . 2. Mala manipulación de equipo	3	Inspección visual	1	24.00	Capacitar al operario	Mensual	4	2	2	16
Sistema de admisión	Recalentamiento de motor	Parada de equipo por recalentamiento	8	Filtro de aire de admisión saturado	9	Indicador de temperatura por pirómetro	2	144.00	Verificar filtro de aire y condiciones de trabajo	Diario	3	2	1	6

Figura N° 39: AMFE 1.5 yd³ 1
 Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
Equipo AMFE: Scooptram 1.5 yd³ 2
Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION		IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
						Detección	n				Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Sistema hidráulico de retorno	Recalentamiento de sistema hidráulico	Parada de equipo por temperatura sobre limite de operación	7	Saturación de filtros hidráulicos de retorno	8	Indicador de temperatura por pirómetro	3	168.00	Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	2	3	1	6
Manguera hidráulica	Rozamiento de manguera	Deterioro o rotura de manguera hidráulica	9	Parada de equipo y derrame de aceite	7	Inspección visual	1	63.00	Reemplazo de manguera y usar protección	Semanal	3	2	1	6
Sistema de admisión	Recalentamiento de motor	Parada de equipo por recalentamiento	8	Filtro de aire de admisión saturado	9	Indicador de temperatura por pirómetro	2	144.00	Verificar filtro de aire y condiciones de trabajo	Diario	3	2	1	6
Sistema de combustible	Pérdida de potencia	Exceso de monóxido	6	Mantenimiento deficiente	8	instrumental	4	192.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	2	2	12

Figura N° 40: AMFE 1.5 yd³ 2
 Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
 Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
 Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
 Equipo AMFE: Scooptram 2.5 yd³ 1
 Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Sistema de admisión	Recalentamiento de motor	Parada de equipo por recalentamiento	8	Filtro de aire de admisión saturado	9	Indicador de temperatura por pirómetro	2	144.00	Verificar filtro de aire y condiciones de trabajo	Diario	3	2	1	6
Sistema hidráulico	Recalentamiento de sistema hidráulico	Daños en bombas Hidráulicas, sobretemperatura	6	Saturación de filtros hidráulicos	9	instrumental	2	108.00	Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	3	3	2	18
Sistema de combustible	Pérdida de potencia	Exceso de monóxido	6	Mantenimiento deficiente	8	instrumental	4	192.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	2	2	12
Sistema hidráulico de retorno	Recalentamiento de sistema hidráulico	Parada de equipo por temperatura sobre límite de operación	7	Saturación de filtros hidráulicos de retorno	8	Indicador de temperatura por pirómetro	3	168.00	Se acopla conexiones para su funcionamiento Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	2	3	1	6

Figura N° 41: AMFE 2.5 yd³ 1
 Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
 Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
 Equipo AMFE: Doomper 10T 1
 Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Sistema hidráulico de freno de servicio	Recalentamiento de sistema hidráulico	Restricciones y bloqueo de equipo por sistema de seguridad	8	Saturación de filtros hidráulicos	7	Instrumental	2	112.00	Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	3	3	2	18
Sistema de combustible	Exceso de monóxido	Contaminación ambiental y daños a la salud	5	Mantenimiento deficiente	8	Instrumental	2	80.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	2	2	12
Sistema hidráulico del equipo	Rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	Parada de equipo, derrame de aceite	8	Falta de guarda de seguridad	8	Inspección visual	1	64.00	Se acopla conexiones para su funcionamiento	Programa preventivo de horas	3	2	1	6
Sistema de combustión	Recalentamiento de motor	Parada de equipo por sobre temperatura	9	Mantenimiento deficiente	8	Instrumental	2	144.00	Verificar filtro de aire y condiciones de trabajo	Diario	2	2	1	4
Desplazamiento de equipo	Sistema de freno de servicio deficiente	Limitación de avance en la operación	7	Falta de mantenimiento preventivo	5	Prueba en marcha	2	70.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	3	1	9

Figura N° 42: AMFE Doomper 10T 2.

Elaboración Propia

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS
Proceso de transporte de mineral empresa minera Río Chicama SAC
Fecha: 06/08/18 N° Revisión: 1
Equipo AMFE: Doomper 10T 2
Responsable/Revisión: Tesista

FUNCION O PROCESO	MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	Severidad	CAUSA DE LA FALLA	Ocurrencia	MEDIO DE DETECCION	Detección	IPR	ACCIONES PREVENTIVAS	Frecuencia	EVALUACION DE MEJORAS			
											Severidad	Ocurrencia	Detección	IPR
Sistema de combustible	Exceso de monóxido	Contaminación ambiental y daños a la salud	5	falta de mantenimiento	8	Instrumental	2.00	80.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	2	2	12
Sistema hidráulico de freno de servicio	Recalentamiento de sistema hidráulico	Restricciones y bloqueo de equipo por sistema de seguridad	8	saturación de filtros hidráulicos	9	Instrumental	2.00	144.00	Reemplazo de filtros por acumuladores de horas	Programa preventivo de horas	3	3	2	18
Sistema de combustión	Recalentamiento de motor	Parada de equipo por sobre temperatura	9	mantenimiento deficiente	8	Instrumental	2.00	144.00	Verificar filtro de aire y condiciones de trabajo	Diario	2	2	1	4
Desplazamiento de equipo	Sistema de freno de servicio deficiente	Limitación de avance en la operación	7	falta de mantenimiento	5	Prueba en marcha	2.00	70.00	Programación de mantenimiento preventivo	Semanal	3	3	1	9
Sistema hidráulico del equipo	Rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	Parada de equipo, derrame de aceite	8	falta de guarda de seguridad	8	Inspección visual	1.00	64.00	Se acopla conexiones para su funcionamiento	Programa preventivo de horas	3	2	1	6

Figura N° 43: Doomper 10T 2.

Elaboración Propia

Mantenimiento Autónomo

El operador además de la función propia de operar su equipo, tendrá unas nuevas funciones donde verificara anomalías de su equipo al iniciar sus actividades, si detectara alguna anomalía debe de escribir en la tarjeta de anomalías, coordinar con el personal de mantenimiento para su reparación inmediata si fuera el caso o de lo contrario para que se programe en el plan de mantenimiento preventivo.

La lista de actividades programadas para que el operador realice las inspecciones diarias se muestra en las figuras siguientes N° 45, N° 46 y N° 47.

Funciones del operador y mantenedor.

Las funciones del operador y mantenedor se han especificado en el anexo N° 20 y N° 21, para que se tenga en conocimiento de todos los operadores y mantenedores involucrados en este nuevo sistema de Mantenimiento Autónomo

Asignación de personal y Recursos

Para hacer el seguimiento de la implementación, la ejecución, el desarrollo de sus funciones adicionales asignadas al operador y mantenedor por cada grupo de equipos y trabajar sobre las causas de las fallas se formó un equipo de trabajo liderado por el mecánico de mantenimiento y un operador según el equipo en la que se desempeñan, buscando que cada uno de ellos tenga los conocimientos de la estructura de funcionamiento de los mismos.

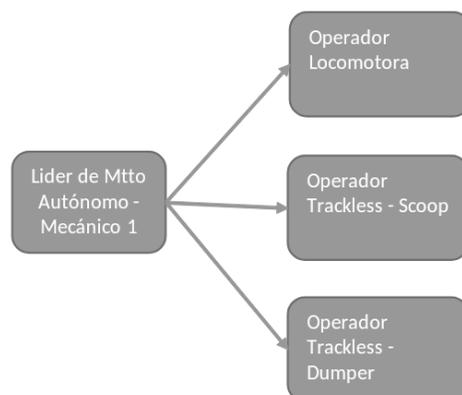


Figura N° 44: Equipo de trabajo de Mantenimiento Autónomo.

Elaboración Propia

Esta formación de cuadrilla busca organizar al personal para trabajar de manera ordenada y eficiente y de esa manera obtener mayor disponibilidad de los equipos durante el proceso productivo. Esta propuesta fue presentada a la empresa en día 10 de agosto de 2018.


RÍO CHICAMA
COMPAÑÍA S.A.

CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPO - LOCOMOTORA

APROBADO: SI NO

EQUIPO: _____ LUGAR DE INSPECCION: _____
 MARCA: _____ FECHA: _____
 MODELO: _____ EMPRESA: _____
 SERIE: _____ CAPACIDAD: _____
 HOROMETRO: _____ APROBADO: NO

GENERAL	OK	REP.	CAMB.	
ESTADO DE PERNS Y TUERCAS				
ESTADO DE CABLES ELECTRICOS				
ARTICULACIONES EN GENERAL				
PUGAS DE ACEITE				
SOPORTE DE MOTOR				
CHASS				

SISTEMA ELECTRICO	VALOR	OK	REP.	CAMB.	
ACPLAMIENTO DE MOTOR					
RELE DE SOBRECARGA					
CONTACTOR ELECTROMAGNETICO					
CONEXIONES ELECTRICAS					
EJE DE LEVAS					
SWITCH DEL HOMBRE MUERTO					
PATOGRAFO					
VOLTAJE (V)					
AMPERAJE (A)					
PLUS (ENCHUFES)					

EJES Y RUEDAS	OK	REP.	CAMB.	
RUEDAS				
RETENES DE RUEDAS				
CAMA DE RODAJES				
BIELLES DE AMORTIGUACION				
LUCES				
CLAXON				
TAPAS DE DETURACION				

FRENSOS	OK	REP.	CAMB.	
COMPROBAR OPERACION DE FRENSOS				
CARPAS DE FRENSOS				

TRANSMISION	OK	REP.	CAMB.	
SOPORTE ABML DE MOTORES				
ACPLAMIENTO MOTOR Y TRANSMISION				
CRUCETAS DE EJE DE CARDAN				
PUGAS DE ACEITE				

OBSERVACIONES

JEFE MANTENIMIENTO: _____	FIRMA: _____
OPERADOR: _____	FIRMA: _____
INSPECCIONADO POR: _____	FIRMA: _____

Figura N° 45: Actividades de Mantenimiento Autónomo para equipos de Locomotora.

Elaboración Propia



CARTILLA DE INSPECCION DE EQUIPO TRACKLESS - DUMPER

EQUIPO:
 MARCA:
 MODELO:
 SERIE:
 HOROMETRO:

LUGAR DE INSPECCION:
 FECHA:
 EMPRESA:
 CAPACIDAD:
 APROBADO: SI NO

INDICADOR	VALOR	OK	REP.	CAMB
RPM EN MINIMO				
RPM MAX VACIO				
RPM STALL (CONV)				
RPM STALL (STEER)				
RPM STALL (DUMP)				
PRES. ACEITE MINIMO				
PRES. ACEITE A 1200 RPM				
FUGA DE ACEITE				

TRANSMISION POWER SHIFT	VALOR	OK	REP.	CAMB
PRESION DEL SISTEMA				
TEMPERATURA DEL SIST.				
CARDANES				
CRUCETAS				
MANUERAS				
FUGAS DE ACEITE				
OTRO -----				

SISTEMA ELECTRICO	VALOR	OK	REP.	CAMB
VOLTIMETRO				
BATERIA				
LUCES DELANTERAS				
LUCES POSTERIORES				
SWITCH DE ARRANQUE				
SWITCH DE PARQUEO				
SWITCH MASTER				
ALTERNADOR CARGA (V)				

ESTRUCTURA	OK	REP.	CAMB
PNEUS Y BDCONG			
EJE OSCILANTE			
TOLVA			

EMISION DE HUMOS	VALOR	OK	REP.	CAMB
CO (MAX 1000 PPM)				

SISTEMA HIDRAULICO	VALOR	OK	REP.	CAMB
PRESION DEL SISTEMA				
TIEMPO DE LEVANTE TOLVA				
TIEMPO DE RETORNO TOLVA				
CAUDAL (GAL/MN)				
TEMPERATURA DE ACEITE				
VALVULA DE FLOTAJE				
VALVULA DE CONTROL				
CILINDRO HIDRAULICOS				

SISTEMA DE DIRECCION	VALOR	OK	REP.	CAMB
PRESION DE ALMO				
PRESION DE PLOTAJE				
TEMPERATURA				
CAUDAL (GPM)				

SISTEMA DE FRENOS	VALOR	OK	REP.	CAMB
INICIO DE CARGA (PSI)				
CORTE DE CARGA (PSI)				
PRECARGA DE ACCUM (PSI)				
PRUEBA FRENO SERVICIO				
PRUEBA FRENO DE PARQUEO				

ALTURA DE CORDONES DE NEUM	VALOR	OK	REP.	CAMB
P1 (DELANTERO IZQUIERDO)				
P2 (DELANTERO DERECHO)				
P3 (POSTERIOR IZQUIERDO)				
P4 (POSTERIOR DERECHO)				

ACCESORIOS DE SEGURIDAD	OK	REP.	CAMB
CERCULINA			
CLABON			
ALARMA DE RETROCESO			
CINTAS REFLEXIVAS			
EXTINTOR			
TACOS			

OBSERVACIONES

JEFE MANTENIMIENTO:	_____	FIRMA:	_____
OPERADOR:	_____	FIRMA:	_____
INSPECCIONADO POR:	_____	FIRMA:	_____

Figura N° 47: Actividades de Mantenimiento Autónomo para equipos Trackless - Dumper.
 Elaboración Propia

cada equipo realicen a sus equipos, si observan alguna anomalía que necesita intervención de mantenimiento programado, los operadores llenan el formato de Anomalías para que sea incluido dentro de la planificación. Todas estas actividades que son principalmente las fuentes de la nueva planificación se llevan a un formato de planificación mensual por cada equipo, como se muestra en las figuras N° 49 y N° 50.

Las figuras N° 51, N° 52, N° 53, N° 54, N° 55 y N° 56 son los formatos que se usan para verificar el detalle de las actividades planificadas de acuerdo a las horas alcanzadas por cada equipo.

PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO AGOSTO 2018

AGOSTO-2018	DOMINGO 07/08/2018	LUNES 13/08/2018	MARTES 14/08/2018	MIÉRCOLES 15/08/2018	JUEVES 16/08/2018	VIERNES 17/08/2018	SABADO 18/08/2018	DOMINGO 19/08/2018	LUNES 20/08/2018	MARTES 21/08/2018	MIÉRCOLES 22/08/2018	JUEVES 23/08/2018	VIERNES 24/08/2018	SABADO 25/08/2018	DOMINGO 26/08/2018	LUNES 27/08/2018	MARTES 28/08/2018	MIÉRCOLES 29/08/2018	JUEVES 30/08/2018			
EQUIPOS TRACKLESS																						
CAMIONES BAJO PERFIL																						
D-01-DUMPER 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO	D-01 1200 HRS OT. MINA INT. MINA																			D-01 250 HRS OT. MINA INT. MINA		
D-02-DUMPER 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO				D-02 1200 HRS OT. MINA INT. MINA																	D-02 250 HRS OT. MINA INT. MINA	
SCOOTER TRAM																						
SC-02 - SCOOTER TRAM 2.5 T3 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO		SC-2 1200 HRS OT. MINA INT. MINA																			S-02 250 HRS OT. MINA INT. MINA	
SC-01 - SCOOTER TRAM 1.5 T3 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO					SC-1 1200 HRS OT. MINA INT. MINA																	
SC-03 - SCOOTER TRAM 1.5 T3 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO			SC-1 1200 HRS OT. MINA INT. MINA																			
RETROEXCAVADORA																						
RE-01-RETROEXCAVADORA 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO							RE-1 1000 HRS OT. PLANTA SUPERF.															
RE-02-RETROEXCAVADORA 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMETRO						RE-1 1000 HRS OT. PLANTA SUPERF.																
LOGOMOTORES 8 BATERIA																						
LM-01 - LOGOMOTORA GLATTON CB 3.5 TH 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMENTO		LM-01 8 DIAS OT. MINA INT. MINA																				
LM-02 - LOGOMOTORA GLATTON CB 3.5 TH 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMENTO							LM-01 8 DIAS OT. MINA INT. MINA															LM-01 8 DIAS OT. MINA INT. MINA
WINCHES DE ARRASTRE																						
W-01-WINCHES OFFSHORE 1.MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2. ORDEN TRABAJO 3. UBICACION 4. PROSISO HOROMENTO														W-01 14 DIAS OT. MINA INT. MINA								
Superv. Manto. mecánico Castro Quiroz Pervis																						

Figura N° 49: Planificación de Mantenimiento Preventivo mes de agosto, equipos críticos del transporte de mineral.

Elaboración Propia



MANTTO. PREVENTIVO 125/250hr.

TEC. RESPONSABLE _____
 EQUIPO _____
 NRO. INTERNO _____
 TALLER: SUPERF/MINA _____
 HORMETRO _____

FECHA

NIV. DE MANTTO

Nivel de Mantenimiento: 125/250hrs.

ITEM	DESCRIPCION DE TRABAJO	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS			
2	INSPECCIONAR ALTERNADOR			
3	INSPECCIONAR ARRANCADOR			
4	INSPECCIONAR CLAXON Y ALARMA DE RETROCESO			
5	INSPECCIONAR CONDICION DE NEUMATICOS			
6	INSPECCIONAR ESTADO DE MANGUERAS Y CANERIAS			
7	INSPECCIONAR EXTINTOR			
8	INSPECCIONAR FUGAS DE ACEITE			
9	INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO DE FAROS			
10	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISION			
11	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE EN MANDOS FINALES Y CORONAS			
12	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO			
13	INSPECCIONAR NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIAS			
14	INSPECCIONAR REGULACION DEL FRENO			
15	INSPECCIONAR SISTEMA DE ALARMA DEL MOTOR			
16	INSPECCIONAR Y LIMPIEZA DE BATERIAS			
17	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR SOPORTE DE MOTOR			
18	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE ALTERNADOR			
19	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE VENTILADOR			
20	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS DE NEUMATICOS			
21	LAVAR EQUIPO			
22	LIMPIEZA DEL COLADOR DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
23	LIMPIEZA DEL PURIFICADOR DE ESCAPE (PTX)			
24	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
25	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
26	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
27	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
28	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
29	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
30	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
31	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
32	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=300 PPM) INICIO DE MANTTO. PREVENTIVO			
33	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=300 PPM) FIN DE MANTTO. PREVENTIVO			
34	OBTENER MUESTRA DE ACEITE PARA ANALISIS (APA)			
35	PROBAR ARRANQUE DE MOTOR			
36	PRUEBA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO			
37	PRUEBA DE FRENO DE SERVICIO			
38	REEMPLAZAR ACEITE DE MOTOR			
39	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE MOTOR			
40	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO			
41	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO			
42	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE			
43	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA (RACOR)			

OBSERVACIONES

PERSONAL T C.

SUPERV. MANTTO.

Figura N  51: Planificación de Mantenimiento Preventivo 125/250 h

Elaboración Propia



MANTTO. PREVENTIVO 500hr.

TEC. RESPONSABLE _____
 EQUIPO _____
 NRO. INTERNO _____
 TALLER: SUPERFABRICA _____
 HORMETRO _____

FECHA _____

NIV. DE MANTTO _____

Nivel de Mantenimiento: 500Hrs.

ITEM	DESCRIPCION DE TAREA	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	AJUSTAR PERNS Y TUERCAS			
2	INSPECCIONAR ALTERNADOR			
3	INSPECCIONAR ARRANCADOR			
4	INSPECCIONAR CLAXON Y ALARMA DE RETROCESO			
5	INSPECCIONAR CONDICION DE NEUMATICOS			
6	INSPECCIONAR DESGASTE DE PINES Y BOCINAS			
7	INSPECCIONAR ESTADO DE MANGUERAS Y CANERIAS			
8	INSPECCIONAR EXTINTOR			
9	INSPECCIONAR FUGAS DE ACEITE			
10	INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO DE FAROS			
11	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISION			
12	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE EN MANDOS FINALES Y CORONAS			
13	INSPECCIONAR NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO			
14	INSPECCIONAR NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIAS			
15	INSPECCIONAR SISTEMA DE ALARMA DEL MOTOR			
16	INSPECCIONAR TURBO CARGADOR			
17	INSPECCIONAR Y LIMPIEZA DE BATERIAS			
18	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR SOPORTE DE MOTOR			
19	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE ALTERNADOR			
20	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE VENTILADOR			
21	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR PERNS Y TUERCAS DE NEUMATICOS			
22	LAVAR EQUIPO			
23	LIMPIEZA DEL COLADOR DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
24	LIMPIEZA DEL PURIFICADOR DE ESCAPE (PTX)			
25	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			
26	MEDIR C/CADA DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
27	MEDIR C/CADA DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
28	MEDIR C/CADA DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
29	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
30	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
31	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
32	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
33	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=500 PPM) INICIO DE MANTTO PREVENTIVO			
34	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=500 PPM) FIN DE MANTTO PREVENTIVO			
35	OBTENER MUESTRA DE ACEITE PARA ANALISIS (APA)			
36	PROBAR ARRANQUE DE MOTOR			
37	PRUEBA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO			
38	PRUEBA DE FRENO DE SERVICIO			
39	REEMPLAZAR ACEITE DE MOTOR			
40	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE MOTOR			
41	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO			
42	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO			
43	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA (RACOR)			
44	REVISION Y PRUEBA DE TABLERO DE ARRANQUE			

OBSERVACIONES

PERSONAL T C.

SUPERV. MANTTO.

Figura N  52: Planificación de Mantenimiento Preventivo 500 h

Elaboración Propia



MANTTO. PREVENTIVO 1000hr.

TEC. RESPONSABLE: _____
 EQUIPO: _____
 NRO. INTERNO: _____
 TALLER: SUPERFINNA
 HORMETRO: _____

FECHA: _____
 NIV. DE MANTTO: _____

Nivel de Mantenimiento: 1000 HRS

ITEM	DESCRIPCION DE TRABAJO	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS			
2	CALIBRAR VALVULAS DE ADMISION Y ESCAPE			
3	INSPECCIONAR CLAYON Y ALABMA DE RETROCESO			
4	INSPECCIONAR COMPRESION DEL MOTOR			
5	INSPECCIONAR CONDICION DE NEUMATICOS			
6	INSPECCIONAR CONTACTOS			
7	INSPECCIONAR TENCITAS Y CHUMACERAS DEL EJE CARRANCO			
8	INSPECCIONAR DESGASTE DE PNEUS Y BOCINAS			
9	INSPECCIONAR DESGASTE DE PDLRA VENTILADOR, ALTERNADOR			
10	INSPECCIONAR ESTADO DE MANGUERAS Y CANBIAS			
11	INSPECCIONAR EXTINTOR			
12	INSPECCIONAR FUGAS DE ACRITE			
13	INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO DE FAROS			
14	INSPECCIONAR MANDOS FINALES Y CORDNAS			
15	INSPECCIONAR MANFL. DE ELECTROLITO DE BATERIAS			
16	INSPECCIONAR PRE-CARGA DE LOS ACUMULADORES			
17	INSPECCIONAR REGULACION DEL FRENO			
18	INSPECCIONAR SISTEMA DE ALARMA DEL MOTOR			
19	INSPECCIONAR TURBO CARGADOR			
20	INSPECCIONAR Y LIMPIEZA DE BATERIAS			
21	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR SOPORTE DE MOTOR			
22	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE ALTERNADOR			
23	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR FAJA DE VENTILADOR			
24	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS DE NEUMATICOS			
25	LAVAR EL TANQUE DE PETROLEO			
26	LAVAR EQUIPO			
27	LAVAR TANQUE HIDRAULICO			
28	LIMPIEZA DEL CERRADOR DE COMBUSTIBLE			
29	LIMPIEZA DEL CILINDRO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
30	LIMPIEZA DEL ENFRIGADOR DE ACEITE			
31	LIMPIEZA DEL PULVERIZADOR DE ESPUMA (PTX)			
32	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			
33	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
34	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 3)			
35	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
36	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 5)			
37	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
38	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
39	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 5)			
40	MEDIR PRESIONES EN EL SISTEMA HIDRAULICO			
41	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=SEPPM) INICIO DE MANTTO PREVENTIVO			
42	MONITOREO DE GASES (MAX. CO=SEPPM) FIN DE MANTTO PREVENTIVO			
43	OBTENER MUESTRA DE ACEITE PARA ANALISIS (APA)			
44	PROBAR ARRANQUE DE MOTOR			
45	PRUEBA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO			
46	PRUEBA DE FRENO DE SERVICIO			
47	REEMPLAZAR ACEITE DE MANDOS FINALES Y CORONAS			
48	REEMPLAZAR ACEITE DE MOTOR			
49	REEMPLAZAR ACEITE DE TRANSMISION			
50	REEMPLAZAR ACEITE HIDRAULICO			
51	REEMPLAZAR ALTERNADOR			
52	REEMPLAZAR ELEMENTO FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
53	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE MOTOR			
54	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION			
55	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
56	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO			
57	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO			
58	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE			
59	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA (RACDE)			
60	REVISION Y PRUEBA DE TABLERO DE ARRANQUE			

PERSONAL T C.

SUPERV. MANTTO.

Figura N 

53: Planificación de Mantenimiento Preventivo 1000 h

Elaboración Propia



MANTTO. PREVENTIVO 2000hr.

TEC. RESPONSABLE		FECHA	
EQUIPO			
NRO. INTERNO			
TALLER: SUPERF/MNA			
HORMETRO			

Nivel de Mantenimiento : 2000 HRS				
ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	AJUSTAR PERROS Y TUERCAS			
2	CALIBRAR VALVULAS DE ADMISION Y ESCAPE			
3	INSPECCIONES CLAXON Y ALARMA DE RETROCESO			
4	INSPECCIONES COMPRESION DEL MOTOR			
5	INSPECCIONES CONDICION DE NEUMATICOS			
6	INSPECCIONES CRUCETAS Y CHUMADERA DEL EJE CARDANICO			
7	INSPECCIONES DESGASTE DE PNEU Y BOCINAS			
8	INSPECCIONES DESGASTE DE PUNTA VENTILADOR ALTERNADOR			
9	INSPECCIONES ESTADO DE MANGUERAS Y CABLES			
10	INSPECCIONES ESTATOR			
11	INSPECCIONES FUGAS DE ACRITE			
12	INSPECCIONES FUNCIONAMIENTO DE FAROS			
13	INSPECCIONES MANDOS FINALES Y CORONAS			
14	INSPECCIONES NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIAS			
15	INSPECCIONES PRE-CARGA DE LOS ACUMULADORES			
16	INSPECCIONES REGULACION DEL FRENO			
17	INSPECCIONES SISTEMA DE ALARMA DEL MOTOR			
18	INSPECCIONES Y LIMPIEZA DE BATERIAS			
19	INSPECCIONES Y/O AJUSTAR SOPORTE DE MOTOR			
20	INSPECCIONES Y/O AJUSTAR F.A.M. DE ALTERNADOR			
21	INSPECCIONES Y/O AJUSTAR F.A.M. DE VENTILADOR			
22	INSPECCIONES Y/O AJUSTAR PERROS Y TUERCAS DE NEUMATICOS			
23	LAVAR EL TANQUE DE PETROLEO			
24	LAVAR EQUIPO			
25	LAVAR TANQUE HIDRAULICO			
26	LIMPIEZA DEL CAPTADOR MAGNETICO			
27	LIMPIEZA DEL CEBADOR DE COMBUSTIBLE			
28	LIMPIEZA DEL COLADOR DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
29	LIMPIEZA DEL ENRIADOR DE ACRITE			
30	LIMPIEZA DEL PURIFICADOR DE ESCAPE (PTX)			
31	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ENRIAMIENTO			
32	LIMPIEZA Y PRUEBA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE			
33	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
34	MEDIR COCADA DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
35	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
36	MEDIR COCADA DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
37	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
38	MEDIR PRESION DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
39	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
40	MEDIR PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
41	MEDIR PRESIONES EN EL SISTEMA HIDRAULICO			
42	MONITOREO DE GASES (MAX. CO-500 PPM) INICIO DE MANTTO PREVENTIVO			
43	MONITOREO DE GASES (MAX. CO-500 PPM) FIN DE MANTTO PREVENTIVO			
44	DETERMINAR MUESTRA DE ACEITE PARA ANALISIS (ATA)			
45	PROBAR ARRANQUE DE MOTOR			
46	PRUEBA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO			
47	PRUEBA DE FRENO DE SERVICIO			
48	REEMPLAZAR ACEITE DE MANDOS FINALES Y CORONAS			
49	REEMPLAZAR ACEITE DE MOTOR			
50	REEMPLAZAR ACEITE DE TRANSMISION			
51	REEMPLAZAR ACEITE HIDRAULICO			
52	REEMPLAZAR ALTERNADOR			
53	REEMPLAZAR ARRANCADOR			
54	REEMPLAZAR ELEMENTO FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
55	REEMPLAZAR FILTRO DE ACRITE DE MOTOR			
56	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION			
57	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
58	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO			
59	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO			
60	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE			
61	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA (DACOR)			
62	REEMPLAZAR SELLOS DE LOS PISTONES HIDRAULICOS			
63	REEMPLAZAR TURBO CARGADOR			
64	REPARAR O REEMPLAZAR CERAMOS DE COMBUSTIBLE			
65	REVISION Y PRUEBA DE TABLERO DE ARRANQUE			

PERSONAL T C.

SUPERV. MANTTO.

Figura N 

54: Planificación de Mantenimiento Preventivo 2000 h

Elaboración Propia



MANTTO. PREVENTIVO 4000hr.

TEC. RESPONSABLE _____ FECHA _____
 EQUIPO _____
 NRO. INTERNO _____
 TALLER: SUPERFINNA _____
 HORMETRO _____

Nivel de Mantenimiento : 4000 HRS

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS			
2	CALEAR VALVULAS DE ADMISION Y ESCAPE			
3	INSPECCIONAR CLAXON Y ALARMA DE RETROCESO			
4	INSPECCIONAR COMPRESION DEL MOTOR			
5	INSPECCIONAR CONDICION DE NEUMATICOS			
6	INSPECCIONAR CRUCETAS Y CHUMACERA DEL E.E. CARDANICO			
7	INSPECCIONAR DESGASTE DE PIMES Y BOCINAS			
8	INSPECCIONAR DESGASTE DE POLEA VENTILADOR, ALTERNADOR			
9	INSPECCIONAR ESTADO DE MANGUERAS Y CAMBIAS			
10	CALEAR GOBERNADOR			
11	INSPECCIONAR FUGAS DE ACEITE			
12	INSPECCIONAR FUNCIONAMIENTO DE FAECOS			
13	INSPECCIONAR MANDOS FINALES Y COBONAS			
14	INSPECCIONAR NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERIAS			
15	INSPECCIONAR PRE-CARGA DE LOS ACUMULADORES			
16	INSPECCIONAR REGULACION DEL ERNDO			
17	INSPECCIONAR SISTEMA DE ALARMA DEL MOTOR			
18	INSPECCIONAR Y LIMPIEZA DE BATERIAS			
19	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR SOBORTS DE MOTOR			
20	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR CAJA DE ALTERNADOR			
21	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR EMB. DE VENTILADOR			
22	INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR PERNOS Y TUERCAS DE NEUMATICOS			
23	LAVAR EL TANQUE DE PETROLEO			
24	LAVAR FUMED			
25	LAVAR TANQUE HIDRAULICO			
26	LIMPIEZA DEL CAPTADOR MAGNETICO			
27	LIMPIEZA DEL SEPARADOR DE COMBUSTIBLE			
28	LIMPIEZA DEL COLADOR DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
29	LIMPIEZA DEL FRENADOR DE ACEITE			
30	LIMPIEZA DEL PURIFICADOR DE ESCAPE (PTX)			
31	LIMPIEZA DEL SISTEMA DE ENRIAMIENTO			
32	LIMPIEZA Y PRUEBA DE INYECTORES DE COMBUSTIBLE			
33	MEIRIE COPARA DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
34	MEIRIE COPARA DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
35	MEIRIE COPARA DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
36	MEIRIE COPARA DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
37	MEIRIE PRESION DE NEUMATICO DELANTERO DERECHO (POS. 2)			
38	MEIRIE PRESION DE NEUMATICO DELANTERO IZQUIERDO (POS. 1)			
39	MEIRIE PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR DERECHO (POS. 4)			
40	MEIRIE PRESION DE NEUMATICO POSTERIOR IZQUIERDO (POS. 3)			
41	MEIRIE PRESIONES EN EL SISTEMA HIDRAULICO			
42	MONITOREO DE GASES (MAX. CO-500 PPM) INICIO DE MANTTO PREVENTIVO			
43	MONITOREO DE GASES (MAX. CO-500 PPM) EN DE MANTTO PREVENTIVO			
44	OBTENER MUESTRA DE ACEITE PARA ANALISIS (APA)			
45	PROBAR ARRANQUE DE MOTOR			
46	PRUEBA DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO			
47	PRUEBA DE FRENO DE SERVICIO			
48	REEMPLAZAR ACEITE DE MANDOS FINALES Y COBONAS			
49	REEMPLAZAR ACEITE DE MOTOR			
50	REEMPLAZAR ACEITE DE TRANSMISION			
51	REEMPLAZAR ACEITE HIDRAULICO			
52	REEMPLAZAR ALTERNADOR			
53	REEMPLAZAR ABRANCADOR			
54	REEMPLAZAR ELEMENTO FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
55	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE MOTOR			
56	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION			
57	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO			
58	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO			
59	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO			
60	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE			
61	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADORE DE AGUA (WACOR)			
62	REEMPLAZAR SELLOS DE LOS PISTONES HIDRAULICOS			
63	REEMPLAZAR TUBO CARGADOR			
64	REPARAR O REEMPLAZAR CEBADOR DE COMBUSTIBLE			
65	REVISION Y PRUEBA DE TABLERO DE ARRANQUE			

PERSONAL TÈC.

SUPERV. MANTTO.

Figura N° 55:

Planificación de Mantenimiento Preventivo 4000 h

Elaboración Propia

Gestión de repuestos:

Para complementar nuestro nuevo plan de mantenimiento planificado, se empezó a organizar el stock de repuestos, de manera que se identifique cuales repuestos son necesarios contar por cada equipo para cada mantenimiento preventivo en horas de trabajo y para que cuando se requiera utilizar algún componente, esté de forma inmediata y así reducir tiempos de parada

También se organizó de acuerdo al nuevo plan de mantenimiento preventivo el tiempo adecuado de cambio según sus horas de funcionamiento, estos se muestran en las siguientes tablas:

ESTADO Y/O CONTROL DE COMPONENTES SCOOP

EQUIPO	COMPONENTES MAYORES	HOROM. ACTUAL EQUIPO	HOROM. DEL COMPONENTE	VIDA UTIL HORAS	VIDA POR CUMPLIR	PREVENCIÓN
SCOOP	ALTERNADOR	4850	4850.00	3500	-1350.00	
SCOOP	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	4850	4850.00	5000	150.00	
SCOOP	BOMBA DE COMBUSTIBLE	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	BOMBA DE INYECCION	4850	4850.00	4000	-850.00	
SCOOP	DIFERENCIAL DELANTERO	4850	4850.00		-4850.00	
SCOOP	DIFERENCIAL POSTERIOR	4850	4850.00		-4850.00	
SCOOP	ENFRIADOR	4850	4850.00	4500	-350.00	
SCOOP	INYECTORES	4850	4850.00	3000	-1850.00	
SCOOP	MANDO FINAL POSTERIOR DERECHO	4850	4850.00		-4850.00	
SCOOP	MANDO FINAL POSTERIOR IZQUIERDO	4850	4850.00		-4850.00	
SCOOP	MANDOS FINALES DELANTERO DERECHO	4850	4850.00		-4850.00	
	MANDOS FINALES DELANTERO IZQUIERDO	4850	4850.00		-4850.00	
SCOOP	ARRANCADOR	4850	4850.00	3000	-1850.00	
SCOOP	BOMBA DE CARGA	4850	4850.00	3500	-1350.00	
SCOOP	KID DE REPARACIÓN CILINDRO DE LEVANTE	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	KID DE REPARACIÓN CILINDRO DE VOLTEO	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	KID DE REPARACIÓN CILINDRO DE DIRECCIÓN	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	VALVULA DE DIRECCION	4850	4850.00	3000	-1850.00	
SCOOP	VALVULA DE LEVANTE - VOLTEO	4850	4850.00	6000	1150.00	
SCOOP	CAJA REDUCTORA	4850	4850.00	4000	-850.00	reparacion
SCOOP	MOTOR HIDROSTÁTICO	4850	4850.00	5000	150.00	
SCOOP	BATERIA 12V	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	BOMBA DE AGUA	4850	4850.00	3000	-1850.00	
SCOOP	BOMBA HIDRAULICA	4850	4850.00	4000	-850.00	
SCOOP	BOMBA TANDEM	4850	4850.00	4000	-850.00	
SCOOP	GOBERNADOR	4850	4850.00	4500	-350.00	
SCOOP	KID DE REPARACION PEDAL DE ACELERACION	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	KID DE REPARACION PEDAL DE FRENO	4850	4850.00	5000	150.00	
SCOOP	TURBO-COMPRESOR	4850	4850.00	2500	-2350.00	
SCOOP	VALVULA DE CARGA	4850	4850.00	3500	-1350.00	
SCOOP	VALVULA DE CONTROL	4850	4850.00	2500	-2350.00	

Tabla N° 14 Tabla de componentes Scoop para seguimiento de cambios preventivos

Elaboración Propia

ESTOCK Y/O CONTROL DE COMPONENTES DUMPER

EQUIPO	COMPONENTES MAYORES	HOROM. ACTUAL_E QUIPO	HOROM. DEL COMPONENTE	VIDA UTIL_ HORAS	VIDA POR CUMPLIR	PREVENCIÓN
DUMPER	ALTERNADOR	3205.8	3205.8	3500	294.20	
DUMPER	ARRANCADOR	3205.8	3205.8	3000	-205.80	CAMBIO
DUMPER	BATERIA 12V	3205.8	3205.8	2500	-705.80	CAMBIO
DUMPER	BOMBA DE AGUA	3205.8	3205.8	3000	-205.80	CAMBIO
DUMPER	BOMBA DE ACEITE DE MOTOR	3205.8	3205.8	7000	3794.20	
DUMPER	BOMBA DE COMBUSTIBLE	3205.8	3205.8	2500	-705.80	CAMBIO
DUMPER	BOMBA DE INYECCION	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	BOMBA HIDRAULICA	3205.8	3205.8	4000	794.20	
DUMPER	BOMBA TANDEM	3205.8	3205.8	4000	794.20	
DUMPER	CAJA TRANSMISON	3205.8	3205.8	8000	4794.20	
DUMPER	KID DE REPARACION (CILINDRO DE DIRECCION (DER)	3205.8	3205.8	3000	-205.80	CAMBIO
DUMPER	KID DE REPARACION (CILINDRO DE DIRECCION (IZQ)	3205.8	3205.8	8000	4794.20	
DUMPER	CONVERTIDOR	3205.8	3205.8	8000	4794.20	
DUMPER	DIFERENCIAL DELANTERO	3205.8	3205.8		-3205.80	CAMBIO
DUMPER	DIFERENCIAL POSTERIOR	3205.8	3205.8		-3205.80	CAMBIO
DUMPER	FRENO DELANTERO DERECHO	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	FRENO DELANTERO IZQUIERDO	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	FRENO POSTERIOR DERECHO	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	FRENO POSTERIOR IZQUIERDO	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	GOBERNADOR	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	MANDO FINAL POSTERIOR DERECHO	3205.8	3205.8	5000	1794.20	
DUMPER	MANDO FINAL POSTERIOR IZQUIERDO	3205.8	3205.8	5000	1794.20	
DUMPER	MANDOS FINALES DELANTERO DERECHO	3205.8	3205.8	5000	1794.20	
DUMPER	MANDOS FINALES DELANTERO IZQUIERDO	3205.8	3205.8	5000	1794.20	
DUMPER	PEDAL DE ACELERACION	3205.8	3205.8	2500	-705.80	CAMBIO
DUMPER	PEDAL DE FRENO	3205.8	3205.8	5000	1794.20	
DUMPER	RADIADOR	3205.8	3205.8	4500	1294.20	
DUMPER	TURBO-COMPRESOR	3205.8	3205.8	2500	-705.80	CAMBIO
DUMPER	VALVULA DE CARGA	3205.8	3205.8	3500	294.20	
DUMPER	VALVULA DE DIRECCION	3205.8	3205.8	8000	4794.20	
DUMPER	VALVULA DE LEVANTE - VOLTEO	3205.8	3205.8	8000	4794.20	
DUMPER	VALVULA DE CONTROL	3205.8	3205.8	2500	-705.80	CAMBIO
DUMPER	KID DE REPACI3N (CILINDRO DE LEVANTE)	3205.8	3205.8	3000	-205.80	CAMBIO
DUMPER	KID DE REPACI3N CILINDRO DE VOLTEO	3205.8	3205.8	3000	-205.80	CAMBIO
DUMPER	INYECTORES	3205.8	3205.8	4000	794.20	

Tabla N° 15 Tabla de componentes Dumper para seguimiento de cambios preventivos

Elaboración Propia

Orden de Trabajo

Al ejecutar el cronograma de mantenimiento, se tiene en cuenta la generación de una OT (orden de trabajo), este documento se entrega al personal de mantenimiento para que realicen determinado trabajo de mantenimiento de acuerdo a este cronograma; debe contener una descripción detallada del trabajo y se debe incluir los siguientes datos:

- Número de OT
- Fecha y hora de emisión de la OT
- Asignación de prioridad
- Personal que solicita el servicio
- Descripción del trabajo a realizar
- Recursos necesarios
- Costos estimados
- Firma del emisor

Se puede observar el formato de orden de trabajo en el ANEXO N° 16 que se implantó en la gestión de mantenimiento de la empresa para el cumplimiento en cada trabajo programado preventivamente de acuerdo al cronograma implantado.

Entrenamiento (Mejora continua de las habilidades de los operarios)

El operador debe ser capaz de detectar los fallos o anomalías, para que puedan ser eliminados con rapidez y esta actuación de parte del operador va a depender del grado de conocimiento técnico que pueda tener sobre su equipo y las labores que hace, cada operador por la experiencia que tienen manejando sus equipos de forma diaria pueden saber si está fallando o puede estar con problemas, pero necesitan estar capacitados para estar motivados y ser capaces de:

- ✓ Diagnosticar fallos.
- ✓ Intervenir sobre los fallos.
- ✓ Mantener las funciones y estados originales de los equipos.
- ✓ Prevenir fallos y proponer mejoras.

Por lo que se implementa talleres de habilidades técnicas, para que se incida directamente sobre el conocimiento, habilidades o competencias de los operarios y lograr incrementar el rendimiento operacional, productividad, la disponibilidad de los equipos y la reducción de costes.

Se propone el uso de la Ficha de competencias que se puede observar en el ANEXO N° 18 el cual toma en consideración un total de 14 competencias.

Luego de ello se procedería a realizar una entrevista a cada personal, lo que permitirá evaluar las necesidades de formación personal, para mejorar las competencias y habilidades dentro del proceso y brindar un apoyo lo que implica un compromiso mutuo Empresa – operador. En la entrevista se utilizó la ficha que se encuentra en el ANEXO N°19.

Una vez realizada la ficha de valuación de cada uno de los operadores y de acuerdo a los resultados, con la aprobación del gerente general se propone un plan de capacitaciones, que se muestran en el ANEXO N° 22

El técnico después de ser capacitado se sentirá más comprometido con la organización y por ende se volverá en una persona que practicará la fidelidad para la empresa, la cual se verá reflejado en una línea de carrera y mejorará el desempeño del mismo.

Plan de entrenamiento de personal técnico.

En el ANEXO N° 22, se puede ver los temas de la capacitación que se realizó en el programa de capacitaciones, en el cuadro también se aprecia el nombre de cada expositor que será el encargado de exponer el tema a tratar, el expositor cuenta con la experiencia y con los conocimientos del tema, por lo cual para la fecha de exposición tendrá que tener el material adecuado y estar bien preparado para poder llegar a sus oyentes, y con ello poder enriquecer los conocimientos de los demás técnicos.

Cumpliendo el total de las capacitaciones programadas, se obtuvo excelentes resultados como se notó en cada personal de la empresa, porque gracias a ello se está reduciendo el MTTR (tiempo medio para reparar), ya que los técnicos están adquiriendo nuevos conocimientos y nuevas técnicas para poder desarrollar rápidamente las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Se proyectó a 180 horas de capacitación que deberían cumplirse en horarios distintos y que el personal se pueda adecuar y participar de dichas clases, sin perjudicar la operación. Estas capacitaciones se desarrollaron por 2 horas diariamente. Se cumplió con todas las horas de capacitación siendo un total de 60 horas de capacitación para personal de cada guardia.

Sistema de mejora de la capacidad de todas las áreas

Se propone implementar y desarrollar las etapas de las 5S, que también pueden ser complementarias a las prácticas de detención de anomalías y muy importante en el contexto del TPM.

SEIRI (Clasificación y Descarte)

El personal debe separar las cosas necesarias de las que no lo son.

Clasificarlos en los tachos donde corresponden de manera adecuada para contribuir con el medio ambiente.



Figura N° 57: Tachos de basura para clasificar la basura

Empresa minera Rio Chicama

Para desarrollar este principio deben preguntarse:

- ✓ ¿Qué debe ser guardado?
- ✓ ¿Qué puede ser útil para otra persona u otra área?
- ✓ ¿Qué deberíamos reparar?
- ✓ ¿Qué debemos vender?

SEITON (Organización)

El operario y mantenedor al momento de realizar sus actividades requiere de diversos materiales o instrumentos. Luego de terminar la actividad debe regresarlo al lugar correspondiente.

Todos los operarios deben conocer la codificación de los equipos y sus herramientas.

Además de que todo el material o cosas deben tener un nombre en específico y espacio definido y conocido por todo el personal.

SEISO (Limpieza)

1° Etapa: Limpieza y orden del puesto de trabajo

- Para ello el personal, debe habituarse a realizar la limpieza del lugar de trabajo todos los días al momento de inicio y finalización de su jornada laboral, separando lo útil de lo que es inútil.
- Todos deben limpiar sus herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo

Para realizarlo de manera efectiva se debe llenar la siguiente figura que muestra el formato de check list de limpieza del puesto de trabajo por parte de cada operador y mantenedor.

LISTA DE PUNTOS A CHEQUEAR EN LIMPIEZA		
Nombre: _____ Fecha: _____ Área: _____		Estado
N°	Puntos a chequear	
1	¿Ha quitado la arena, polvo, suciedad y desechos de los suelos y pasillos?	
2	¿Ha quitado polvo y suciedad de paredes y ventanas?	
3	¿Ha eliminado polvo de bombillas y fluorescentes?	
4	¿Ha eliminado el polvo y la suciedad de estantes y mesas de trabajo?	
5	¿Ha eliminado polvo y la suciedad de pasamanos, escaleras?	

Figura N° 58: Formato de Check list para operador y mantenedor para áreas de trabajo

Elaboración propia

2° Etapa: Limpieza inicial, engrase y revisión general del equipo o instalación.

En esta etapa básicamente se enfoca en el equipo por ello el personal debe realizar las siguientes actividades:

- Limpieza general de las maquinas asignado a cada operador logrando familiarizarse y evitando desgaste y envejecimientos prematuros debido a suciedad, oxido, polvo, entre otros.
- Si se detecta alguna anomalía informar al líder de cuadrilla y luego buscar una solución y realizar un diagnóstico de las causas y lograr minimizar su impacto.

Para lo cual el operador debe seguir la lista de puntos de chequeo de limpieza de las máquinas que se muestra en la siguiente figura n° 50

LISTA DE PUNTOS A CHEQUEAR EN LIMPIEZA DE EQUIPOS			
Nombre: _____		Fecha: _____	
		Área: _____	
N°	Puntos a chequear	SI /NO	Observaciones
1	¿Se encuentra su equipo limpio?		
2	¿Los tableros eléctricos se encuentran cerrados?		
3	¿Las conexiones eléctricas, como cables se encuentran adecuadamente ordenados?		
4	¿Se observan pérdida o fugas de aceite?		
5	¿La lubricación de la máquina está limpia (sin residuos)?		

Figura N° 59: Formato de Check list para operador y mantenedor para equipos

Elaboración propia

SEIKETSU (Higiene y visualización)

Se habló con el gerente de la empresa el uso e implementación de lo siguiente en sus instalaciones:

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, requisitos de limpieza, etc.
- Información e Instrucciones sobre equipamiento y máquina y el procedimiento de trabajo.
- Avisos de mantenimiento preventivo.

Todos ellos deben ser visibles, claros, objetivos, fácil de entender y colocarlos en un adecuado lugar.

SHITSUKE (Compromiso y Disciplina)

Se enfoca en la voluntad que tiene el cliente interno de realizar sus actividades y generar un ambiente de trabajo adecuado. Es decir, el compromiso por parte de todos los trabajadores en que se apliquen las 4Ss anteriores, para poder contribuir a la mejora continua y beneficiarse todos.

Por lo cual se conversó con el gerente acerca de la importancia de la aplicación de las 5S.

3.2.4 Fase 4: Estabilización.

Consolidación y elevación de metas

Se recomendó al gerente:

- ✓ Auditar el progreso de la gestión de mantenimiento luego de la implementación del TPM
- ✓ Redefinir los objetivos periódicamente de manera anual.
- ✓ Hacer un seguimiento de los indicadores de manera semestral.
- ✓ Mejorar los resultados basándose en la mejora continua con la aplicación del ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar) que se muestra en la Fase 1 en el punto Plan maestro para el desarrollo del TPM.

Resultados del diseño y Propuesta.

Para determinar el aumento de la productividad, luego de implementar la Propuesta se realizó nuevamente el cálculo de la disponibilidad de los equipos, la confiabilidad y mantenibilidad.

Productividad

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

$$\frac{Unidades}{Tiempo Total} = \frac{Tiempo Útil}{Tiempo Total} \times \frac{Unidades}{Tiempo Útil}$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Productividad = 69.46 \%}$$

Eficacia

$$Eficacia = \frac{\textit{Servicio realizado}}{\textit{Servicio programado}} \times 100$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Eficacia = 77.43 \%}$$

Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{\textit{Tiempo de Operación}}{\textit{Tiempo Programado}} \times 100$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{Eficiencia = 89.71 \%}$$

Disponibilidad (D)

El tiempo de funcionamiento propuesto aumenta en un 22.83 % con respecto al actual. Puesto que disminuye la frecuencia de fallas en las máquinas.

$$D (\%) = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100$$

Remplazando valores.

$$\mathbf{D (\%) = 89.90 \%}$$

Confiabilidad (R)

La probabilidad que los equipos, motivo de la investigación, realice sus funciones bajo condiciones dadas en un intervalo de tiempo aumentó en 59.2%

$$R_{(t)} = e^{\left(-\frac{t}{MTBF}\right)}$$

Reemplazando valores:

$$R_{(t)} = 75.05 \%$$

Mantenibilidad (M)

La expectativa que se tiene de los equipos, motivo de la investigación, para que pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, subió a 35.71%.

$$M_{(t)} = 1 - e^{\left(-\frac{t}{MTTR}\right)}$$

$$M_{(t)} = 86.65\%$$

Tiempo medio entre fallas (MTBF)

El tiempo medio que ha transcurrido entre dos paradas de mantenimiento de los equipos, motivo de la investigación aumento a 72.97 horas.

$$MTBF = \left(\frac{HT}{P}\right)$$

$$MTBF = 78.12 \text{ horas}$$

Tiempo medio para reparar (MTTR)

El tiempo medio de duración de las diversas paradas ocurridas de los equipos, motivo de la investigación bajo a 3.32 horas.

$$MTTR = \left(\frac{HP}{P}\right)$$

$$MTTR = 0.99 \text{ horas}$$

Después de la implantación de la metodología TPM se logró obtener nuevos valores de los indicadores de productividad, disponibilidad y confiabilidad, siendo muy favorables para poder lograr los objetivos de operación de los equipos críticos de transporte de mineral.

INDICADORES DE MANTENIMIENTO					
Antes de la implementación de TPM			Después de la implementación de TPM		
Ítem	Indicador	Valor	Ítem	Indicador	Valor
1	DISPONIBILIDAD	69.57%	1	DISPONIBILIDAD	89.90%
2	CONFIABILIDAD	17.82%	2	CONFIABILIDAD	75.05%
3	MANTENIBILIDAD	50.93%	3	MANTENIBILIDAD	86.65%
4	MTBF	11.72	4	MTBF	78.12
5	MTTR	4.31	5	MTTR	0.99

Tabla N° 16: Resultado comparativa de los indicadores del TPM.

Elaboración Propia.

Análisis productivo de la implementación de la metodología TPM para equipos críticos del transporte de mineral

La productividad de los equipos del transporte de mineral de la empresa minera Rio Chicama al momento de empezar el análisis situacional presentaba un bajo indicador de productividad (39.39 %) debido a la alta frecuencia de fallas y la baja disponibilidad de los equipos y luego de la implementación del TPM obtuvimos un incremento en la productividad de 69.46 % mejorando notablemente el proceso de transporte de mineral a la zona de producción.

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD					
Antes de la implementación de TPM			Después de la implementación de TPM		
Ítem	Indicador	Valor	Ítem	Indicador	Valor
1	EFICIENCIA	67.29%	1	EFICIENCIA	89.71%
2	EFICACIA	58.53%	2	EFICACIA	77.43%
3	PRODUCTIVIDAD	39.39%	3	PRODUCTIVIDAD	69.46%

Tabla N° 17: Indicadores de productividad.

Elaboración Propia

Análisis económico de la implementación de la metodología TPM para equipos críticos del transporte de mineral

Los equipos del transporte de mineral de la empresa minera Rio Chicama al momento del análisis de esta investigación presentaba una baja disponibilidad (69.57%) debido a la alta

frecuencia de fallas y eso generaba también una pérdida económica o lucro cesante por la inoperatividad de estos equipos, la tabla N° 18 muestra este análisis.

BALANCE ECONÓMICO DE ACUERDO AL VALOR POR HORA DE OPERACIÓN ANTES TPM					
Equipo	Horas trabajadas	Horas inoperativa	Costo de hora \$	Perdida por inoperatividad	Valor de horas trabajadas
Locomotora 1	917.50	282.5	13.33	\$ 3'765.73	\$ 12'230.28
Locomotora 2	906.40	293.6	13.33	\$ 3'913.69	\$ 12'082.31
Scooptram 1.5 yd ³ 1	839.9	360.1	35	\$ 12'603.50	\$ 29'396.50
Scooptram 1.5 yd ³ 2	826.1	373.9	35	\$ 13'086.50	\$ 28'913.50
Scooptram 2.5 yd ³ 1	832	368	45	\$ 16'560.00	\$ 37'440.00
Doomper 10T 1	765	435	60	\$ 26'100.00	\$ 45'900.00
Doomper 10T 2	757	443	60	\$ 26'580.00	\$ 45'420.00
TOTAL (2 meses)				\$ 102'609.41	\$ 211'382.59
TOTAL (1 mes)				\$ 51'304.71	\$ 105'691.29

Tabla N° 18: Balance económico de la pérdida por inoperatividad antes de la implementación del TPM.

Elaboración Propia

En la tabla N° 18 se muestra la cantidad de horas de trabajo de los equipos críticos del transporte de mineral, valorizado de acuerdo al costo operativo de cada equipo por hora, también se muestra las horas que el equipo estuvo inoperativo durante los dos meses de análisis de esta investigación, antes de la implementación de la metodología TPM, generando pérdidas de \$102,609.41 de los dos meses evaluados o lo que equivale a \$ 51,304.71 por mes

BALANCE ECONÓMICO DE ACUERDO AL VALOR POR HORA DE OPERACIÓN DESPUES TPM					
Equipo	Horas trabajadas	Horas inoperativas / mes	Costo de hora \$	Perdida por inoperatividad	Valor de horas trabajadas
Locomotora 1	541.00	59.00	13.33	\$ 786.47	\$ 7'211.53
Locomotora 2	542.00	58.00	13.33	\$ 773.14	\$ 7'224.86
Scooptram 1.5 yd ³ 1	533.00	67.00	35	\$ 2'345.00	\$ 18'655.00
Scooptram 1.5 yd ³ 2	539.00	61.00	35	\$ 2'135.00	\$ 18'865.00
Scooptram 2.5 yd ³ 1	541.00	59.00	45	\$ 2'655.00	\$ 24'345.00
Doomper 10T 1	543.00	57.00	60	\$ 3'420.00	\$ 32'580.00
Doomper 10T 2	537.00	63.00	60	\$ 3'780.00	\$ 32'220.00
TOTAL (1 mes)				\$ 15'894.61	\$ 141'101.39

Tabla N° 19: Balance económico de la pérdida por inoperatividad después de la implementación del TPM.

Elaboración Propia

Después de la implementación de la metodología TPM se logró reducir las horas de inoperatividad de los equipos críticos en el transporte de mineral, logrando como consecuencia reducir los costos por inoperatividad, de estar en promedio antes de la implementación en \$ 51,304.71 por mes a un total de \$15,894.61 por mes, si multiplicamos la diferencia por 12 meses obtendremos la cantidad de costos que se puede lograr reducir con la implementación de la metodología TPM, durante un año se estima que sería un total de \$4 24,921.20 de costos reducidos por inoperatividad de los equipos críticos de la línea de transporte de mineral en la empresa minera Rio Chicama.

Análisis de la producción en la unidad Bumerang

La consecuencia de operar los equipos del transporte de mineral de la empresa minera Rio Chicama con una baja productividad (39.39%) y una baja disponibilidad (69.57%), generaba que la producción en la Unidad Bumerang sea baja y esto se muestra en la tabla N° 20



REPORTE DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN UNIDAD BUMERAM - ANTES DEL TPM

PRODUCCIÓN MAYO 2018																																
FECHA	1-May	2-May	3-May	4-May	5-May	6-May	7-May	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	21-May	22-May	23-May	24-May	25-May	26-May	27-May	28-May	29-May	30-May	31-May	TOTAL
TON/DÍA	110	97	120	80	130	105	115	70	142	120	100	87	95	82	90	93	102	108	114	109	110	98	125	110	74	70	114	120	104	112	80	3,186
PRODUCCIÓN JUNIO 2018																																
FECHA	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun	TOTAL	
TON/DÍA	90	85	110	96	114	75	120	98	130	104	98	110	115	110	95	85	110	100	102	109	95	102	74	96	142	150	120	102	98	100	3,135	

Tabla N° 20: Reporte de productividad mensual antes de la implementación del TPM.

Fuente: Datos de producción de la unidad minera Bumerang, meses de mayo y junio de 2018

De la tabla N° 20 podemos observar que la producción de mineral en la unidad minera Bumerang es de 3,186 tn en el mes de mayo 2018 y de 3,135 tn en el mes de junio 2018, meses que se tomaron como fechas para el diagnóstico situacional de la empresa antes de la propuesta de implementación del TPM.

REPORTE DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN UNIDAD BUMERAM - DESPUÉS DEL TPM																																
PRODUCCIÓN OCTUBRE 2018																																
FECHA	1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul	7-Jul	8-Jul	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	TOTAL
TON/DÍA	110	120	130	110	115	120	100	120	150	157	158	155	160	155	162	160	164	165	160	169	155	170	149	155	167	145	140	135	160	170	179	4,565
PRODUCCIÓN NOVIEMBRE 2018																																
FECHA	1-Ago	2-Ago	3-Ago	4-Ago	5-Ago	6-Ago	7-Ago	8-Ago	9-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	25-Ago	26-Ago	27-Ago	28-Ago	29-Ago	30-Ago	31-Ago	TOTAL
TON/DÍA	160	155	160	140	148	140	162	165	140	142	150	142	146	138	152	150	156	148	154	142	165	158	162	174	154	165	142	150	148	180	160	4,748
PRODUCCIÓN DICIEMBRE 2018																																
FECHA	1-Set	2-Set	3-Set	4-Set	5-Set	6-Set	7-Set	8-Set	9-Set	10-Set	11-Set	12-Set	13-Set	14-Set	15-Set	16-Set	17-Set	18-Set	19-Set	20-Set	21-Set	22-Set	23-Set	24-Set	25-Set	26-Set	27-Set	28-Set	29-Set	30-Set	TOTAL	
TON/DÍA	158	142	160	153	156	144	162	152	148	159	148	165	152	148	146	148	120	164	156	154	156	160	172	148	142	150	160	156	135	100	4,762	

Tabla N° 21: Reporte de productividad mensual después de la implementación del TPM.

Fuente: Datos de producción de la unidad minera Bumerang, meses de octubre, noviembre y diciembre de 2018

De la tabla N° 21 podemos observar que la producción de mineral en la unidad minera Bumerang es de 4,567 tn. en el mes de octubre 2018. 4,748 tn. En el mes de noviembre y de 4,762 tn en el mes de diciembre del 2018, tres meses posteriores a la implementación propuesta del TPM. Lo que nos indica que el incremento de la Productividad y Disponibilidad de los equipos de transporte de mineral genera un incremento relacional en la producción del mineral en la unidad Bumerang.

IV. DISCUSIÓN

La presente tesis investigó en qué medida la implementación del Mantenimiento Productivo Total incrementa la productividad en el proceso de transporte de mineral de la empresa Minera Rio Chicama SAC, para lo cual se hizo el diagnóstico de la disponibilidad de los equipos y las 4 fases que comprende el TPM.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación podemos afirmar que la implementación del mantenimiento Productivo Total incrementó la productividad de los equipos en 69.46 % y también incremento de la disponibilidad de los mismos en 89.90 %, lo que muestra que la gestión de mantenimiento de los equipos es necesaria para obtener resultados positivos con respecto a la productividad de la empresa. Esto nos lleva a estar de acuerdo con lo que afirma (Estrada Huamán, 2018) que analizó la situación del área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C, y propuso la implementación del TPM para incrementar la vida útil de la flota vehicular, minimizando las fallas. Después de la aplicación del TPM, los resultados obtenidos fueron muy positivos, ya que se logró incrementar la disponibilidad de los camiones y una mejora en el índice de productividad de 0.46 a 0.72.

Los autores (Narro Castillo, y otros, 2018) que desarrollaron una investigación del mantenimiento productivo total enfocado en el mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo, para los equipos más críticos de una empresa agroindustrial mostrando resultados positivos obtenidos en su aplicación; aumento de la productividad en un 40.16%, disminuyeron las fallas y defectos de alta gravedad en un 78.95%, reducción del costo de producción en un 29.1%, reducción de la proporción entre ingresos y gastos en un 56.29%.

La productividad de la empresa depende de la implementación del TPM basadas principalmente en la gestión de los equipos al mantenerse disponibles durante todo el tiempo de producción, y tendrá colateralmente buenos resultados en los indicadores de mantenimiento como mantenibilidad, confiabilidad, MTBF y MTTR; y también en los indicadores económicos y de producción de la unidad minera Bumerang. Por lo cual se tomaron medidas con respecto a la gestión de mantenimiento, que implican la implementación de las 4 fases y 12 pasos de TPM tomando en cuenta el mantenimiento

autónomo, mantenimiento planificado, entrenamiento y capacitación, además de la implementación del programa de 5Ss como base para de todo el trabajo de TPM.

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron varias limitaciones, dificultades para realizar las entrevistas debido a la poca disponibilidad de tiempo de los operadores, pero se llegó a superar cuando se generó las reuniones con el gerente general. No se contaba con registros físicos históricos acerca del tipo y frecuencia de falla por parte de mantenimiento de la empresa, la cual se superó mediante las entrevistas con los operadores y mantenedores, además de la recolección de datos de forma visual.

Se concuerda con (Bazán Arroyo, 2018) quien implementó los pilares de Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo, Entrenamiento y 5 “S” para reducir los costos de mantenimiento en la empresa SETRAMI SAC. – Trujillo y logró un impacto en el área de mantenimiento con la óptima operación de equipos y máquinas evitando paradas inesperadas, tiempos muertos y consiguiendo un aumento de su disponibilidad en un 95%. En la parte económica se redujo los costos de trabajos correctivos y de tiempos muertos todo ello traducido en pérdidas de producción; así mismo, con un plan de mantenimiento preventivo que contenía las actividades necesarias de trabajo se aumentó la vida útil de los equipos y máquinas, logrando reducir los costos de mantenimiento preventivo en un 15% y costos de sobretiempo de trabajo en un 40%, obteniendo un beneficio de S/. 95,865.05 soles.

Resultados similares se obtuvieron en el sector de transportes, con la implementación del Mantenimiento Productivo Total para incrementar la operatividad de la flota de buses del Consorcio Empresarial Futuro Express S.A., según (MENDOZA BRIONES, 2018), porque se tenía una baja operatividad de su flota de buses, que era causado por distintos factores, de los cuales destacan el exceso de mantenimiento correctivo en los buses, las constantes fallas y averías de los buses, la falta de capacitación del personal y la falta de orden y limpieza.

Mendoza logró al implementar el Mantenimiento Productivo Total incrementar la operatividad de la flota de buses en un 24.88%, puesto que la media de la operatividad antes fue de 79.10% y la media de la operatividad después es 98.78% lo cual se evidenció en el incremento de la cantidad de unidades en funcionamiento. Para lograr

ello el investigador desarrollo el mantenimiento planificado y el mantenimiento autónomo, el cual fue fundamentado previamente por las 5S, logrando mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado, incrementar el mantenimiento preventivo y comprometer a cada conductor con el cuidado y mantenimiento básico de los buses. El índice de operación se incrementó en un 6.16%, debido a que la media del índice de operación antes fue de 94.22% y la media del índice de operación después es 100.02%. Se confirmó que el índice de disponibilidad de la flota se incrementó en un 36.82%, debido a que la media del índice de disponibilidad de la flota antes fue de 72.74% y la media del índice de disponibilidad de la flota después es 99.52% y con respecto al índice de no averías se incrementó en un 37.56%, puesto que la media del índice de no averías antes fue de 70.36% y la media del índice de no averías después es 96.79%.

Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que el TPM es una metodología sostenida por varias técnicas de gestión que establece estrategias adecuadas para mejorar la productividad empresarial (García, O. 2012).

La presente investigación tomo en cuenta el mantenimiento autónomo, el entrenamiento y capacitación de los operadores para incrementar la productividad, debido al contacto directo que tienen con sus equipos y al conocimiento del comportamiento y problemas que presentan sus equipos y el proceso.

Los antecedentes consultados para realizar la presente tesis sirvieron para poder contrastar los resultados obtenidos de la implementación del TPM

V. CONCLUSIONES

En la presente tesis se incrementó la productividad de los equipos del proceso de transporte de mineral de la empresa Minera Rio Chicama SAC, a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, logrando el incremento de la productividad de los equipos en un 69.46 %.

Se logró identificar una baja productividad en los equipos, con el uso de un diagrama de Ishikawa que reflejaba las causas a través de las 5 M (método, mano de obra, máquinas, materiales, medio ambiente), esta recolección de datos eficiente fue fundamental para asegurar la calidad de datos obtenidos, obteniendo datos reales acerca de la cantidad de fallas, frecuencia y horas que los equipos estuvieron inoperativos. Se determinó el valor de los indicadores del diagnóstico, obteniendo como resultado una productividad de 39.39 %, una disponibilidad de 69.57 %, una confiabilidad de 17.82 % y mantenibilidad en un 50.93, el MTBF en 11.72 horas y un MTTR en 4.31 horas.

Para la presente investigación se diseñó la propuesta de implementación del mantenimiento productivo Total en la empresa minera Rio Chicama SAC. Basada en las cuatro fases y 12 pasos del TPM.

En la Fase 1 de preparación se tomó la decisión de implementar el TPM junto con la gerencia general, se desarrolló la campaña de difusión e información del TPM, se creó una estructura de promoción, políticas, objetivos del TPM y se creó un plan para el desarrollo del TPM. En la Fase 2 de introducción se realizó el lanzamiento del TPM. En la Fase 3 de implantación se realizó la mejora de la productividad de los equipos a través de la implementación del mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitaciones. También se desarrolló un sistema de mejora de la capacidad de todas las áreas, a través del uso de las 5S. En la Fase 4 de estabilización se consolida y eleva las metas.

La implantación del TPM, ayudó a formar un verdadero equipo de trabajo entre operadores y mantenedores, volviéndose rutinario, donde las reuniones fueron dinámicas, logrando así el compromiso de todo el personal involucrado en el área, como también la ayuda mutua entre compañeros para determinar una falla que se presentó en los equipos. La metodología TPM asignó responsabilidad a todo el personal involucrado en el área de mantenimiento,

desde la jefatura, supervisores, logísticos, técnicos y operadores, obteniendo como resultado la efectividad en las actividades diarias.

Con la capacitación del personal técnico, se logró desarrollar y capacitar a todo el personal con temas relevantes en cuanto al procedimiento y nuevas estrategias para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos. Logrando desarrollar 30 temas, las cuales se le alcanzó al personal de las tres guardias cumpliéndose con 2 horas programadas diariamente y un total de 180 horas de capacitación que se vinieron realizando en diferentes fechas a partir de abril del presente año. Con el personal capacitado se logró reducir los tiempos que se demora para reparar.

Se determinó los nuevos valores del diseño propuesto y se obtuvo una productividad de 69.46 %, una disponibilidad de 89.90 %, una confiabilidad de 75.05 %, una mantenibilidad de 86.65%, el MTBF fue de 78.12 horas y un MTTR de 0.99 horas.

Finalmente se evaluó el impacto del incremento de la productividad y la disponibilidad de los equipos sobre el balance económico y de tener una pérdida por inoperatividad o lucro cesante de US\$ 51,304.71 en promedio por mes y después de la implementación de la metodología TPM se logró reducir esos costos a \$15,894.61 por mes, si multiplicamos la diferencia por 12 meses se obtendrá un total de \$424,921.16 de costos reducidos por inoperatividad de los equipos críticos de la línea de transporte de mineral. Con respecto a la producción del mineral en la unidad Bumerang se obtuvo un incremento mensual de 1,485 tn promedio, lo que nos indica que el incremento de la Productividad y la Disponibilidad de los equipos de transporte de mineral genera una reducción de costos por inoperatividad de los equipos y un incremento en la producción del mineral en la unidad Bumerang.

En la presente tesis se incrementó la productividad de los equipos del proceso de transporte de mineral de la empresa Minera Rio Chicama SAC, a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, logrando el incremento de la productividad de los equipos en un 69.46 %.

Se logró identificar una baja productividad en los equipos, con el uso de un diagrama de Ishikawa que reflejaba las causas a través de las 5 M (método, mano de obra, máquinas,

materiales, medio ambiente), esta recolección de datos eficiente fue fundamental para asegurar la calidad de datos obtenidos, obteniendo datos reales acerca de la cantidad de fallas, frecuencia y horas que los equipos estuvieron inoperativos. Se determinó el valor de los indicadores del diagnóstico, obteniendo como resultado una productividad de 39.39 %, una disponibilidad de 69.57 %, una confiabilidad de 17.82 % y mantenibilidad en un 50.93, el MTBF en 11.72 horas y un MTTR en 4.31 horas.

Para la presente investigación se diseñó la propuesta de implementación del mantenimiento productivo Total en la empresa minera Rio Chicama SAC. Basada en las cuatro fases y 12 pasos del TPM.

En la Fase 1 de preparación se tomó la decisión de implementar el TPM junto con la gerencia general, se desarrolló la campaña de difusión e información del TPM, se creó una estructura de promoción, políticas, objetivos del TPM y se creó un plan para el desarrollo del TPM. En la Fase 2 de introducción se realizó el lanzamiento del TPM. En la Fase 3 de implantación se realizó la mejora de la productividad de los equipos a través de la implementación del mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitaciones. También se desarrolló un sistema de mejora de la capacidad de todas las áreas, a través del uso de las 5S. En la Fase 4 de estabilización se consolida y eleva las metas.

La implantación del TPM, ayudó a formar un verdadero equipo de trabajo entre operadores y mantenedores, volviéndose rutinario, donde las reuniones fueron dinámicas, logrando así el compromiso de todo el personal involucrado en el área, como también la ayuda mutua entre compañeros para determinar una falla que se presentó en los equipos. La metodología TPM asignó responsabilidad a todo el personal involucrado en el área de mantenimiento, desde la jefatura, supervisores, logísticos, técnicos y operadores, obteniendo como resultado la efectividad en las actividades diarias.

Con la capacitación del personal técnico, se logró desarrollar y capacitar a todo el personal con temas relevantes en cuanto al procedimiento y nuevas estrategias para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos. Logrando desarrollar 30 temas, las cuales se le alcanzó al personal de las tres guardias cumpliéndose con 2 horas programadas diariamente y un total de 180 horas de capacitación que se vinieron realizando en diferentes fechas a partir

de abril del presente año. Con el personal capacitado se logró reducir los tiempos que se demora para reparar.

Se determinó los nuevos valores del diseño propuesto y se obtuvo una productividad de 69.46 %, una disponibilidad de 89.90 %, una confiabilidad de 75.05 %, una mantenibilidad de 86.65%, el MTBF fue de 78.12 horas y un MTTR de 0.99 horas.

Finalmente se evaluó el impacto del incremento de la productividad y la disponibilidad de los equipos sobre el balance económico y de tener una pérdida por inoperatividad o lucro cesante de US\$ 51,304.71 en promedio por mes y después de la implementación de la metodología TPM se logró reducir esos costos a \$15,894.61 por mes, si multiplicamos la diferencia por 12 meses se obtendrá un total de \$424,921.16 de costos reducidos por inoperatividad de los equipos críticos de la línea de transporte de mineral. Con respecto a la producción del mineral en la unidad Bumerang se obtuvo un incremento mensual de 1,485 tn promedio, lo que nos indica que el incremento de la Productividad y la Disponibilidad de los equipos de transporte de mineral genera una reducción de costos por inoperatividad de los equipos y un incremento en la producción del mineral en la unidad Bumerang.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ El compromiso de la gerencia es lo más importante para garantizar los beneficios que ofrece el TPM y una de las actividades que debe esforzarse por realizar es promover la participación de los empleados.

Al lograr el compromiso gerencial, se obtendrán los tres beneficios buscados en TPM; es decir, la maquinaria y equipo de la empresa ayudan a obtener una ventaja competitiva en el sector en que se desarrolla la empresa, el TPM se convierte en una estrategia para la calidad y la programación de actividades por realizar en las líneas de producción y, por último, todos los directivos dentro de la empresa aceptan su responsabilidad hacia este programa.

- ✓ La recopilación de información como punto de partida para la creación de nuevos planes de mantenimiento es importante, se recomienda partir siempre de ahí, ya que se logra obtener la data actual de los equipos, estado, condición, de tal manera buscar nuevos métodos y técnicas para encontrar las soluciones a la problemática en los sistemas.
- ✓ La resistencia al cambio es una de las principales barreras al momento de desplegar la estrategia. Para el caso del MPT, se recomienda comunicar con objetividad los beneficios obtenidos durante el proceso de implantación, pues es un factor clave, ya que los departamentos responsables de su ejecución adoptarán los cambios requeridos por el MPT.
- ✓ La capacitación constante con temas familiarizados a los equipos es de vital importancia para la implantación de la metodología TPM, se recomienda armar un plan de capacitaciones por puesto de trabajo con cursos especializados y transversales, y como resultado se obtendrá técnicos altamente preparados para cualquier evento que ocurra con los equipos.
- ✓ La metodología TPM facilita en formar un equipo de trabajo que este pendiente de la administración de todos los insumos y componentes para cada mantenimiento de los equipos.

REFERENCIAS

Alva, I. 2009. *Estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.

ALVAREZ/HUANCA, Virgilio Oswaldo. 2014. *CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO Y TRANSPORTE – UNIDAD MINERA DE ARCATA*. Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, 2014.

ANCHANTE FIESTAS, JULIO MIGUEL. 2018. *La aplicación del TPM para mejorar la productividad en la línea de chocolatería de Industrias Alimenticias Cusco S.A., San Luis, 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

APRIMIN Asociación de Proveedores Industriales de la Minería. 2017. APRIMIN. *Propuestas de Mejoramiento de Productividad en la Minería*. [En línea] 2017. <http://aprimin.cl/Ap/descargas/Documento%20Productividad%20Aprimin.pdf>.

ASTETE, MIGUEL. 2017. *DISEÑO DE UN PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE BAJO PERFIL DE LA SERVICE SANDVIK-COMPAÑIA MINERA CASTROVIRREYNA SA*. Huancayo: s.n., 2017.

Barnes, Eroles y Estivill. 1998. *SU EMPRESA ¿de clase mundial?* Panorama Editorial. Mexico DF

Bazán Arroyo, Eduardo Alexander. 2018. *PROYECTO DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA SETRAMI SAC. – TRUJILLO*. Trujillo: Universidad Prozada del Norte, 2018.

Bernaola, H. 2012. gestiopolis. [En línea] agosto de 2012. <http://www.gestiopolis.com/gestion-de-productividad-total-mineriasubterranea/>.

CAHUAYA PALOMINO, Angel Bladimir. 2013. *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE SCOOPTRAMS CATERPILLAR R1600G, PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA EN CNSAC – UNIDAD ANDAYCHAGUA*. Huancayo: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, 2013.

CHANG JA, Kim. 2019. *DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE UN NUEVO SISTEMA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA LA MINERÍA DE HUNDIMIENTO*. Chile: Universidad de Chile, 2019.

- CUATRECASAS, Luis. 2000. *TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*. Barcelona: Gestión, 2000.
- CUTI TANCAYLLO, Julio Cesar. 2019. *DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA CHIPMO, U.E.A. ORCOPAMPA DE CÍA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. AREQUIPA*. Cusco: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, 2019.
- DAMMERT, ALFREDO y MOLINELLI, FIORELLA. 2007. *Panorama de la Minería en el Perú*. Lima: s.n., 2007. pág. 198.
- Dounce, Villanueva Enrique. 2006. *La productividad en el mantenimiento industrial*. 2006.
- Eduardo Klimasauskas, Rubén. 2017. *Mantenimiento Mundial. Mantenimiento Mundial*. [En línea] 28 de 05 de 2017. <http://www.mantenimientomundial.com/notas/mineria.pdf>.
- ESTRADA HUAMÁN, Madeleine Yanet. 2017 *APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA CORPORACIÓN LOGÍSTICA & TRANSPORTE S.A.C., LIMA, 2016. Universidad Cesar Vallejo, 2017*
- Estrategias corporativas de mantenimiento*. Sierra Fernández, Carlos y Andrea Calvo, Emilio. 2016. España: s.n., 2016, Técnicas de mantenimiento en instalaciones mineras.
- FINNING CAT. 2010. *Cargador de minería subterránea R1600G*. Santiago de Chile: s.n., 2010.
- GARCIA ALCARAZ, Jorge Luis. 2011. *Factors related with success of total productive maintenance*. s.l. : Rev.fac.ing.univ. Antioquia [online], 2011. pág. 60.
- GAMEZ, ERIXON. 2017. *Sistema de gestión de mantenimiento basado en la criticidad y AMEF de equipos de minería subterránea en la empresa minera MARSA S.A. para aumentar la disponibilidad*. Trujillo: s.n., 2017.
- García Alcaraz, Jorge Luis, Romero González, Jaime y Noriega Morales, Salvador Anacleto. 2012. *Administrative factors related to the success of total productive maintenance*. Mexico : Contad. Adm [online], 2012. págs. pp.173-196. Vol. 57. ISSN 0186-1042.

- GARCÍA. 2009. *Ingeniería de mantenimiento*. Madrid: s.n., 2009. pág. 388.
- García Segura, Danny Jhoel y Quesquén Zegarra, Juan Alexander. 2019. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE ALIMENTOS BALANCEADOS ABANOR SRL, CHICLAYO*. Pimentel: Universidad Señor de Sipan, 2019.
- GRANADOS, JHONATAN. 2015. *Gestión de la disponibilidad de activos para la explotación subterránea mejorada en minería. Tecnomin Data Eirl unidad Cerro Lindo*. Huancayo: s.n., 2015.
- Heize, Jay y Render, Barry. 2014. *Principios de administración de Operaciones*. Mexico: Pearson, 2014.
- HERNANDEZ GOMEZ, Andrés, y otros. 2015. *Critical success factors for the strategic deployment of total productive maintenance in the exporting maquiladora industry in Ciudad Juárez: a factorial solution*. Juarez : Contad. Adm [online], 2015. Vol. 60. ISSN 0186-1042.
- HERRERA, JUAN. 2009. *Introducción al Mantenimiento Minero*. Madrid: s.n., 2009. pág. 27.
- Huaman, Huber. 2019. Academia. *Mining Engineering*. [En línea] 2019. <https://independent.academia.edu/HuberHuaman>.
- Julca Valdivieso, Luis José. 2018. *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE LA EMPRESA FABRICACIONES METÁLICAS CARRANZA S.A.C*. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018.
- KNEZEVIC. 1996. *Mantenimiento*. Madrid: Closas Orcoyen S L, 1996. pág. 211.
- KRAMIS JOUBLANC, José Luis (1994). *SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS*. Mexico. Universidad Iberoamerica
- Mantilla Tanta, Deyci Elizabeth y Pereyra Chavez, Sandra Lizeth. 2018. *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018.

Martínez B, Keyla. 2010. *Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo scoop de la mina Isidora - Valle Norte pertenecientes a la Empresa Minera Venrus C.A., El Callao - Estado de Bolívar*. Venezuela: Universidad de Oriente, 2010.

MC DERMONTT, Robin, MIKULAK, Raimond y BEAUREGARD, Michel. 1996. *The Basic of FMEA*. New York: s.n., 1996. págs. 67-70.

MENDOZA BRIONES, MELANNIE IRINA. 2018. *IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA INCREMENTAR LA OPERATIVIDAD DE LA FLOTA DE BUSES DEL CONSORCIO EMPRESARIAL FUTURO EXPRESS S.A., SAN JUAN DE LURIGANCHO*. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

MIGDALIZ CAVALCANTI, GARAY. 2006. *Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2006.

Morales Inca, Wilfredo Ezequiel. 2017. *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MANNUCCI DIESEL S.A.C.* Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017.

Narro Castillo, Jorge Luis y Valverde Sánchez, Roberto Carlos. 2018. *Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial*. Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018.

Ñavincopa E, Carlos. 2019. ReliabilityWeb.com. *Producción, Disponibilidad y Productividad en Equipo Trackless*. [En línea] 2019.
<https://reliabilityweb.com/sp/news/article/produccion-disponibilidad-y-productividad-en-equipo-trackless>.

Ñavincopa, C. 2017. Reliabilityweb. [En línea] 2 de enero de 2017.
<http://reliabilityweb.com/sp/news/article/produccion-disponibilidad-y-productividad-en-equipo-trackless>.

OLAVARRIETA DE LA TORRE, Jorge (2000). *CONCEPTOS GENERALES PRODUCTIVIDAD SISTEMAS, NORMALIZACION Y COMPETIVIDAD*. México Universidad Iberoamericana

- Paredes Rodríguez, Francis. 2008. Lean Manufacturing Center. *Lean Manufacturing Center*. [En línea] Setiembre de 2008. <https://imc-peru.com/articulos/RCMyTPM.pdf>.
- PRANDA, RAUL. 1996. *Manual Gestión de Mantenimiento a Medida*. Piedra Santa: Piedra Santa S.A, 1996.
- RAMOS, JAVIER. 2013. *Influencia de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la vida útil de la flota de camiones en la empresa DISTRIBUIDORA PMA EIRL*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2013. pág. 45.
- Rodríguez Curichimba, Julio. 2018. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA TRANSPORTES COMO CANCHA S.A.C. CHICLAYO 2018*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2018.
- Saavedra, L. 2013. Seguridad minera. [En línea] 11 de junio de 2013. <http://www.revistaseguridadminera.com/operacionesmineras/analisis-de-no-disponibilidad-de-los-equipos/>.
- Salazar, B. 2016. INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE.COM. *MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)*. [En línea] 2016. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>.
- SANCHEZ ALZATE, CARLOS ALBERTO. 2005. *IMPACT OF THE FAILURES AND INTERRUPTION IN PROCESS. AN ANALYSIS OF VARIABILITY IN PRODUCTION PROCESSES*. s.l. : Dyna rev.fac.nac.minas [online], 2005. pág. 145. Vol. 72. ISSN 0012-7353.
- Sepúlveda, Edgardo. 2011. Mantenimiento y Procesos Industriales. *Mantenimiento Industrial*. [En línea] 11 de Setiembre de 2011. <http://mantenimientoyprocesos.blogspot.com/2011/09/mantenimiento-industrial.html>.
- Shinno, Guillermo. 2019. *Perspectivas de la minería al 2019*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2019.
- Silva, J. 2005. *IMPLANTACIÓN DEL TPM EN LA ZONA DE ENDERAZADORAS DE ACEROS AREQUIPA*. Piura: s.n., 2005.

Tapia Coronado, Jessica, y otros. 2017. *Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria*. s.l.: Cienc Trab. [online], 2017. pág. 60. Vol. 19. ISSN 0718-2449.

Tarrillo Sempertegui, Gilmer Erick. 2018. *Aplicación de TPM para mejorar la productividad en el área de corrugado de la empresa Trupal S.A.* Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

TECSUP. 2011. *Importancia de la Auditoría de Gestión del Mantenimiento*. Lima: s.n., 2011.

VÁZQUES, JONATHAN. 2016. *Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América SRL Trujillo*. Trujillo: s.n., 2016.

VILLA HUILLCA, Maria Luisa. 2017. *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO ALTERNATIVA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO DE BAJO PERFIL LHD SCOOPTRAM R1300G, PARA LA UNIDAD MINERA HUARÓN SAC*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR, 2017.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Instrumento de evaluación N° 1, lista de verificación

Formato de Check List del diagnóstico situacional.

CHECK LIST DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL				
Empresa:				
Fecha:				
Inspeccionada por:				
SITUACION A OBSERVAR	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los ambientes son los adecuados para el desempeño laboral.				
La distribución y cantidad de los equipos es la adecuada.				
Existe presencia de sustancias peligrosas o inflamables.				
Los materiales y repuestos tienen un lugar específico.				
Los materiales utilizados en el proceso son adecuados.				
Cuenta con un stock de seguridad de materiales y repuestos.				
Cuenta con planes de mantenimiento para sus equipos.				
Se cuenta con indicadores de control para el trabajo de las máquinas.				
El personal operario esta capacitado para responder a situaciones de mantenimiento en sus equipos.				
Las tareas de trabajo están asignadas de manera específica.				
Los trabajadores tienen una matriz de capacitación para sus entrenamientos.				
El trabajo esta estandarizado.				
Existen procesos de control.				
Se observa una supervisión proactiva sobre los materiales y equipo.				
Los manuales de las máquinas están al alcance de los trabajadores.				
Las máquinas se encuentran en un estado óptimo				

Elaboración propia

ANEXO N° 2 Desarrollo del Check List del diagnóstico situacional

CHECK LIST DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL				
Empresa:	Almeca Hijo Chicamo			
Fecha:	10/05/2018			
Inspeccionada por:	Pineda Casiro Quinga			
SITUACION A OBSERVAR	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los ambientes son los adecuados para el desempeño laboral.		✓		Falta implementos
La distribución y cantidad de los equipos es la adecuada.		✓		Espacio Reducido
Existe presencia de sustancias peligrosas o inflamables.	✓			Falta de orden y limpieza
Los materiales y repuestos tienen un lugar específico.		✓		Falta Clasificación
Los materiales utilizados en el proceso son adecuados.		✓		Están contaminado
Cuenta con un stock de seguridad de materiales y repuestos.		✓		
Cuenta con planes de mantenimiento para sus equipos.		✓		
Se cuenta con indicadores de control para el trabajo de las máquinas.		✓		
El personal operario esta capacitado para responder a situaciones de mantenimiento en sus equipos.		✓		
Las tareas de trabajo están asignadas de manera específica.		✓		
Los trabajadores tienen una matriz de capacitación para sus entrenamientos.		✓		
El trabajo esta estandarizado.		✓		
Existen procesos de control.		✓		
Se observa una supervisión proactiva sobre los materiales y equipo.		✓		no hay personal de supervisión.
Los manuales de las máquinas están al alcance de los trabajadores.		✓		no hay información
Las máquinas se encuentran en un estado óptimo		✓		

Elaboración propia

ANEXO N° 3: Instrumento de evaluación N° 2, encuesta

Cuestionario no estructurado

Buen día, nos encontramos realizando un estudio de la Gestión del Mantenimiento de la empresa minera Río Chicama SAC. Por favor sería usted tan amable de contestar algunas preguntas al respecto.
Cuestionario N°:
P1.- ¿Qué tan importante considera a los equipos dentro del proceso de transporte de mineral en la empresa?
P2.- ¿Se cuenta con algún tipo de mantenimiento en el proceso de transporte de mineral?
P3.- ¿Considera usted que los equipos están disponibles durante toda la jornada laboral?
P4.- ¿Qué factores cree usted que pueden dañar a los equipos?
P5.- ¿Se toman algunas medidas para el mantenimiento de los equipos?
P6.- ¿A que factores cree usted que se deben la baja productividad del proceso de transporte de mineral?

Elaboración propia

ANEXO N° 4 Fichas diagnóstico de los equipos críticos tipo A

Locomotora 1

Razon Social MINERA PUO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 13/05/2019
Puesto de trabajo: OPERARIO	Equipo: LOCOMOTORA 1	Operador <input checked="" type="checkbox"/> Mantenedor <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	✕ Avería en pedal de contacto (hombre muerto) ✕ Daños en boner de batería.	
	Soluciones para mejora de las averías	
- Inspección frecuente de pedal de contacto - Ajuste de bobina y chequeo constante.		

Elaboración propia

Locomotora 2

Razon Social MINERA RIO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 22/05/2018
Puesto de trabajo:	Equipo: LOCOMOTORA Nro. 2	Operador <input checked="" type="checkbox"/> Mantenedor <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	<ul style="list-style-type: none"> - Falla en Contactores de Velocidades - Avería en bornes de batería 	
	Soluciones para mejora de las averías	
<ul style="list-style-type: none"> ~ Inspección y Corrección de Contactores de Velocidades ~ Ajuste de bornes y inspección diario. 		

Scooptram 1.5 yd³ 1

Razon Social MINERA RIO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 10/05/2018
Puesto de trabajo: OPERARIO	Equipo: SCOOP SC - 1	Operador <input checked="" type="checkbox"/> Mantenedor <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	<ul style="list-style-type: none"> - Fuga de Aceite en manguera y/o conexión hidráulica en sistema de levante - Corte y/o Daños en neumáticos 	
	Soluciones para mejora de las averías	
<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar manguera y/o conexiones por una de mejor calidad. - Mejorar vía de acceso. 		

Elaboración propia

Scooptram 1.5 yd³ 2

Razon Social MINERA RIO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 17/05/2018
Puesto de trabajo: OPERARIO		Equipo: Scoop P SC-02
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	~ Reduccion de muerdo en sistema hidraulico ~ Exceso de monóxido	
	Soluciones para mejora de las averías	
~ Realizar Mantenimiento Preventivo Programado ~ Realizar Cambio de filtros de aire		

Elaboración propia

Scooptram 2.5 yd³ 1

Razon Social MINERA RIO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 14/06/2018
Puesto de trabajo: OPERARIO	Equipo: SCOOP SE-03	Operador <input checked="" type="checkbox"/> Mantenedor <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	<p>~ Daños en estructura por Colisión</p> <p>~ Sistema de freno de servicio deficiente</p>	
	Soluciones para mejora de las averías	
<p>* Respetar estándares de Velocidad</p> <p>* tener conocimientos en manipulación de SCOOP.</p> <p>* Corregir sistema de freno en base a un Programa de mantto.</p>		

Elaboración propia

Doomper 10T 1

Razon Social MINERA RIO CHILANA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 03/06/2018
Puesto de trabajo: OPERARIO	Equipo: DUMPER - 01	Operador <input checked="" type="checkbox"/> Mantenedor <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	~ Exceso de bombeo ~ Resquebrajamiento de sistema hidráulico	
	Soluciones para mejora de las averías	
~ Realizar mantto. preventivo dentro de los parámetros de operación ~ Cambiar filtros saturados del sistema hidráulico		

Elaboración propia

Doomper 10T 2

Razon Social MINERA RIO CHICAMA	Estado de los equipos de trabajo Opiniones de Operadores y Mantenedores	Fecha: 10/08/2018
Puesto de trabajo: OPERARIO		Equipo: DUMPER - 02
Indique los principales problemas que presenta el equipo que trabaja, indique las ideas que tiene para mejorar el funcionamiento	Averías mas frecuentes e importantes	
	<p> ~ Cortes excesivos en neumáticos ~ recalentamiento en sistema hidrúlico ~ Exceso de amoníaco </p> 	
	Soluciones para mejora de las averías	
<p> * Mantener en buenas condiciones los Vías de acceso * Realizar trabajos preventivos programados * Reemplazar filtros hidrúlicos por saturación. </p>		

Elaboración propia

ANEXO N° 5: Datos para el cálculo de las variables (tipo y frecuencia de falla)

CALCULO DE VARIABLES

Empresa
Fecha

Compañía minera Rio Chicama
01/05/2018 al 30/06/2018

EQUIPOS ANALIZADOS	FALLAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA TOTAL	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (hr)	TIEMPO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TOTAL DE TIEMPO POR MTO (hr)	TOTAL DE HORAS DE PARADA DE MTO POR EQUIPO	HORAS LABORALES DE LA EMPRESA	HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO
Locomotora 1	avertía en pedal de contacto (hombre muerto)	12	52	2.50	16.00	46.00	282.5	1200	917.50
	daños en bormes de batería	16		1.50	16.00	40.00			
	contactores de velocidades	10		2.45	16.00	40.50			
	rotura de rodajes de eje delantero y posterior	6		6.00	16.00	52.00			
	rotura de rodajes de motor	4		10.00	16.00	56.00			
	rotura de rodajes de tolva	4		8.00	16.00	48.00			
Locomotora 2	daños en bormes de batería	19	63	2.00	16.00	54.00	293.6	1200	906.40
	avertía en pedal de contacto (hombre muerto)	17		2.50	16.00	58.50			
	contactores de velocidades	10		3.00	16.00	46.00			
	rotura de rodajes de eje posterior	7		5.30	16.00	53.10			
	rotura de rodajes de motor	5		5.00	16.00	41.00			
Scooptram 1.5 yd ³ 1	rotura de manguera del sistema hidráulico	22	84	3.00	14.00	80.00	360.1	1200	839.9
	recalentamiento de sistema hidráulico	18		0.45	14.00	22.10			
	daños en la estructura del equipo por colisión	10		6.00	14.00	74.00			
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00			
	exceso de monóxido	8		8.00	14.00	78.00			
	cartes excesivos en neumáticos	8		2.00	14.00	30.00			
	rotura de cruces del sistema de transmisión	6		4.00	14.00	38.00			
Scooptram 1.5 yd ³ 2	recalentamiento de sistema hidráulico	28	94	0.50	14.00	28.00	373.9	1200	826.1
	rotura de manguera del sistema hidráulico	23		3.20	14.00	87.60			
	recalentamiento de motor	11		2.30	14.00	39.30			
	exceso de monóxido	12		7.00	14.00	98.00			
	daños en la estructura del equipo por colisión	8		5.00	14.00	54.00			
	cartes excesivos en neumáticos	9		3.00	14.00	41.00			
	rotura de cruces del sistema de transmisión	3		4.00	14.00	26.00			
Scooptram 2.5 yd ³ 1	recalentamiento de motor	10	64	2.50	14.00	39.00	368	1200	832
	recalentamiento de sistema hidráulico	12		1.00	14.00	26.00			
	exceso de monóxido	6		6.50	14.00	53.00			
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de retorno)	14		4.00	14.00	70.00			
	daños en la estructura del equipo por colisión	8		8.00	14.00	78.00			
	cartes excesivos en neumáticos	8		3.50	14.00	42.00			
	rotura de cruces del sistema de transmisión	4		4.50	14.00	32.00			
	sistema de freno de servicio deficiente	2		7.00	14.00	28.00			
Doemper 10T 1	recalentamiento de sistema hidráulico	10	87	2.00	14.00	34.00	435	1200	765
	exceso de monóxido	16		7.00	14.00	126.00			
	rotura de manguera hidráulica (Sist. De levante)	15		3.00	14.00	59.00			
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00			
	sistema de freno de servicio deficiente	11		6.00	14.00	80.00			
Doemper 10T 2	daños en la estructura del equipo por colisión	12	80	4.00	14.00	62.00	443	1200	757
	cartes excesivos en neumáticos	11		2.00	14.00	36.00			
	exceso de monóxido	22		6.00	14.00	146.00			
	recalentamiento de sistema hidráulico	8		2.00	14.00	30.00			
	recalentamiento de motor	9		2.30	14.00	34.70			
	sistema de freno de servicio deficiente	15		5.00	14.00	89.00			
rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	9	3.30	14.00	43.70					
	cartes excesivos en neumáticos	8		2.20	14.00	31.60			
	daños en la estructura del equipo por colisión	9		6.00	14.00	68.00			

Elaboración propia

Disponibilidad:

Empresa		Compañía minera Río Chicama								
Fecha		01/05/2018 al 30/06/2018								
EQUIPOS ANALIZADOS	FALLAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA TOTAL	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (hr)	TIEMPO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TOTAL DE TIEMPO POR MTTD (hr)	TOTAL DE HORAS DE PARADA DE MTTD POR EQUIPO	HORAS LABORALES DE LA EMPRESA	HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO	DISPONIBILIDAD
Locomotoras 1	avertía en pedal de contacto (hombrero suerto)	12	52	2.50	16.00	46.00	282.5	1200	917.50	76.46%
	daños en bornas de batería	56		1.50	16.00	40.00				
	contactores de velocidades	50		2.45	16.00	40.50				
	rotura de rodajes de eje delantero y posterior	6		6.00	16.00	52.00				
	rotura de rodajes de motor	4		10.00	16.00	55.00				
	rotura de rodajes de tolea	4		6.00	16.00	48.00				
Locomotoras 2	daños en bornas de batería	59	63	2.00	16.00	54.00	293.6	1200	906.40	75.53%
	avertía en pedal de contacto (hombrero suerto)	17		2.50	16.00	58.50				
	contactores de velocidades	50		3.00	16.00	48.00				
	rotura de rodajes de eje posterior	7		5.30	16.00	53.10				
	rotura de rodajes de motor	5		5.00	16.00	41.00				
	rotura de rodajes de tolea	5		5.00	16.00	41.00				
Scooptram 1.5 yd ³ 1	rotura de manguera del sistema hidráulico	22	84	3.00	14.00	60.00	360.1	1200	839.9	69.99%
	recalentamiento de sistema hidráulico	58		0.45	14.00	22.10				
	daños en la estructura del equipo por colisión	50		6.00	14.00	74.00				
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00				
	exceso de monóxido	6		6.00	14.00	78.00				
	cortes excesivos en neumáticos	6		2.00	14.00	30.00				
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	6		4.00	14.00	38.00				
Scooptram 1.5 yd ³ 2	recalentamiento de sistema hidráulico	28	94	0.50	14.00	28.00	373.9	1200	826.1	68.84%
	rotura de manguera del sistema hidráulico	23		3.20	14.00	67.60				
	recalentamiento de motor	11		2.30	14.00	39.30				
	exceso de monóxido	12		7.00	14.00	98.00				
	daños en la estructura del equipo por colisión	6		5.00	14.00	54.00				
	cortes excesivos en neumáticos	9		3.00	14.00	41.00				
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	3		4.00	14.00	28.00				
Scooptram 2.5 yd ³ 1	recalentamiento de motor	50	64	2.50	14.00	39.00	368	1200	832	69.33%
	recalentamiento de sistema hidráulico	12		1.00	14.00	25.00				
	exceso de monóxido	6		6.50	14.00	53.00				
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de retorno)	14		4.00	14.00	70.00				
	daños en la estructura del equipo por colisión	6		6.00	14.00	78.00				
	cortes excesivos en neumáticos	6		3.50	14.00	42.00				
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	4		4.50	14.00	32.00				
	sistema de freno de servicio deficiente	2		7.00	14.00	28.00				
	recalentamiento de sistema hidráulico	50		2.00	14.00	34.00				
exceso de monóxido	56	7.00	14.00	126.00						
Doosper 10T 1	rotura de manguera hidráulica (Sist. De levante)	15	87	3.00	14.00	59.00	431	1200	765	63.75%
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00				
	sistema de freno de servicio deficiente	11		6.00	14.00	60.00				
	daños en la estructura del equipo por colisión	12		4.00	14.00	62.00				
	cortes excesivos en neumáticos	11		2.00	14.00	36.00				
	exceso de monóxido	22		6.00	14.00	146.00				
	recalentamiento de sistema hidráulico	6		2.00	14.00	30.00				
Doosper 10T 2	recalentamiento de motor	9	80	2.30	14.00	34.70	443	1200	757	63.08%
	sistema de freno de servicio deficiente	13		5.00	14.00	69.00				
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	9		3.30	14.00	43.70				
	cortes excesivos en neumáticos	6		2.20	14.00	31.60				
	daños en la estructura del equipo por colisión	9		6.00	14.00	68.00				
PROMEDIO										69.57%

Elaboración propia

MTBF y MTTR:

Empresa		Compañía minera Río Chicama															
Fecha		01/03/2018 al 30/06/2018															
EQUIPOS ANALIZADOS	FALLAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA TOTAL	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (hr)	TIEMPO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TOTAL DE TIEMPO POR MTTO (hr)	TOTAL DE HORAS DE PARADA DE MTTO POR EQUIPO	HORAS LABORALES DE LA EMPRESA	HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO	MTBF	MTTR						
Locomotora 1	avería en pedal de contacto (nombre muerto)	12	52	2.50	16.00	46.00	282.5	1200	917.50	17.64	3.59						
	daños en bombas de batería	16		1.50	16.00	40.00											
	contactores de velocidades	10		2.45	16.00	40.50											
	rotura de rodajes de eje delantero y posterior	6		6.00	16.00	32.00											
	rotura de rodajes de motor	4		10.00	16.00	56.00											
	rotura de rodajes de tolva	4		8.00	16.00	48.00											
Locomotora 2	daños en bombas de batería	19	63	2.00	16.00	54.00	293.6	1200	906.40	14.39	3.14						
	avería en pedal de contacto (nombre muerto)	17		2.50	16.00	58.50											
	contactores de velocidades	10		3.00	16.00	48.00											
	rotura de rodajes de eje posterior	7		5.20	16.00	53.10											
	rotura de rodajes de motor	5		5.00	16.00	41.00											
	rotura de rodajes de tolva	5		5.00	16.00	41.00											
Scooptram 1.5 yd ¹	rotura de manguera del sistema hidráulico	22	64	3.00	14.00	80.00	360.1	1200	839.9	10.00	4.16						
	recalentamiento de sistema hidráulico	18		0.45	14.00	22.10											
	daños en la estructura del equipo por colisión	10		6.00	14.00	74.00											
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00											
	exceso de monedado	6		8.00	14.00	78.00											
	corros excesivos en neumáticos	6		2.00	14.00	30.00											
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	6		4.00	14.00	38.00											
	recalentamiento de sistema hidráulico	28		0.50	14.00	28.00											
Scooptram 1.5 yd ²	rotura de manguera del sistema hidráulico	23	94	3.20	14.00	87.60	371.9	1200	826.1	8.79	4.38						
	recalentamiento de motor	11		2.30	14.00	39.30											
	exceso de monedado	12		7.00	14.00	98.00											
	daños en la estructura del equipo por colisión	6		5.00	14.00	54.00											
	corros excesivos en neumáticos	9		3.00	14.00	41.00											
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	3		4.00	14.00	28.00											
	recalentamiento de motor	10		2.50	14.00	39.00											
	recalentamiento de sistema hidráulico	12		1.00	14.00	26.00											
Scooptram 2.5 yd ¹	exceso de monedado	6	64	6.50	14.00	53.00	366	1200	832	13.00	4.06						
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de retorno)	14		4.00	14.00	70.00											
	daños en la estructura del equipo por colisión	6		8.00	14.00	78.00											
	corros excesivos en neumáticos	6		3.50	14.00	42.00											
	rotura de crucetas del sistema de transmisión	4		4.50	14.00	32.00											
	sistema de freno de servicio del/diente	2		7.00	14.00	28.00											
	recalentamiento de sistema hidráulico	10		2.00	14.00	34.00											
	exceso de monedado	16		7.00	14.00	126.00											
Doomper 30T 1	rotura de manguera hidráulica (Sist. De levante)	13	67	3.00	14.00	59.00	435	1200	765	8.79	5.35						
	recalentamiento de motor	12		2.00	14.00	38.00											
	sistema de freno de servicio del/diente	11		6.00	14.00	80.00											
	daños en la estructura del equipo por colisión	12		4.00	14.00	62.00											
	corros excesivos en neumáticos	11		2.00	14.00	36.00											
	exceso de monedado	22		6.00	14.00	146.00											
	recalentamiento de sistema hidráulico	6		2.00	14.00	30.00											
	recalentamiento de motor	9		2.30	14.00	34.70											
Doomper 30T 2	sistema de freno de servicio del/diente	15	60	5.00	14.00	87.00	443	1200	757	9.46	5.48						
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	9		3.20	14.00	43.70											
	corros excesivos en neumáticos	6		2.10	14.00	31.00											
	daños en la estructura del equipo por colisión	9		6.00	14.00	68.00											
	PROMEDIO																
												11.72	4.31				

Elaboración propia

Confiabilidad y Mantenibilidad

Empresa Compañía minera Río Chicama
Fecha 01/05/2008 al 30/06/2008

EQUIPOS ANALIZADOS	FALLAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA TOTAL	TIEMPO DE MANTENIMIENTO (hr)	TIEMPO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TOTAL DE TIEMPO POR MTTO (hr)	TOTAL DE HORAS DE PARADA DE MTTO POR EQUIPO	HORAS LABORALES DE LA EMPRESA	HORAS TRABAJADAS POR EQUIPO	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
Locomotora 1	avertía en pedal de contacto (hombre muerto)	12	52	2.50	55.00	45.00	282.5	1200	917.50	32.19%	55.68%
	daños en bornes de batería	15		1.50	55.00	40.00					
	contactores de velocidades	10		2.45	55.00	40.50					
	rotura de rodajes de eje delantero y posterior	6		8.00	55.00	52.00					
	rotura de rodajes de motor	4		10.00	55.00	55.00					
	rotura de rodajes de tova	4		8.00	55.00	48.00					
Locomotora 2	daños en bornes de batería	19	63	2.00	55.00	54.00	292.6	1200	906.40	24.90%	61.58%
	avertía en pedal de contacto (hombre muerto)	17		2.50	55.00	55.50					
	contactores de velocidades	10		3.00	55.00	45.00					
	rotura de rodajes de eje posterior	7		5.30	55.00	53.10					
	rotura de rodajes de motor	5		5.00	55.00	41.00					
	rotura de rodajes de tova	5		5.00	55.00	41.00					
Scopgram 1.5 yd ¹	rotura de manguera del sistema hidráulico	22	84	3.00	54.00	80.00	260.1	1200	839.9	13.53%	51.38%
	recalentamiento de sistema hidráulico	18		0.45	54.00	22.10					
	daños en la estructura del equipo por colisión	10		8.00	54.00	74.00					
	recalentamiento de motor	12		2.00	54.00	38.00					
	exceso de monoxidó	8		8.00	54.00	78.00					
	cortes excesivos en neumáticos	8		2.00	54.00	30.00					
	rotura de cruces del sistema de transmisión	6		4.00	54.00	38.00					
	recalentamiento de sistema hidráulico	28		8.50	54.00	38.00					
Scopgram 1.5 yd ²	rotura de manguera del sistema hidráulico	23	94	3.20	54.00	87.20	373.9	1200	826.1	10.27%	49.59%
	recalentamiento de motor	11		2.30	54.00	39.30					
	exceso de monoxidó	12		7.00	54.00	85.00					
	daños en la estructura del equipo por colisión	8		5.00	54.00	54.00					
	cortes excesivos en neumáticos	9		3.00	54.00	41.00					
	rotura de cruces del sistema de transmisión	3		4.00	54.00	25.00					
	recalentamiento de motor	10		2.50	54.00	39.00					
	recalentamiento de sistema hidráulico	12		1.00	54.00	25.00					
Scopgram 2.5 yd ¹	exceso de monoxidó	6	64	8.50	54.00	51.00	268	1200	832	21.47%	52.21%
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de retorno)	14		4.00	54.00	70.00					
	daños en la estructura del equipo por colisión	8		8.00	54.00	78.00					
	cortes excesivos en neumáticos	8		3.50	54.00	42.00					
	rotura de cruces del sistema de transmisión	4		4.50	54.00	32.00					
	sistema de freno de servicio deficiente	2		7.00	54.00	35.00					
	recalentamiento de sistema hidráulico	10		2.00	54.00	34.00					
	exceso de monoxidó	15		7.00	54.00	126.00					
Doosper 10T 1	rotura de manguera hidráulica (Sist. De levante)	15	67	3.00	54.00	59.00	435	1200	765	10.28%	42.93%
	recalentamiento de motor	12		2.00	54.00	35.00					
	sistema de freno de servicio deficiente	11		8.00	54.00	80.00					
	daños en la estructura del equipo por colisión	12		4.00	54.00	62.00					
	cortes excesivos en neumáticos	11		2.00	54.00	35.00					
	exceso de monoxidó	22		8.00	54.00	146.00					
Doosper 10T 2	recalentamiento de sistema hidráulico	8	80	2.00	54.00	30.00	443	1200	757	12.08%	42.18%
	recalentamiento de motor	9		2.30	54.00	34.70					
	sistema de freno de servicio deficiente	15		5.00	54.00	89.00					
	rotura de manguera hidráulica (Sist. de levante)	9		3.30	54.00	43.70					
	cortes excesivos en neumáticos	8		2.20	54.00	31.60					
	daños en la estructura del equipo por colisión	9		8.00	54.00	68.00					
PROMEDIO										18%	51%

Elaboración propia

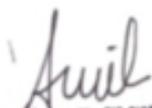
ANEXO N° 6: Compromiso de la gerencia con la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total



La Gerencia de la empresa minera RIO CHICAMA S.A.C., expresa su compromiso con la implantación del **Sistema de Mantenimiento Productivo Total**, en el cumplimiento con cada fase y etapas para su adecuado desarrollo. Lo que permitirá establecer un modelo de gestión sistemática para la identificación y atención de las necesidades y expectativas de la empresa, orientando el desempeño de los procesos hacia la mejora continua y disponibilidad de los equipos.

Para la empresa minera RIO CHICAMA S.A.C., es muy importante trabajar con el mejoramiento continuo de los procesos y la gestión del talento humano que permita a través del mantenimiento autónomo una cultura en la manifestación del mantenimiento productivo total.

Desde la Gerencia, se extiende la invitación a los clientes internos y proveedores para que participen con el liderazgo en los diferentes procesos que implica la implementación del TPM, convirtiendo esta herramienta en una estrategia de efectividad y trabajo colaborativo para el cumplimiento de la misión de la empresa.



COMPANIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Daniel Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

Felipe Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

ANEXO N° 7: CHARLA I: Diagnóstico situacional en la gestión de mantenimiento

Tiene como objetivo: informar al personal y gerente general sobre el estado situacional de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento enfocada en las 6M, en lo cual se determinó los siguientes puntos.

Medio Ambiente:

- En el ambiente de trabajo existen un desorden en los ambientes
- Hay presencia de sustancias peligrosas o inflamables en el suelo
- No existen lugares de disposición final para residuos sólidos y líquidos retirados de los mantenimientos como aceites, grasas, trapos, etc.

Materiales

- Los materiales no son adecuados y de mala calidad
- No cuentan con proveedores de marcas reconocidas
- Los proveedores que hay no tienen productos de buena calidad
- Existen materiales oxidados debido a que se encuentran a la intemperie y no tienen una determinada ubicación.
- No se cuenta con stock de seguridad para los repuestos críticos de los equipos que se utilizan en el proceso de transporte de mineral y para otras áreas y procesos productivos.

Máquina

- Los equipos no se encuentran inventariados ni codificados, lo cual dificulta el trabajo durante el proceso productivo
- No se cuentan con los manuales de uso ni de mantenimiento.
- Algunos equipos se encuentran deteriorados o en mal estado ya que no existe un plan de mantenimiento
- No hay stock de repuestos.
- Hay máquinas que operan por diseño de fábrica de una manera tal que provocan fallas continuas como es el caso de los Scooptram 1.5 yd³.

Método

- No se tiene un proceso de control para determinar la necesidad de mantenimiento.
- No hay una supervisión de los materiales ni de los equipos.

Mano de Obra

- Los trabajadores no cuentan con un perfil adecuado para la labor que desempeñan
- No cuentan con conocimientos técnicos para las tareas asignadas de manera específica
- No existe una estandarización en el proceso a seguir para el mantenimiento y reparación de piezas por parte de mantenedores y operadores de los equipos, porque no se cuenta con un plan de mantenimiento y listas e verificación, por lo cual trabajan de manera aleatoria en todos los equipos.

Elaboración propia

ANEXO N° 8: CHARLA II: Importancia, Objetivos, beneficios del TPM

Objetivo: Informar a todo el personal, así como al gerente general de la importancia, objetivos y beneficios del TPM en la empresa, así como en que consiste básicamente.

Importancia:

La gestión de mantenimiento busca mantener a los equipos operativos durante todo el proceso productivo, para disponer de una alta productividad a un costo competitivo.

El TPM es un sistema que busca principalmente aumentar la disponibilidad de los equipos, crear una cultura del mantenimiento en los operadores de los equipos, tener un personal en constante capacitación técnica y tener un sistema de mantenimientos planificados para evitar paradas correctivas

Objetivos

1. Busca la máxima disponibilidad
2. Busca la implicación de todo el personal en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo.
3. Busca reducir las averías, accidentes o defectos a través del mantenimiento autónomo.
4. Disminuir los tiempos de mantenimiento e intervención en la reparación de averías.
5. Reducir costes y aumentar la rentabilidad.

Beneficios:

- Enriquecimiento profesional.
- Resultados muy satisfactorios y mejora importante de los indicadores de mantenimiento.
- Servicio de calidad.
- Reducción de costos.

Elaboración propia

ANEXO N° 9: Firma de asistentes a la charla sobre la situación de la empresa en gestión de mantenimiento



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA SOBRE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Fecha:

N°	Nombre y Apellido	Firma
1	Jivan Lengua Quiroz	[Firma]
2	Roberto Moreno Tejada	[Firma]
3	Reiner Taran Quispe	[Firma]
4	Raul geracio Rodriguez	[Firma]
5	Ullyredo Quiro Mercedes	[Firma]
6	Cesar Orlando Castro Quiro	[Firma]
7	Marcos Quiro Chocomaspa	[Firma]
8	Felipe Quiro Honorio	[Firma]
9	Saul Pino Mendicuti	[Firma]
10	Elias Santo Agustin	[Firma]
11	Jonque Vargas Rojas	[Firma]
12	Milton Garcia Roca	[Firma]
13	Segundo Grauecha Reyes	[Firma]
14	Cesar Palo Cabello	[Firma]
15	Polando Peña Pascual	[Firma]
16	Luis Enrique Camps Baiceno	[Firma]
17	Jorge Baiceno Moreno	[Firma]
18	Jorge Vilcahuaman Yupanqui	[Firma]
19	Joel Torres Delgado	[Firma]
20	Aldo delgado Ambrosio	[Firma]
21	Fredy Torres apaza	[Firma]
22	Olivero Quiro Torres	[Firma]
23	César Viera Lyon	[Firma]
24	Leonidas Rodriguez Campos	[Firma]
25	Castro Quiroz Fecus	[Firma]

Av. El Golf Mza. Y lote 19 Urb. Las Palmas del Golf 2 Etapa Victor Larco Herrera, Trujillo - Peru | Tel: (044) 612089 /

612088 | WWW.RIOCHICAMA.COM

Elaboración propia

ANEXO N° 10: Firma de asistentes a la charla sobre objetivo, importancia y beneficios del TPM.



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA SOBRE OBJETIVOS, IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DEL TPM

Fecha: _____

N°	Nombre y Apellido	Firma
1	Cesar Orlando Castro Quiroz.	Castro
2	Celso Alfredo Quiroz Mercedes	Quiroz
3	Paul gerovicio Rodriguez	Rodriguez
4	Fernando Torres Guise	Fernando
5	Roberto Moreno tejada	Moreno
6	Juan Angel Quiroz	Quiroz
7	Marco Cesar Chocosemampa	Chocosemampa
8	José Guise Honorio	Guise
9	Elías Santo Agustín	Elías
10	Milton García Rocca	García
11	Segundo Saavedra Reyes	Saavedra
12	César Polo Cabello	Cabello
13	Rolando Peña Pascual	Peña
14	Josue Briceño Moreno	Briceño
15	Joel Torres Delgado	Torres
16	Fredy Torres Apoyo	Torres
17	César Viro Lujan	Viro
18	Luis Enrique Campos Briceño	Campos
19	Josue Valcachuaman Xiporqui	Xiporqui
20	Aldo delgado Ambrosio	delgado
21	Elmer Quiroz Fuentes	Quiroz
22	Leonidas Rodriguez Campos.	Rodriguez
23	Sidell Lima Mendicuti	Lima
24	Josue Vargas Perez	Vargas
25	Castro Quiroz Peralta	Castro

Av. El Golf Mza. Y Lote 19 Urb. Las Palmas del Golf 2 Etapa Victor Larco Herrera, Trujillo - Peru | Telf: (044) 612089 / 612088 | WWW.RIOCHICAMA.COM

Elaboración propia

ANEXO N° 11: Firma de asistentes a la charla sobre COMPROMISO, DIAGNOSTICO Y PLANES DE TRABAJO TPM



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA DE COMPROMISO, DIAGNOSTICO Y PLANES DE TRABAJO TPM

Fecha:

N°	Nombre y Apellido	Firma
1	Gustavo Quiroz Perus	[Firma]
2	Roberto Moreno Tejada	[Firma]
3	Alfredo Quiroz Mercedes	[Firma]
4	Marcos Quiroz Chencosamponpa	[Firma]
5	Elias Comito Agustin	[Firma]
6	Rolando Peña Pascual	[Firma]
7	Joel Torres Delgado	[Firma]
8	Jorge Briceno Moreno	[Firma]
9	Cesar Polo Cabello	[Firma]
10	Nilton Garcia Rocca	[Firma]
11	Aldo Delgado Ambrosio	[Firma]
12	Fredy Torres Apaza	[Firma]
13	Conan Viera Lyon	[Firma]
14	Wes Enrique Campos Briceno	[Firma]
15	Marcos Quispe Tuestas	[Firma]
16	Rainer Torres Quispe	[Firma]
17	Juan Rengifo Quiroz	[Firma]
18	Luis Gerardo Rodriguez	[Firma]
19	Jelin Quispe Honorio	[Firma]
20	Cesar Orlando Gustavo Quiroz	[Firma]
21	Saul Pino Mendieta	[Firma]
22	Leonidas Rodriguez Campos	[Firma]
23	Segundo Saavedra Reyes	[Firma]
24	Josue Vargas Flores	[Firma]
25	Jorge Vilechuanen Yupanqui	[Firma]

Av. El Golf Mza. Y Lote 19 Urb. Las Palmas del Golf 2 Etapa Victor Larco Herrera, Trujillo - Peru | Telf: (044) 612089 / 612088 | WWW.RIOCHICAMA.COM

ANEXO N° 12: Funciones del Comité de Pilotaje



COMITÉ DE PILOTAJE

El comité de dirección debe cumplir con las siguientes funciones:

- ✓ Capacidad de integrarse en grupo
- ✓ Dirigir reuniones de trabajo
- ✓ Mantener a los equipos con disponibilidad durante el proceso productivo
- ✓ Realizar el seguimiento a los indicadores asignados
- ✓ Identificar anomalías nuevas y recoger de las observaciones del personal de mantenimiento autónomo
- ✓ Programar las actividades preventivas de los equipos
- ✓ Evaluar la resolución de problemas aplicando la metodología de Análisis de Causa Raíz

Se encuentra integrado por las siguientes personas:

Nombre y apellidos	Firma
PERUIS CASTRO QUIROZ	
Roberto Moreno Tejeda	
Ivan Reyifo Quiro	
Reiner Torres Quispe	

Av. El Golf Mza. Y Lote 19 Urb. Las Palmas del Golf 2 Etapa Victor Larco Herrera, Trujillo – Peru | Telf: (044) 612089 / 612088 | WWW.RIOCHICAMA.COM

ANEXO N° 13: Funciones del Líder de Mantenimiento Productivo Total.

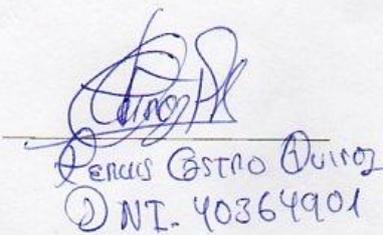


Fecha:

LIDER DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL – TPM

Funciones:

- ✓ Planifica y asigna actividades al personal a su cargo
- ✓ Coordina y supervisa la implementación del TPM
- ✓ Realiza rutinas diarias para inspección de Mantenimiento autónomo
- ✓ Gestiona la planificación del mantenimiento preventivo
- ✓ Cumplir con las políticas y estrategias de la empresa


Dennis Castro Quiroz
DNI. 40364901

Av. El Golf Mza. Y Lote 19 Urb. Las Palmas del Golf 2 Etapa Victor Larco Herrera, Trujillo – Peru | Telf: (044) 612089 / 612088 | WWW.RIOCHICAMA.COM

Elaboración propia



ESTRATEGIA DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MINERA RIO CHICAMA S.A.C.

La estrategia de Mantenimiento se trabajará con la Gerencia General a través del seguimiento del progreso del mismo, trabajando con los indicadores de disponibilidad de los equipos y la productividad.

MISION DEL MANTENIMIENTO

Realizar un servicio integral de conservación y mantenimiento oportuno de los equipos manteniéndolos disponibles para trasladar y producir mineral de alta calidad a un coste óptimo y en el momento adecuado.

VISION DEL MANTENIMIENTO

Establecer un sistema de Mantenimiento Productivo Total que permita el uso de los equipos y maquinas durante todo el ciclo productivo, mejorando la productividad de la empresa y minimizando al máximo los costes de mantenimiento.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

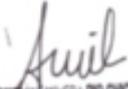
- Implicar a toda la estructura de la empresa en el TPM
- Disminuir los costes de mantenimiento en un mínimo de 15%
- Mejorar las competencias para asegurar el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado.
- Tener una confiabilidad en los equipos mayor a 70%
- Contar con una disponibilidad de los equipos superior a 85%

VALORES

Compromiso: Cumplimiento de las actividades planificadas, desarrollando con calidad y eficiencia cada actividad.

Responsabilidad: Desarrollar cada actividad planificada y de autónomo, haciendo uso adecuado de los equipos y materiales.

Respeto: Trabajar bajo los procedimientos de mantenimiento establecidos



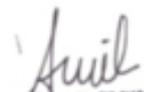
COMPANIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Daniel Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

Felipe Ancieta Tsuchiya



POLITICAS DE MANTENIMIENTO

1. Liderazgo que provea dirección, enfoque y soporte.
2. Actividades de trabajo individuales y conjuntas de mantenimiento y mantenimiento autónomo.
3. Priorizar trabajos de acuerdo a los requerimientos de producción.
4. Mejorar la disponibilidad de los equipos.
5. Mantener al personal de mantenimiento actualizado.
6. Mantener un sistema de mantenimiento planificado.
7. Reconocimiento a trabajadores que conozcan y difundan la forma de trabajo con respecto al mantenimiento.



COMPANIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Daniel Ancieta Tsuchiya
gerente general

Felipe Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

ANEXO N° 17: Ficha de nota de pedido

	NOTA DE PEDIDO		FECHA	
NOMBRE DEL CLIENTE				
PRODUCTO				
CANTIDAD				
CARACTERISTICAS				
MATERIAL				
DIMENSIONES				
OTROS				
OBSERVACIONES				
FIRMA DEL CLIENTE		FIRMA DEL RESPONSABLE		

Elaboración propia

ANEXO N° 18: Ficha de competencias

 Denominación de las competencias necesarias para el desarrollo del puesto	
Número de Competencia	Competencia
1	Conducir equipos o máquinas
2	Puesta en marcha tras incidentes.
3	Uso correcto de herramientas
4	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento Autónomo
5	Conocimiento y aplicación de 5Ss
6	Conocimiento técnico de las actividades relacionadas a su puesto de trabajo
7	Participar en análisis de problemas
8	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento preventivo.
9	Transmitir informaciones
10	Conocimiento de lectura de planos y repuestos
11	Analizar una parada de máquina
12	Tener conocimiento del TPM
13	Mantener la maquinas adecuadas aplicando el TPM
14	Formar a personal en nuevo puesto
CN: con necesidad	
SN: sin necesidad	

Elaboración propia

ANEXO N° 19: Ficha de evaluación de competencias

		Evaluación de las competencias necesarias para el desarrollo del puesto	
Nombres y apellidos:			Fecha:
N°	Competencia	Anotaciones	Acciones a emprender
1	Conducir equipos o máquinas		
2	Puesta en marcha tras incidentes.		
3	Uso correcto de herramientas		
4	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento Autónomo		
5	Conocimiento y aplicación de 5Ss		
6	Conocimiento técnico de las actividades relacionadas a su puesto de trabajo		
7	Participar en análisis de problemas		
8	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento preventivo.		
9	Transmitir informaciones		
10	Conocimiento de lectura de planos y repuestos		
11	Analizar una parada de máquina		
12	Tener conocimiento del TPM		
13	Mantener la maquinas adecuadas aplicando el TPM		
14	Formar a personal en nuevo puesto		
ANOTACIONES: CA= COMPETENCIA AQUIRIDA CF= COMPETENCIA EN FORMACIÓN NA= COMPTENCIA NO ADQUIRIDA SN= SIN NECESIDAD		Observaciones:	
Validación:		Responsable:	

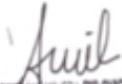
Elaboración propia

ANEXO N° 20: Funciones del operador de Mantenimiento Autónomo



FUNCIONES DEL OPERADOR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

- ✓ Conocer y operar correctamente su equipo;
- ✓ Realizar la limpieza de inspección;
- ✓ Realizar la lubricación;
- ✓ Realizar los reaprietes;
- ✓ Realizar pequeñas reparaciones;
- ✓ Sugerir mejoras;
- ✓ Cumplir la rutina de inspección operacional;
- ✓ Detectar e informar defectos de los equipos de forma rápida y precisa
- ✓ Realizar las actividades para las cuales fue entrenado.



COMPANIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Daniel Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

Felipe Ancieta Tsuchiya

GERENTE GENERAL

ANEXO N° 21: Funciones del personal de Mantenimiento Autónomo



FUNCIONES DEL MANTENEDOR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO

- ✓ Entrenar y apoyar la operación;
- ✓ Realizar el mantenimiento correctivo o planificado del equipo donde el operador ha identificado una anomalía
- ✓ Buscar la solución definitiva de los problemas (causa);
- ✓ Verificar diariamente los registros de anomalías que los operadores identifiquen a través de la tarjeta de anomalías
- ✓ Esclarecer a los operadores, en caso necesario sobre dudas de la operación y mantenimiento de sus equipos;
- ✓ Efectuar los cambios y reparaciones con calidad manteniendo los equipos limpios.



COMPANIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

Felipe Ancieta Tsuchiya
GERENTE GENERAL

ANEXO N° 23: Autorización de ejecución de la investigación en la empresa minera Rio Chicama



Trujillo. 05 de Marzo del 2018

El que suscribe, **FELIPE DANIEL ANCIETA TSUCHIYA**, Gerente General de la **COMPAÑÍA MINERA RIO CHICAMA SAC**:

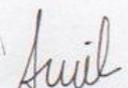
CONSTA:

Que mediante el presente se autoriza el desarrollo del Programa de Tesis al estudiante **CASTRO QUIROZ PERVIS RIVERINO**, para obtener el Título de Grado en la carrera de **Ingeniería Mecánica Eléctrica**; en el Proyecto:

Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo en nuestra Unidad de Producción (Minera Rio Chicama - Área: Mantenimiento Mecánico).

Fecha de Inicio: Marzo del 2018

Fecha de termino: Mayo del 2019


COMPAÑIA MINERA RIO CHICAMA SAC
Felipe Daniel Ancieta Tsuchiy
gerente general

ANEXO N° 24: La validez de los instrumentos se realizó a través del juicio de expertos, realizados por tres especialistas concedores del tema.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	X		X		X		
2	X		X		X		
3	X		X		X		
4	X		X		X		
5	X		X		X		
6	X		X		X		
Aspectos Generales					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					X		
VALIDEZ							
APLICABLE				X	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : *Valderrama Campos, Edwin Ronald*
 Profesión : *Ingeniero Mecánico*
 Especialidad : *Crecidas Tétricas*



Firma del experto

Edwin Ronald Valderrama Campos
 ING. MECANICO
 R. C.I.P. N° 189677

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓		✓		
2	✓		✓		✓		
3	✓		✓		✓		
4	✓		✓		✓		
5	✓		✓		✓		
6	✓		✓		✓		
Aspectos Generales					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					✓		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					✓		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					✓		
VALIDEZ							
APLICABLE				✓	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : Quiroz Hernández Alex Brando

Profesión : Ing. Mecánico

Especialidad : Ingeniería Mecánica.



Alex Brando Quiroz Hernández
ING. MECANICO
R.CIP Nº 224531

Firma del experto

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

ÍTEM	CRITERIOS A EVALUAR						Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	✓		✓		✓		
2	✓		✓		✓		
3	✓		✓		✓		
4	✓		✓		✓		
5	✓		✓		✓		
6	✓		✓		✓		
Aspectos Generales					Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.					✓		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.					✓		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.					✓		
VALIDEZ							
APLICABLE				✓	NO APLICABLE		
APLICA ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES							

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado de la variable y/o dimensión.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar el indicador de la dimensión y la variable.

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y nombres : *Johanny Henry Santisteban Parroña*

Profesión : *Ing. Mecánico Eléctrico*

Especialidad : *Ingeniería Mecánica Eléctrica*


 Johanny H. Santisteban Parroña
 INGENIERO MECANICO ELECTRICO
 CIP 127057

Firma del experto