

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mejora del plan de mantenimiento para aumentar la
disponibilidad de las locomotoras Clayton y carros
Gramby de la Empresa Minera Alpayana**

Jhon Saul Valladolid Garcia

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



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

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE **INVESTIGACIÓN**

A : Decano de la facultad de Ingeniería
DE : Jersoon Jesús Lazo Huaynalaya
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 16 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Mejora del plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las locomotoras Clayton y carros Gramby de la Empresa Minera Alpayana

Autores:

Jhon Saul Valladolid Garcia – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|-----------------------------|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☐ | NO ☒ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores | SI ☐ | NO ☒ |
| Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): | | |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTO

Que estas líneas expresen mi profundo y sincero agradecimiento a todos aquellos que han colaborado con su granito de arena para hacer posible este trabajo, me gustaría agradecer la ayuda recibida de mis padres y hermanos, por su apoyo y colaboración durante la elaboración del presente trabajo. Un agradecimiento muy especial a la Universidad Continental por ser parte de mi desarrollo profesional. A todos ellos, muchas gracias.

DEDICATORIA

Primero a Dios quién me da fuerzas y me guía día a día para seguir adelante y nunca rendirme durante el camino.

A mi familia, que por ellos soy quien soy, principalmente a mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente, valores y principios, que con ello pude alcanzar mis objetivos planteados.

Asimismo, a mis hermanos que siempre han estado presentes y constantemente me brindaban motivación, fuerza y felicidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I.....	16
Aspectos generales de la empresa	16
1.1. Datos generales de la empresa	16
1.2. Actividades principales de la empresa	17
1.3. Reseña histórica de la empresa	18
1.3.1. Valores	18
1.3.2. Misión	18
1.3.3. Visión	19
1.4. Organigrama de la empresa	19
1.5. Bases legales o documentos administrativos	20
1.6. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	21
1.7. Descripción de cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa	24
1.7.1. Descripción del cargo.....	24
1.8. Responsabilidades del bachiller	25
CAPÍTULO II	26
Aspectos generales de las actividades profesionales	26
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional.....	26
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	28
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	41
2.3.1. Objetivo general	41
2.3.2. Objetivos específicos	42
2.4. Justificación de la actividad profesional	42
2.4.1. Justificación técnica.....	42
2.4.2. Justificación económica	42
2.4.3. Justificación social.....	43
2.4.4. Justificación profesional.....	43
2.5. Resultados esperados	43

CAPÍTULO III.....	48
Marco teórico	48
3.1. Bases teóricas de la metodologías o actividades realizadas	48
3.1.1. Mantenimiento.....	48
3.1.2. Mantenimiento en la Industria Minera.....	48
3.1.3. Ventajas del Mantenimiento	48
3.1.4. Desventajas del Mantenimiento	49
3.1.5. Tipos de mantenimiento:.....	49
3.1.6. Fases de mantenimiento preventivo.....	49
3.1.7. Tipo de fallas	50
3.1.8. Estrategias de implementación del mantenimiento	50
3.1.9. Impacto del mantenimiento en la disponibilidad de equipos.....	51
3.1.10. Indicadores de mantenimiento:	51
3.1.11. Carro minero Gramby.....	52
3.1.12. Mantenimiento de carro minero Gramby	53
3.1.13. Locomotora.....	54
3.1.14. Mantenimiento de locomotora	56
CAPÍTULO IV.....	59
Descripción de las actividades profesionales	59
4.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas	59
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	59
4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales	65
4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales	65
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	66
4.2.1. Metodología.....	66
4.2.2. Técnicas.....	67
4.2.3. Instrumentos	71
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	74
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	74
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas	74
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	76
CAPÍTULO V	78
Resultados	78
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	78
5.2. Logros alcanzados	80
5.3. Dificultades encontradas	81
5.3.1. Evaluación situacional encontrada	82

5.4.	Planteamiento de mejoras.....	86
5.4.1.	Metodologías propuestas.....	86
5.4.2.	Descripción de la implementación	96
5.5.	Análisis.....	96
5.6.	Aporte de bachiller en la empresa	98
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES		104
REFERENCIAS		105
ANEXOS		106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo de empresa	17
Figura 2. Proyectos ejecutados en empresa minera.....	17
Figura 3. Organigrama de la empresa GMI SAC	19
Figura 4. Certificación 45001:2018	20
Figura 5. Certificación 14001:2018	21
Figura 6. Ubicación de taller de mantenimiento Maestranza	22
Figura 7. Taller de reparación interior mina.....	30
Figura 8. Reparaciones en interior mina	31
Figura 9: Falla por sistemas.....	35
Figura 10. Espacio dentro del taller limitado para realizar las reparaciones	38
Figura 11. Talleres en interior mina sin condicion para reparacion y mantenimientos de locomotora y carros Gramby	39
Figura 12. Descarrilamiento de camión	40
Figura 13. Carro minero Gramby	53
Figura 14: Partes del carro minero Gramby	54
Figura 15. Locomotora de Batería.....	55
Figura 16. Locomotora de trolley	56
Figura 17. Partes principales de la locomotora Clayton.....	57
Figura 18. Diagrama general de disponibilidad	60
Figura 19. Diagrama con mayor falla	60
Figura 20. Diagrama por fallas de sistemas.....	61
Figura 21. Diagrama por fallas de subsistemas suspensión.....	62
Figura 22. Diagrama por fallas de subsistemas – freno	62
Figura 23. Diagrama por fallas de subsistemas - transmisión.....	63
Figura 24. Fallas según gravedad	64
Figura 25. Coordinación con personal de Mantenimiento	67
Figura 26. Entrevista con equipo de trabajo de Locomotoras Clayton	68
Figura 27. Formato de entrevista aplicada (1/2)	69
Figura 28. Formato de entrevista aplicada (2/2)	70
Figura 29. Registro de capacitación a personal de mantenimiento	72
Figura 30. Formato de Inspección de locomotoras.....	73
Figura 31. Grafica de disponibilidades mejorada.....	79
Figura 32. Plan de mantenimiento propuesto	86
Figura 33. Charlas de inducción al personal.....	88
Figura 34. Charlas diarias registradas	88

Figura 35. Registro de presupuesto para capacitaciones para el año 2025.....	89
Figura 36. Evidencia de la solicitud para la capacitación del programa SAP	90
Figura 37. Información digital compartida del curso de SAP.....	90
Figura 38.Capacitación en Sala Ranti Alpayana.....	91
Figura 39. Cartilla de inspecciones.....	92
Figura 40. Cartilla de mantenimiento	93
Figura 41. Trabajos en interior de mina nivel 18 vetas.....	94
Figura 42. Taller nivel 21 vetas implementado con letreros de seguridad y tablero de seccionador eléctrico para bloqueo de energía.....	95
Figura 43. Taller nivel 21 vetas se implementó un pórtico para el izaje de las reparaciones..	95
Figura 44. Proceso de mantenimiento.....	97
Figura 45. Comparativa de promedios registrados de disponibilidad.....	98
Figura 46. Personal capacitado para trabajos seguros.....	99
Figura 47. Capacitación continua a personal de Mantenimiento.	99
Figura 48. Cartilla de inspección con disponibilidad con plan de Mantenimiento. Mejorado.	100
Figura 49. Cartilla de inspección con disponibilidad sin mejora en plan de mantenimiento....	101
Figura 50. Plan de mantenimiento ejecutado	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de disponibilidad antes.....	26
Tabla 2. Flota de locomotoras y carro Gramby.....	27
Tabla 3. Matriz FODA de taller maestranza.....	28
Tabla 4. Registro de fallas por sistemas y subsistemas de enero a junio 2024	30
Tabla 5. Registro de fallas por sistemas de carro Gramby	31
Tabla 6. Plan de Mantenimiento anterior	33
Tabla 7. Registro de capacitaciones realizadas	34
Tabla 8. Registro de consumo de repuestos.....	34
Tabla 9: Registro de vías en mal estado.....	36
Tabla 10. Costo unitario por fallas de equipo	38
Tabla 11. Repuestos costo general del mes de enero a junio.....	39
Tabla 12. Costo de repuestos por mes.....	40
Tabla 13. Fallas más comunes	41
Tabla 14. Comparativa de registros de disponibilidad.....	45
Tabla 15. Programación de Mantenimiento 2025	46
Tabla 16. Partes del carro Gramby	53
Tabla 17. Partes de la locomotora	57
Tabla 18. Datos técnicos de la Locomotora.....	58
Tabla 19: Cuadro de disponibilidad acumulada de enero a junio por equipo.....	59
Tabla 20. Cuadro de Pareto con mayores fallas	60
Tabla 21. Cuadro de Pareto por fallas de sistemas.....	61
Tabla 22. Cuadro de Pareto de subsistemas – suspensión.....	61
Tabla 23. Cuadro por fallas de subsistemas – freno.....	62
Tabla 24: Cuadro por fallas de subsistemas – transmisión.....	63
Tabla 25. Resultados del diagnóstico encontrado	64
Tabla 26. Registro de porcentaje de fallas por sistemas y subsistemas	71
Tabla 27. Cronograma de actividades de mejora	75
Tabla 28. Actividades para mejora de plan de mantenimiento	76
Tabla 29. Registro de disponibilidad mejorada.....	78
Tabla 30. Registros de MTTR logrado	79
Tabla 31. Registros de MTBF logrado.....	79
Tabla 32. Reporte de material transportado sin mejora	80
Tabla 33. Reporte de material transportado con mejora	81
Tabla 34. Hallazgos Principales encontrados en el mantenimiento.....	82
Tabla 35. Indicadores Evaluados en el mantenimiento.....	83

Tabla 36. Diagnostico encontrado en el mantenimiento	83
Tabla 37. Diagnostico encontrado por mantenimiento en locomotoras.....	84
Tabla 38. Diagnostico encontrado por mantenimiento en carros Gramby	84
Tabla 39. Temario de capacitaciones a técnicos	87

RESUMEN EJECUTIVO

En la industria minera, la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de transporte subterráneo juegan un papel crucial en la continuidad y eficiencia de las operaciones. La Empresa Minera Alpayana enfrenta problemas con la baja disponibilidad de sus locomotoras Clayton y carros Gramby, lo que impacta negativamente en la producción y rentabilidad. Ante esta situación, el presente trabajo tiene como objetivo mejorar el plan de mantenimiento para optimizar la operación de estos equipos y minimizar los tiempos de inactividad.

Para ello, se realizó un diagnóstico del estado actual del mantenimiento, identificando las principales fallas mecánicas y eléctricas recurrentes. Posteriormente, se diseñó un plan de mantenimiento optimizado basado en metodologías de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, utilizando herramientas de gestión como Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), RCA (Análisis de Causa Raíz) y monitoreo de indicadores clave como MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) y MTTR (Tiempo Medio de Reparación).

La implementación del nuevo plan incluyó mejoras en los procedimientos de inspección y reparación, la adopción de tecnologías para el monitoreo de condiciones y la capacitación del personal técnico en estrategias de mantenimiento avanzadas. Como resultado, se logró un incremento en la disponibilidad operativa de las locomotoras Clayton y los carros Gramby, reduciendo el tiempo de inactividad y optimizando los costos de mantenimiento.

En conclusión, la optimización del plan de mantenimiento permitió mejorar significativamente la eficiencia del sistema de transporte minero, impactando positivamente en la productividad de la empresa. La aplicación de estrategias preventivas y predictivas no solo minimizó las fallas, sino que también garantizó una operación más segura y sostenible en el tiempo.

Palabras Clave: Mantenimiento preventivo, disponibilidad operativa, gestión, análisis de fallas, inspecciones.

ABSTRACT

In the mining industry, the availability and reliability of underground transport equipment play a crucial role in the continuity and efficiency of operations. The Alpayana Mining Company faces problems with the low availability of its Clayton locomotives and Gramby cars, which negatively impacts production and profitability. Given this situation, the present work aims to improve the maintenance plan to optimize the operation of this equipment and minimize downtime.

To do so, a diagnosis of the current state of maintenance was carried out, identifying the main recurring mechanical and electrical failures. Subsequently, an optimized maintenance plan was designed based on preventive, predictive and corrective maintenance methodologies, using management tools such as Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), RCA (Root Cause Analysis) and monitoring of key indicators such as MTBF (Mean Time Between Failures) and MTTR (Mean Time to Repair).

The implementation of the new plan included improvements in inspection and repair procedures, the adoption of technologies for condition monitoring and the training of technical staff in advanced maintenance strategies. As a result, an increase in the operational availability of the Clayton locomotives and Gramby cars was achieved, reducing downtime and optimizing maintenance costs.

In conclusion, the optimization of the maintenance plan allowed a significant improvement in the efficiency of the mining transport system, positively impacting the company's productivity. The application of preventive and predictive strategies not only minimized failures, but also guaranteed a safer and more sustainable operation over time.

Keywords: Preventive maintenance, operational availability, management, failure analysis, inspections.

INTRODUCCIÓN

En la industria minera, la eficiencia operativa y la disponibilidad de los equipos de transporte subterráneo constituyen factores determinantes para garantizar la productividad y rentabilidad de las operaciones. En este contexto, la Empresa Minera Alpayana enfrenta desafíos significativos debido a la baja disponibilidad de sus locomotoras Clayton y carros Gramby, elementos fundamentales para el traslado de mineral en su proceso de explotación. Las constantes fallas mecánicas y la ausencia de un plan de mantenimiento estructurado han generado interrupciones en la producción, lo que incrementa los costos operativos y reduce la eficiencia global del sistema de transporte minero.

El presente de investigación tiene como objetivo mejorar el plan de mantenimiento de dichos equipos, con el propósito de incrementar su disponibilidad operativa y optimizar la gestión del mantenimiento. Para tal fin, se analizará la situación actual del mantenimiento en la empresa, identificando fallas recurrentes y áreas de mejora, y se propondrá un enfoque basado en metodologías avanzadas, tales como el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).

En el capítulo I se presentan los aspectos generales de la empresa Gestión Minera Integral S.A.C., incluyendo datos generales de las actividades profesionales, así como los antecedentes, la identificación de oportunidades o necesidades, los objetivos planteados, la justificación del proyecto y los resultados esperados.

El capítulo III está dedicado al marco teórico, en el cual se discuten las bases conceptuales y las metodologías aplicadas para el desarrollo de la mejora del plan de mantenimiento de las locomotoras Clayton y carros Gramby.

El capítulo IV, por su parte, profundiza en la descripción de las actividades profesionales realizadas, exponiendo los aspectos técnicos y la aplicación práctica de las estrategias de mantenimiento implementadas.

Finalmente, el capítulo V evalúa los resultados, presentando los logros alcanzados, las mejoras implementadas y un análisis detallado de las actividades ejecutadas, concluyendo con las respectivas conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Datos generales de la empresa

GESTION MINERA INTEGRAL S.A.C., es una empresa dedicada al sector minero, ofrece servicios integrales como la gestión, excavación y demás. La empresa garantiza seguridad y bienestar en sus operaciones, además de priorizar la conservación del medio ambiente (1).

- RUC: 20602670130
- Razón Social: GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.C.
- Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Fecha Inicio Actividades: 01 / Enero / 2018
- Actividades Comerciales:
 - Actividades de Arquitectura e Ingeniería
 - Transporte de Carga por Carretera.
 - CIU: 74218
- Nro. de Trabajadores: 2068
- Dirección Legal: Calle. los Laureles Lote. 22a2 Fondo. - Lurigancho - Lima, Perú



Figura 1. Logo de empresa
Fuente: GMI

1.2. Actividades principales de la empresa

La empresa Gestión Minera Integral se especializa en minería subterránea y cuenta con una sólida experiencia que la respalda. Sus servicios se rigen por altos estándares operativos, priorizando la seguridad y el bienestar de sus colaboradores, así como la preservación del medio ambiente.

Además, ofrece soluciones integrales de calidad, fundamentadas en el desarrollo sostenible, para satisfacer las necesidades de sus clientes de manera efectiva y responsable (1).

Áreas de especialización:

- Gestión
- Excavaciones
- Carguío
- Sostenimiento.

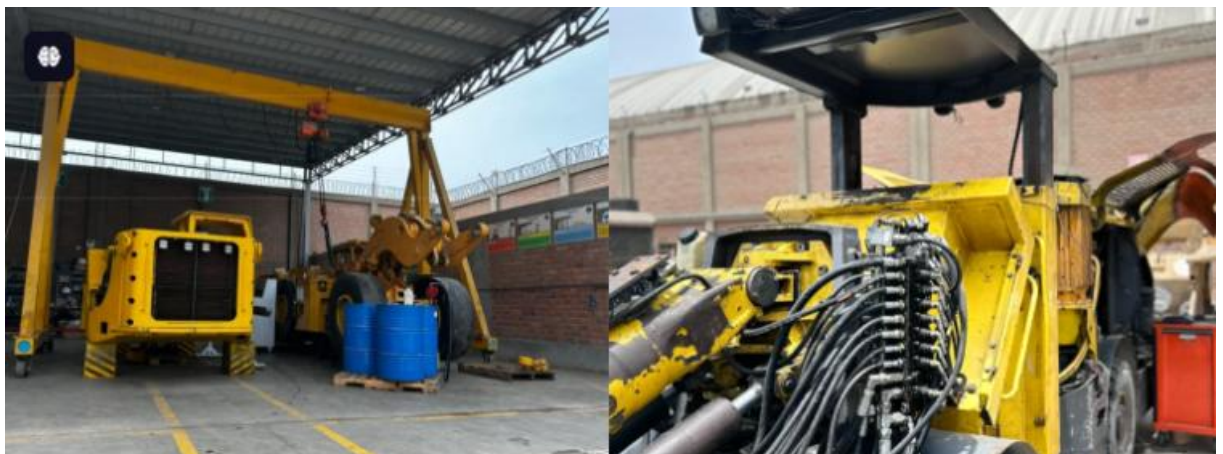


Figura 2. Proyectos ejecutados en empresa minera
Fuente: Fuente: GMI

1.3. Reseña histórica de la empresa

La empresa Gestión Minera Integral fue constituida en el año 2018. Forma parte del corporativo Alpayana, grupo minero dedicado a la minería subterránea, cuya producción abarca zinc, plomo, cobre y plata. Actualmente, el corporativo Alpayana cuenta con cuatro unidades mineras: Americana (Casapalca), Yauliyacu, Iscaycruz (Quenuales) y Argentum (Pan American Silver). Gestión Minera Integral brinda servicios para todas las actividades operativas en mina, especialmente en el traslado y mantenimiento de maquinarias (1).

La empresa ejecuta una extracción responsable y eficiente de los recursos minerales en cada uno de sus proyectos, con un enfoque centrado en la seguridad, la tecnología y la responsabilidad ambiental (2).

- Proyecto: americana
Cliente: Alpayana
Tipo de operación: Subterránea
- Proyecto: Yauliyacu
Cliente: Alpayana
Tipo de operación: Subterránea
- Proyecto: Iscaycruz
Cliente: Alpayana
Tipo de operación: Subterránea y tajo abierto
- Proyecto: Morococha
Cliente: Alpayana
Tipo de operación: Subterránea

1.3.1. Valores

La honestidad, lealtad y compromiso de nuestros colaboradores es la base fundamental para la construcción de la ventaja competitiva de GMI.

1.3.2. Misión

La empresa busca un cambio, una transformación real y constante. Una manera distinta de hacer minería en el país, más segura, con más oportunidades y con un impacto positivo en la vida de las personas (1).

1.3.3. Visión

Ser la mejor empresa especializada en desarrollar servicios de gestión y operación minera en el Perú, proponiendo soluciones innovadoras a las necesidades de nuestros clientes alcanzando la excelencia operacional (1).

1.4. Organigrama de la empresa

La empresa GMI SAC, cuenta con un organigrama de gerencia, como se muestra en la figura, en el que el área que laboro se da en la Superintendencia de mantenimiento, en la Minera Alpayana.

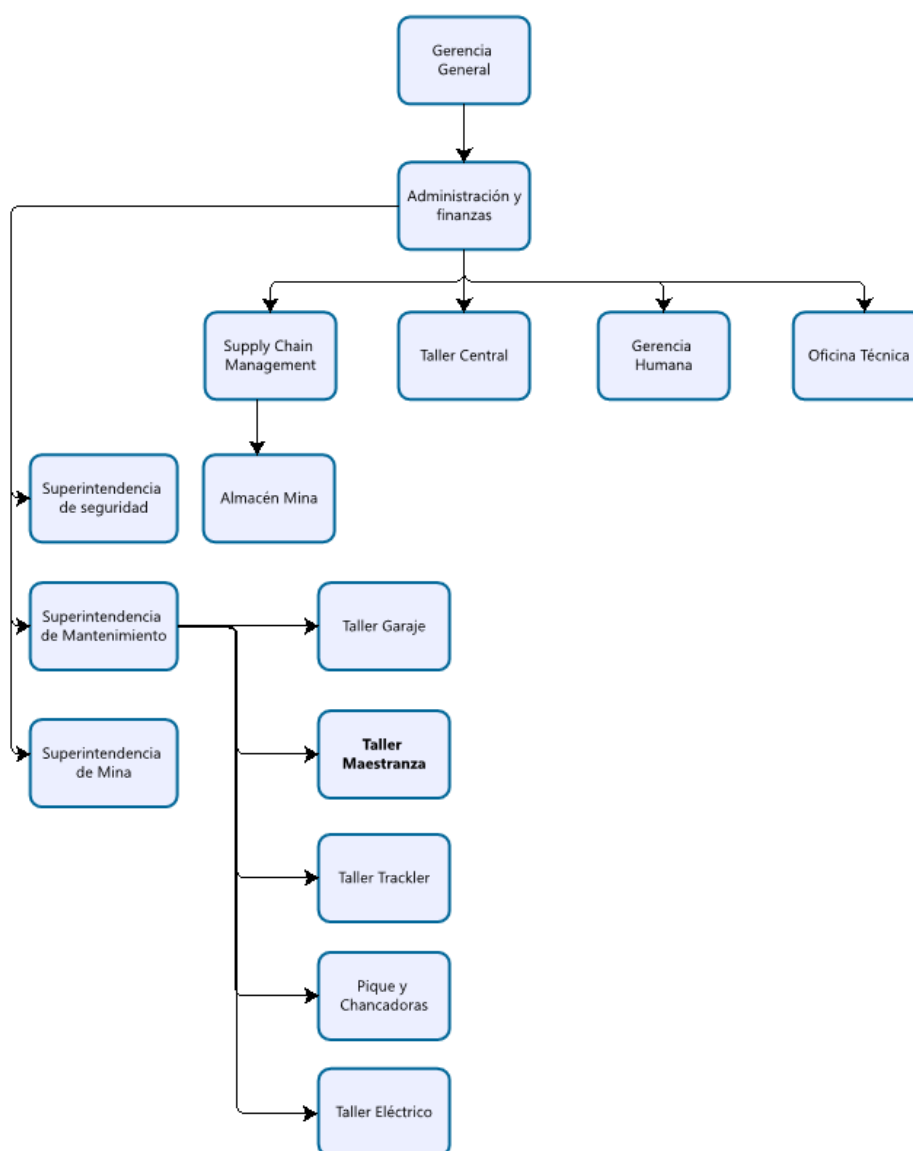


Figura 3. Organigrama de la empresa GMI SAC

1.5. Bases legales o documentos administrativos

La empresa Gestión Minera Integral S.A.C, se encuentra empadronada en el Registro Nacional de Proveedores para hacer contrataciones con el Estado Peruano, asimismo está reconocida por el Ministerio de Energía y Minas como proveedor autorizado para la minería por R.D. 0463-2017-MEM/DGM.

También cuenta con certificaciones internacionales como el ISO 45001:2018, el ISO14001:2015 y el ISO 9001:2015 con fecha de certificación el 19 de julio del 2022 con fecha de vencimiento el 19 de julio del 2025, en las tres certificaciones (2)



Figura 4. Certificación 45001:2018
Fuente: Tomada de STAREGISTER



Figura 5. Certificación 14001:2018
Fuente: Tomada de STAREGISTER

1.6. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales

En este apartado se describen las especificaciones técnicas básicas relacionadas con la ubicación y el funcionamiento del taller de Mantenimiento Maestranza, cuya finalidad es brindar servicio y/o asistencia en los mantenimientos preventivos y correctivos de equipos y estructuras, tanto de superficie como de interior mina, en la Unidad Minera Americana.

El Departamento de Mantenimiento de la E. C. Gestión Minera Integral brinda el servicio de mantenimiento y reparación de equipos y estructuras a la Unidad Minera Americana. El taller de Mantenimiento Maestranza es una de las áreas de dicho departamento.

Está dividido en las siguientes subáreas: máquinas herramientas, taller de soldadura y taller de reparaciones. Este espacio está proyectado para realizar la fabricación de componentes, la reparación de equipos de mina y trabajos de metalmecánica.

La ubicación geográfica del taller de Mantenimiento Maestranza corresponde al campamento Carmen, nivel 435, al costado de la boca mina de la zona de Oroya de la Unidad Minera Americana.



Figura 6. Ubicación de taller de mantenimiento Maestranza

Fuente: Tomada de Google maps

El taller de mantenimiento Maestranza del Carmen cuenta con 86 trabajadores que desempeñan diversas funciones, como la fabricación de componentes, el maquinado de piezas para los equipos mediante el uso de máquinas herramientas (torno, fresadora, cepillo), la reparación de locomotoras y la fabricación de todo tipo de estructuras metalmecánicas.

El área está constituida por dos zonas: la primera alberga la ubicación de las máquinas herramientas y las oficinas; la segunda corresponde al taller de soldadura y reparaciones de equipos (3).

El área de mantenimiento esta Supervisada por:

- Jefe de maestranza
- Asistente de maestranza
- Supervisor de mantenimiento

- Técnico de mecánicos
- Soldadores
- Tornero

Las funciones específicas que se realizan incluyen:

- Garantizar y hacer cumplir el estándar vigente para salvaguardar la integridad física y fisiológica de las personas y de la propiedad ante cualquier peligro.
- Realizar evaluaciones para verificar el cumplimiento del estándar.
- Coordinar la disponibilidad del equipo para ejecutar el mantenimiento preventivo.
- Realizar el bloqueo y etiquetado (*Lock out* y *Tag out*) antes de intervenir el equipo.
- Usar los equipos de protección personal establecidos.
- Conocer y entender el procedimiento e informar al supervisor sobre cualquier situación insegura detectada durante la ejecución de los trabajos.
- Utilizar únicamente repuestos recomendados según el manual técnico del equipo.
- Comunicar al jefe inmediato los cambios realizados en el equipo, con el fin de actualizar el programa de mantenimiento.
- Garantizar el correcto funcionamiento del equipo una vez finalizado el mantenimiento preventivo.

Pasos para ejecutar trabajos de mantenimiento en equipos:

Primer paso

Realizar el bloqueo o delimitación del área de trabajo, para evitar el ingreso de personas ajenas. No dejar la llave de contacto en los equipos intervenidos.

Segundo paso

Ejecutar el bloqueo del equipo según la matriz de bloqueo del equipo.

Tercer paso

realizar la limpieza general del equipo, utilizando todos los EPP requeridos.

Cuarto paso

Desmontar guardas, tapas, protectores entre otros, para facilitar el acceso a los puntos de lubricación.

Quinto paso

Ejecutar una inspección general del equipo, con el fin de prevenir fallas futuras.

Sexto paso:

Reemplazar los componentes o repuestos que presenten desgaste, según los hallazgos de la inspección.

Séptimo paso:

Engrasar los siguientes elementos, de acuerdo con el tipo de equipo: rodamientos (según cálculo de grasa), articulaciones, engranajes, pines, bocinas, polines y rótulas.

Octavo paso:

Realizar regulaciones necesarias en componentes y partes del equipo, como frenos y suspensión.

Noveno paso:

Una vez concluido el mantenimiento preventivo, efectuar pruebas de funcionamiento con un operador autorizado, quien brindará su conformidad. Posteriormente, se debe elaborar la cartilla de mantenimiento correspondiente.

1.7. Descripción de cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

1.7.1. Descripción del cargo.

Como Supervisor de Mantenimiento de Maestranza, la principal responsabilidad es velar por la operatividad y el desarrollo eficiente de los trabajos asignados, así como por la seguridad del personal a cargo, con el propósito de cumplir los objetivos y metas programadas.

Asimismo, el cargo incluye el cumplimiento de las responsabilidades establecidas por el Sistema Integrado de Gestión en Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad (SIG SSOMAC), entre las que se destacan:

- Cumplir, mantener y difundir la Política SSOMAC
- Liderar y gestionar el cumplimiento de los objetivos y metas del SIG SSOMAC.
- Gestionar y supervisar el cumplimiento de las normas, requisitos legales, estándares y procedimientos del SIG SSOMAC
- Conocer y difundir los peligros y aspectos significativos del SIG SSOMAC.
- Realizar el adecuado manejo de los residuos sólidos.

- Realiza adecuado manejo de los recursos naturales agua y energía, promoviendo el cuidado del medio ambiente en las operaciones.
- Difundir y cumplir el reglamento interno de SST.
- Supervisar el adecuado manejo de las herramientas de gestión de seguridad.
- Gestionar el desarrollo de auditorías internas y externas del SIG SSOMAC.
- Liderar el proceso de investigación de incidentes y accidentes para determinar las acciones correctivas y preventivas.

1.8. Responsabilidades del bachiller

Las Entre las responsabilidades específicas del cargo, se encuentran:

- Programar y organizar al personal del área, supervisar el tareaje diario del personal.
- Realizar la organización, ejecución y control de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos pesados.
- Dirigir eficientemente las coordinaciones y el mantenimiento de los equipos a cargo del Taller Maestranza, cumpliendo con los objetivos programados.
- Coordinar y controlar las actividades de Mantenimiento preventivo, correctivo y preventivo.
- Evaluar las actividades de mantenimiento de los equipos y unidades en superficie e interior mina.
- Participar en reuniones con superintendencia de Mantenimiento, con el fin de revisar resultados de rendimientos y planificar acciones necesarias.
- Gestionar medios y sistemas de comunicación y coordinación con las diferentes áreas de la unidad.
- Monitorear las labores asignadas a los trabajadores al inicio y al finalizar los trabajos.
- Capacitar a los trabajadores del área según programa anual de capacitaciones.
- Supervisa y coordina la fabricación, montaje y desmontaje de parrillas en interior mina y superficie.
- Elaboración de planos y/o dibujos de componentes y piezas mecánicas.
- Colaborar en el proceso de auditorías internas y externas del SIG-SSOMAC.
- Realizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- Hacer el requerimiento de repuestos y materiales necesarios para el buen funcionamiento de la flota de equipos designados a Taller Maestranza.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

La empresa Alpayana es una empresa minera dedicada a la explotación y transporte de minerales en las zonas denominadas Oroya, Esperanza y Cuerpos. En las zonas Oroya y Esperanza, la extracción de mineral depende de la disponibilidad constante de locomotoras y carros mineros para garantizar un transporte eficiente y seguro, lo cual representa aproximadamente el 20 % de la producción total.

Sin embargo, se ha identificado que la disponibilidad de las locomotoras y carros mineros no es óptima, alcanzando solo el 12 % de la producción total. Esta situación se debe principalmente a paradas frecuentes por reparaciones y/o fallas diarias, lo que ocasiona retrasos en los tiempos de entrega, incremento de los costos operativos y una disminución significativa en la eficiencia global de la operación extractiva.

Tabla 1. Registro de disponibilidad antes

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
LOCOMOTORA 01	85 %	70 %	80 %	50 %	55 %	75 %	69 %
LOCOMOTORA 02	90 %	87 %	25 %	59 %	83 %	82 %	71 %
LOCOMOTORA 03	93 %	92 %	92 %	90 %	85 %	80 %	89 %
LOCOMOTORA 04	90 %	89 %	90 %	92 %	87 %	89 %	90 %
LOCOMOTORA 07	19 %	90 %	82 %	92 %	85 %	87 %	76 %
LOCOMOTORA 08	85 %	75 %	60 %	90 %	92 %	50 %	75 %
LOCOMOTORA 13	87 %	90 %	87 %	89 %	90 %	93 %	89 %
LOCOMOTORA 16	88 %	90 %	89 %	92 %	92 %	87 %	90 %
LOCOMOTORA 18	89 %	87 %	91 %	92 %	89 %	90 %	90 %

LOCOMOTORA 24	70 %	79 %	65 %	72 %	80 %	75 %	74 %
LOCOMOTORA 27	91 %	89 %	90 %	90 %	87 %	85 %	89 %
LOCOMOTORA 28	75 %	87 %	85 %	70 %	82 %	77 %	73 %
LOCOMOTORA 29	91 %	95 %	95 %	92 %	93 %	95 %	93 %

La empresa cuenta con una flota total de 13 locomotoras y 67 carros mineros tipo Gramby. Las locomotoras pertenecen a la marca Clayton, mientras que los carros mineros son de la marca Serminsa. Para asegurar el funcionamiento eficiente de estos equipos, es indispensable mantener un control riguroso sobre el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como sobre la gestión de repuestos críticos, a fin de evitar pérdidas asociadas a tiempos de inactividad imprevistos.

El área de Mantenimiento Maestranza se encuentra subdividida en los siguientes talleres:

- Taller de máquinas herramientas.
- Taller de soldadura.
- Taller de reparación superficie.
- Taller de reparación interior mina.

En cuanto al equipo de acarreo de mineral, Alpayana cuenta con locomotoras y carros Gramby distribuidos por la línea de operación.

Tabla 2. Flota de locomotoras y carro Gramby

ITEM	DESCRIPCIÓN PROPUESTA SAP	MARCA	UBICACIÓN	CAP	CARRO GRAMBY
1	Locomotora 01	Clayton	NV-18	10 TN	5
2	Locomotora 02	Clayton	NV-21	10 TN	4
3	Locomotora 03	Clayton	NV-18	10 TN	4
4	Locomotora 04	Clayton	NV-435	10 TN	7
5	Locomotora 07	Clayton	NV-18	10 TN	5
6	Locomotora 08	Clayton	NV-18	10 TN	5
7	Locomotora 13	Clayton	NV-18	10 TN	5
8	Locomotora 16	Clayton	NV-21	10 TN	4
9	Locomotora 18	Clayton	NV-18	10 TN	5
10	Locomotora 24	Clayton	NV-21	10 TN	4
11	Locomotora 27	Clayton	NV-435	10 TN	7

12	Locomotora 28	Clayton	NV-435	10 TN	7
13	Locomotora 29	Clayton	NV-21	10 TN	5

En total, se dispone de 13 locomotoras que reciben mantenimiento y reparación, así como de 64 carros mineros Gramby que también son objeto de mantenimiento estructural.

PEl sistema de trabajo contempla tres turnos de guardia bajo un régimen de 14 x 7, en el cual la supervisión desempeña un rol primordial en las reparaciones, gestión y control de repuestos. Asimismo, se dispone de talleres tanto en superficie como en interior mina para brindar soporte operativo.

2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

Se ha identificado la necesidad de implementar una mejora sustancial en el plan de mantenimiento actual. Esta mejora permitiría aumentar la disponibilidad de los equipos, reducir los costos operativos y, sobre todo, garantizar la eficiencia operativa, la seguridad del personal y la prolongación de la vida útil de los equipos. Con una adecuada implementación, la empresa Alpayana estará en condiciones de enfrentar los desafíos operativos y optimizar sus procesos extractivos de manera efectiva.

En este contexto, se presenta una oportunidad de mejora mediante la implementación de un programa de mantenimiento orientado a incrementar la disponibilidad de las locomotoras y carros mineros de la empresa.

Tabla 3. Matriz FODA de taller maestranza

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	✓ Se cuenta con un buen clima laboral armonioso y amical con todo el personal del área. ✓ Constante mejoramiento del área (talleres). ✓ Implementación de buenas prácticas en temas de seguridad y medio ambiente por parte del personal. ✓ Orden y limpieza de las áreas de trabajo.	✓ Constante rotación del personal por factores económicos. ✓ Maquinas antiguas para realizar los trabajos (maquinas herramientas). ✓ No se tiene una buena planificación para realizar los trabajos exclusivamente para mina. ✓ Falta de herramientas adecuadas para realizar los trabajos.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA (FO)	ESTRATEGIA (DO)

✓ Posibilidad de realizar trabajos en distintos lugares de la unidad (mina y superficie). ✓ Los trabajos realizados por el área son trabajos de calidad. ✓ Certificación de la Norma ISO 14001-2015.	✓ Aprovechar el buen ambiente laboral para expandir las operaciones de mantenimiento a diversas zonas de trabajo, mejorando la productividad y cobertura. ✓ Ampliar las capacidades del taller y aplicar los estándares de calidad en nuevas áreas operativas, promoviendo la innovación y mejores resultados. ✓ Fortalecer el compromiso con la seguridad y sostenibilidad, aprovechando la certificación ISO para atraer más clientes y proyectos.	✓ Crear un programa de capacitación y fidelización que incentive la estabilidad laboral y aproveche las nuevas oportunidades de expansión en diversas zonas. ✓ Planificar la renovación gradual de maquinaria, asegurando la calidad de los trabajos mediante el uso de herramientas más modernas. ✓ Desarrollar un plan específico de mantenimiento para las minas, alineado con los estándares de certificación ISO, mejorando la eficiencia operativa.
AMENAZAS	ESTRAGIA (FA)	ESTRATEGIA (DA)
✓ La deficiencia en la atención de los materiales solicitados. ✓ Ambiente de trabajo con temperaturas altas y bajas cambiantes. ✓ Situaciones personales que pueden interrumpir el desarrollo de los trabajos.	✓ Fomentar la colaboración en equipo para identificar y solucionar los problemas logísticos, mejorando la respuesta ante la falta de materiales. ✓ Invertir en infraestructura que controle las temperaturas extremas, mejorando el ambiente laboral y la productividad en condiciones adversas. ✓ Implementar un sistema de apoyo y rotación de personal para evitar interrupciones y mantener la calidad y eficiencia en las operaciones.	✓ Establecer un sistema más eficiente de gestión de materiales y repuestos que involucre a todos los trabajadores, reduciendo los efectos de la rotación. ✓ Mejorar la infraestructura y las herramientas de trabajo en el taller, asegurando que las máquinas sean adecuadas para soportar condiciones extremas. ✓ Mejorar la planificación y la asignación de tareas para minimizar el impacto de ausencias o interrupciones personales, optimizando los recursos humanos.

Problemas detectados

Tasa de Fallas en Locomotoras

En Se requiere mejorar las tasas de fallas de las locomotoras, identificando los sistemas y subsistemas involucrados, con el objetivo de aplicar acciones correctivas que aborden prioritariamente las fallas más críticas. Entre las fallas más frecuentes se encuentran aquellas relacionadas con el sistema de frenos, tales como el cambio excesivo de zapatas, paradas por ajustes (regulación de frenos) y accidentes laborales por fallos de frenado.

En cuanto al sistema de suspensión, se presentan roturas en el chasis, desgaste de soportes de transmisión, fallos en chumaceras, ejes fracturados, daños en el puente de soporte y un consumo excesivo de chebrones.

Dado que las locomotoras constituyen un elemento esencial del sistema de transporte, estas fallas mecánicas recurrentes provocan interrupciones operativas, ya que las unidades deben ser retiradas para su reparación, afectando directamente la disponibilidad del equipo.



Figura 7. Taller de reparación interior mina

Tabla 4. Registro de fallas por sistemas y subsistemas de enero a junio 2024		
SISTEMA	SUBSISTEMA	FALLA
Disp. Seguridad	Gata-cinturón-zapa-cuña-asiento-extintor	7
Eléctrico	Bocina	1
	Horómetro	2
	Motor	14
Freno	Articulación	1
	Brazo	1
	Trinquete	6
	Zapatas	135
Gramby.o. Calezas	Pines	2
	Rueda locomotora	1
	Tapa de rueda	5
	Trompas de enganche	4
Suspensión	Acoplamientos	16
	Articulación	15
	Catalina	12
	Chevrónes	101
	Corona	8
	Pasadores	1
	Pines	1
	Reguladores	38

	Resorte	11
	Rodamiento caja chumacera	3
	Rueda locomotora	21
Tornamesa	Rodamiento tornamesa	13
Trasmisión	Aceite	6
	Acoplamientos	2
	Caja chumacera	11
	Chevrónes	6
	Corona	4
	Cruceta	2
	Piñón	5
	Reten de transmisión	1
	Sin fin	10

Mantenibilidad de Carros Mineros

Uno de los problemas detectados en la mantenibilidad de los carros mineros radica en la frecuencia de las reparaciones por fallas en ejes, compuertas, ruedas y rodajes. Este desgaste recurrente provoca la salida de servicio de los carros con alta frecuencia, afectando así la capacidad de carga y la continuidad del transporte de mineral.



Figura 8. Reparaciones en interior mina

Tabla 5. Registro de fallas por sistemas de carro Gramby

SISTEMA	CANTIDAD DE PARADAS
Chasis	25
Compuerta	35
Eje tren	32
Overhaul	65
Ruedas	8
Tolva	41

Control de paradas de mantenimiento correctivo y no programado

Actualmente, las labores de mantenimiento se desarrollan de forma reactiva, es decir, se ejecutan únicamente cuando el equipo ya ha fallado. Esta modalidad genera tiempos de inactividad no planificados y altos costos, además de aumentar el riesgo de fallas catastróficas debido al incumplimiento del programa de mantenimiento.

Tabla 6. Plan de Mantenimiento anterior

ITEM	DESCRIPCIÓN	SAP	CANT.	P E	V 01	S 02	D 03	L 04	M 05	M 06	J 07	V 08	S 09	D 10	L 11	M 12	M 13	J 14	V 15	S 16	D 17	L 18	M 19	M 20	J 21	V 22	S 23	D 24	L 25
1	Locomotora Clayton	8	5	P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
2	Carros Gramby 80 PS 3	13	5	P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
3	Locomotora Clayton	3	5	P E	P E														P E										
	Carros Grambys 80 PS3			P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
4	Carros Gramby 80 PS 3	16	4	P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
5	Locomotora Clayton	18	5	P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
6	Carros Gramby 80 PS 3	24	4	P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
7	Locomotora Clayton	7	5	P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 4			P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
8	Carros Gramby 80 PS 3	1	5	P E	P E														P E										
	Locomotora Clayton			P E	P E														P E										
	Carros Gramby 80 PS 3			P E	P E														P E										
9	Locomotora Clayton	2	4	P E	P E														P E										
	Carros Gramby 110 PS (3) 80 PS			P E	P E														P E										
	(1)			P E	P E														P E										

En la tabla 6 se presenta el programa de mantenimiento correspondiente al mes de marzo, en el cual se evidencia el incumplimiento del cronograma establecido para dicho periodo.

Capacitación inadecuada del personal

El personal encargado del mantenimiento y operación de las locomotoras y carros mineros no ha recibido la capacitación continua necesaria en técnicas avanzadas de mantenimiento, lo que limita su capacidad para realizar diagnósticos precisos y efectivos.

Tabla 7. Registro de capacitaciones realizadas

TEMA	MES CUMPLIMIENTO	A	B	C	CUMPLIMIENTO
Prevención de accidentes por caída de rocas	Ene-24	NO	NO	SI	33 %
Bloqueo de energías (eléctrica, mecánica, neumática, hidráulica y otros)	Feb-24	SI	SI	NO	67 %
Trabajos en caliente	Mar-24	NO	SI	NO	33 %
Tolerancias y ajustes en piezas mecánicas	Abr-24	SI	NO	SI	67 %
Trabajo de izaje de materiales	May-24	NO	NO	SI	33 %
Tipos de soldaduras de acero	Jun-24	NO	SI	SI	67 %
PROMEDIO CUMPLIMIENTO					50 %

Déficit de control de repuestos

de los problemas identificados, se observa que los repuestos necesarios para el mantenimiento y las reparaciones presentan demoras desde la generación de la orden de trabajo (OT), su aprobación por parte de las jefaturas, hasta la adquisición realizada por el área de logística. Existe una falta de inventario adecuado de repuestos críticos para las locomotoras y los carros, lo cual genera tiempos de espera prolongados para la reparación y reactivación de los equipos. Este factor contribuye al aumento del tiempo de inactividad y, en consecuencia, a una disminución de la disponibilidad operativa.

Tabla 8. Registro de consumo de repuestos

DESCRIPCIÓN REPUESTOS CRÍTICOS	CANTIDAD DE CONSUMO
C.4582/03 Chevrón Spring	704
Sd.656/10 C.5352/2 Worm Wheel	12
Sd.8447/4 Rail Wheel Equiv. 71302/2	20
Sd.786/17 Half Coupling	28
Sd.656/9 C.5354/3 Worm Shaft	12
Sd.847/2 Whell-Rueda Completa Eq.71462/1	8
Sd. 656/14 Roller Bearing C.6189/14	12
Sd.479/25(C.4375/22) Ball Bear Xlj 4.1/2"	20
Sd.2547/1 (C. 3638/1/E) Coupling	20
Sd.656/13 (C.6189/13) Taper (78225/78551	28

Sd. 656/4c 4753/1 Half Coupling Fixed Ge	14
020 120 009 Bearing Xlj 4-1/2" E	12
Sd.1651/14 Spherical Roller Eq.C.3568/14	36

Causas principales de los problemas:

Desgaste natural de sistemas de los equipos

La minería es una actividad de alta exigencia que genera un desgaste acelerado en los componentes de las locomotoras y carros mineros. Sin embargo, el mantenimiento no se realiza con la frecuencia necesaria para contrarrestar dicho deterioro.

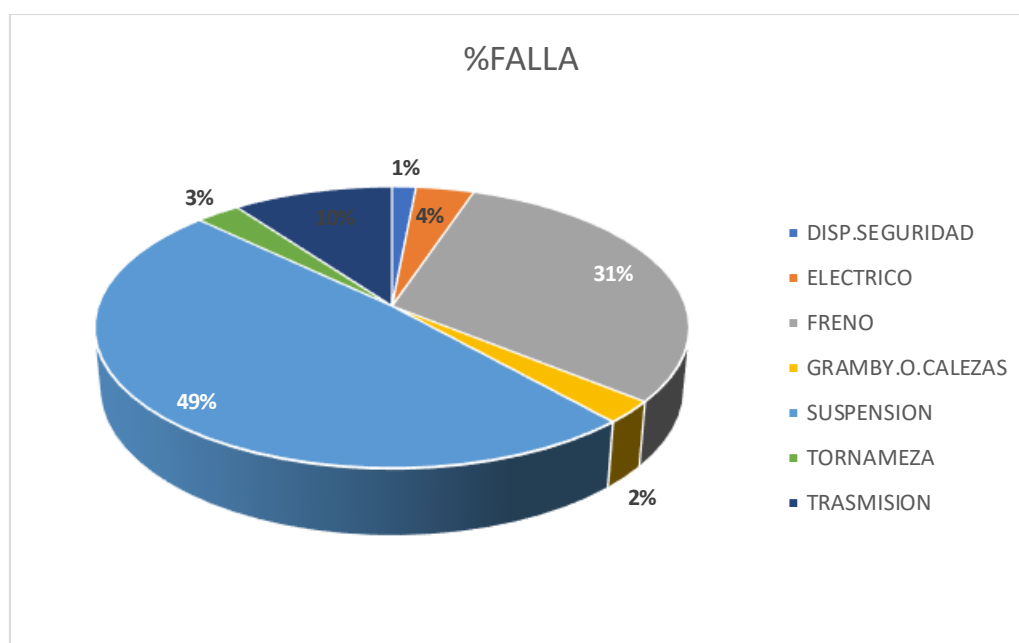


Figura 9: Falla por sistemas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se presenta la distribución de fallas por sistema, evidenciándose que el mayor porcentaje de fallas corresponde al sistema de suspensión (49 %), seguido del sistema de frenos (31 %).

La problemática diaria en el nivel 18 se origina, principalmente, por la falta de mantenimiento de la vía de cauville, lo cual ha generado sucesos de descarrilamiento de carros Gramby y locomotoras. Asimismo, se ha reportado un bajo rendimiento en la vida útil de los repuestos, tomando como referencia la locomotora N.º 1 y la N.º 08, en las cuales se ha documentado el cambio consecutivo de chevrónes con una duración máxima de 22 días. Además, se ha reportado recientemente la rotura del eje de un carro Gramby.

Componentes más afectados son:

Chevrón

Producto El estado deficiente de los rieles, con aberturas, sujeciones flojas y desniveles, provoca movimientos bruscos que fatigan y revientan los chevrónes.

Rodamientos

Los impactos ocasionados por los desniveles generan roturas en los rodamientos.

Chumacera

Las vibraciones causadas por las irregularidades en las vías comprometen la estabilidad de la chumacera, lo que deriva en daños colaterales en los chevrónes y rodamientos.

Eje tren

El exceso de carga (por bancos con medidas de 1,20 m debido a un disparo inadecuado) y el mal estado de las vías generan fatiga en el eje, lo que conlleva a su rotura.

Reten

Las vías desniveladas provocan la fatiga de los sellos, lo que produce fugas de aceite.

Tabla 9: Registro de vías en mal estado

ZONA	DESCRIPCIÓN	EVIDENCIA
Echadero Pique 790	Se observa desnivel de riel.	
Echadero Pique 790	Se observa el uso de riel de 45 empalmados a 60.	
WAY NV18	Se observa desnivel de riel como también desgaste de riel.	
BP-120	Se observa desgaste y desnivel de riel.	

BP-120	Se observa empalmes desnivelados y falta de perno.	
BP-120	Se observa desnivel de riel.	
Crucero inclinado 016	Se observa desnivel y desgaste de riel	
Crucero inclinado 016	Se observa desnivel de riel	
BY PASS 730	Se observa desnivel de empalme de riel	
RAMPA 922	Se observa desnivel y desgaste de riel	
XC-639	Se observa riel con abertura en los empalmes y desnivel.	

XC-639 Se observa riel con abertura en los empalmes y desnivel.



Tabla 10. Costo unitario por fallas de equipo

Ítem	Descripción	Precio Unitario
1	Chevrón Spring	\$700.18
2	Reten	\$200
3	Eje	\$1,976.38
4	32214 rodamientos	\$1000
5	Chumacera	\$1600
6	23218 rodamiento chumacera	\$6000
7	78225 CONO / 78551 PISTA	\$400

Falta de planificación en el mantenimiento

La empresa carece de un plan estructurado de mantenimiento preventivo, lo cual deriva en un uso ineficiente de los recursos disponibles. Esta situación genera paradas no planificadas y un bajo aprovechamiento de la maquinaria.

Inadecuada infraestructura de los talleres en interior mina

Los talleres ubicados en el interior de la mina no cuentan con la infraestructura adecuada para realizar mantenimientos y reparaciones oportunas. Esta deficiencia prolonga los tiempos de intervención y, por ende, incrementa los tiempos de parada de los equipos.

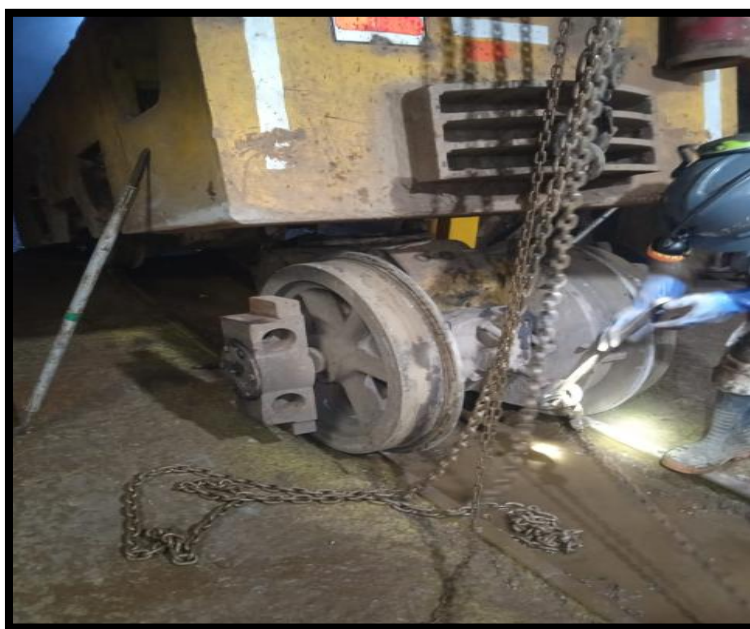


Figura 10. Espacio dentro del taller limitado para realizar las reparaciones



Figura 11. Talleres en interior mina sin condicion para reparacion y mantenimientos de locomotora y carros Gramby

Impacto de los problemas en la empresa:

Aumento de costos operativos

La reparación reactiva de equipos y la adquisición urgente de repuestos generan un incremento significativo en los costos operativos. La falta de un mantenimiento adecuado también conlleva la necesidad de realizar reparaciones más costosas y complejas.

Tabla 11. Repuestos costo general del mes de enero a junio

DESCRIPCIÓN DE REPUESTOS	PRECIO TOTAL
020 120 009 Bearing Xlj 4-1/2" E	\$5,139.72
111543 Bushing Motor Gear-Side Top Half	\$2,290.00
111544 Bushing Motor Gear-Side Bot Half	\$2,250.00
113555 Rel Washer Back Plate 1/2"X1/2"	\$408.00
2160169 Roller Bearing	\$1,020.00
41220026 Oil Seal	\$285.92
41220032 Oil Seal	\$1,768.00
C.4582/03 Chevrón Spring	\$61,616.00
Pista 742 Rodaje De Rodillo Cónico	\$471.20
Reten 114.3 X 88.9 X 12.7	\$66.00
Reten 165.1 X 139.7 X 12.7	\$121.44
Reten 63.5 X 88.8 X 12.7mm	\$10.72
Reten Cr 28116 71.44 X 98.43 X 11.11mm	\$464.00
Reten Cr 42528 107.95 X 139.7 X 11.11mm	\$430.40
Sd. 656/14 Roller Bearing C.6189/14	\$8,250.00
Sd. 656/4c 4753/1 Half Coupling Fixed Ge	\$5,550.00
Sd. 657/13 C.6189/13 020620011 Roller Be	\$2,432.56
Sd. 788/73c 3602/09 Rachet Plate	\$390.00
Sd.1651/14 Spherical Roller Eq.C.3568/14	\$4,621.66
'Sd.1651/15 Oil Seal-5 3/8" X 4" X 7/16"	\$553.84
Sd.1651/25 Locking Assembly (Conjunto	\$2,820.00

Sd.2547/1 (C. 3638/1/E) Coupling	\$7,680.00
Sd.2553/3 Flexible Bearing Eq. C.3582/4	\$1,632.00
Sd.479/25(C.4375/22) Ball Bear Xlj 4.1/2"	\$7,877.00
Sd.656/10 C.5352/2 Worm Wheel	\$16,388.60
Sd.656/13 (C.6189/13)Taper (78225/78551	\$5,946.56
Sd.656/15 C.6387/12 Oil Seal	\$369.40
Sd.656/9 C.5354/3 Worm Shaft	\$10,506.00
Sd.786/17 Half Coupling	\$11,060.00
Sd.788/74 C.3112/7 Pawl	\$50.00
Sd.8447/4 Rail Wheel Equiv. 71302/2	\$14,000.00
Sd.847/19 Chevrón Spring Equiv. C.3324/4	\$2,376.00
Sd.847/2 Whell-Rueda Completa Eq.71462/1	\$10,000.00
TOTAL GENERAL	\$188,845.02

Tabla 12. Costo de repuestos por mes

Mes	Suma de Valor del Pedido
Ene	\$ 83,656.34
Feb	\$ 38,291.60
Mar	\$ 20,147.44
Abr	\$ 11,880.00
May	\$ 28,249.60
Jun	\$ 6,620.04
Total general	\$ 188,845.02

Seguridad de los Trabajadores

Las fallas mecánicas imprevistas en locomotoras y carros mineros representan un riesgo para la seguridad de los trabajadores, ya que el mal funcionamiento de estos equipos en movimiento puede provocar accidentes graves.



Figura 12. Descarrilamiento de camión

Desgaste acelerado de los equipos

El deficiente mantenimiento provoca un desgaste acelerado de los equipos, lo que incrementa la frecuencia de reparaciones y reduce considerablemente la vida útil de los activos.

Tabla 13. Fallas más comunes

SISTEMA	SUBSISTEMA	% FALLA
Disp. Seguridad	Gata-cinturón-zapa-cuña-asiento-extintor	1.50 %
Eléctrico	Bocina	0.21 %
	Horómetro	0.43 %
	Motor	3.00 %
Freno	Articulación	0.21 %
	Brazo	0.21 %
	Trinquete	1.29 %
	Zapatillas	28.97 %
Gramby.	Pines	0.43 %
	Rueda locomotora	0.21 %
	Tapa de rueda	1.07 %
	Trompas de enganche	0.86 %
Suspensión	Acoplamientos	3.43 %
	Articulación	3.22 %
	Catalina	2.58 %
	Chevrónes	21.67 %
	Corona	1.72 %
	Pasadores	0.21 %
	Pines	0.21 %
	Reguladores	8.15 %
	Resorte	2.36 %
	Rodamiento caja chumacera	0.64 %
	Rueda locomotora	4.51 %
Tornamesa	Rodamiento tornamesa	2.79 %
Trasmisión	Aceite	1.29 %
	Acoplamientos	0.43 %
	Caja chumacera	2.36 %
	Chevrónes	1.29 %
	Corona	0.86 %
	Cruceta	0.43 %
	Piñón	1.07 %
	Reten de trasmisión	0.21 %
	Sin fin	2.15 %

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

Desarrollar una mejora del plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las locomotoras Clayton y carros Gramby de la empresa Minera Alpayana.

2.3.2. Objetivos específicos

Analizar el sistema actual de mantenimiento para identificar las principales causas de la indisponibilidad de las locomotoras Clayton y carros Gramby de la empresa minera Alpayana.

Diseñar una gestión de mantenimiento preventivas y predictivas para mejorar la disponibilidad de las unidades de la empresa Minera Alpayana.

Evaluar el plan de mantenimiento mejorado bajo los indicadores clave de rendimiento, tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación en las unidades locomotoras Clayton y carros Gramby de la empresa Minera Alpayana.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Justificación técnica

En la empresa minera Alpayana, las locomotoras Clayton y los carros Gramby son fundamentales para el transporte de mineral en operaciones subterráneas. No obstante, estos equipos presentan altos índices de falla, lo que reduce su disponibilidad operativa, incrementa los tiempos de inactividad y afecta negativamente la productividad minera. La ausencia de mejoras continuas en el plan de mantenimiento actual y la falta de metodologías avanzadas han limitado la capacidad de prevención de fallas críticas, generando altos costos operativos y menor eficiencia en el sistema de transporte.

2.4.2. Justificación económica

Las locomotoras Clayton y los carros Gramby constituyen activos críticos para la continuidad del transporte minero en la empresa minera Alpayana. Actualmente, la empresa afronta pérdidas económicas significativas debido a la baja disponibilidad de estos equipos, atribuida a fallas mecánicas recurrentes y prolongados tiempos de inactividad. Estas fallas ocasionan:

- ✓ Aumento en los costos de reparación correctiva, debido a averías inesperadas que requieren repuestos y mano de obra especializada.

- ✓ Pérdida de productividad por retrasos en el transporte del mineral, afectando los volúmenes de extracción y los cronogramas de despacho.

- ✓ Incremento del gasto en mantenimiento no planificado, impactando negativamente el presupuesto asignado a la operación minera.

✓ Mayor consumo de repuestos y materiales, a consecuencia de fallas prematuras derivadas de una gestión ineficiente del mantenimiento.

2.4.3. Justificación social

El bajo rendimiento de las locomotoras Clayton y los carros Gramby, causado por fallas mecánicas recurrentes, afecta no solo la producción minera, sino también el bienestar y la estabilidad laboral del personal. Las condiciones actuales generan:

- ✓ Retrasos operativos que incrementan la carga laboral y el nivel de estrés del personal.
- ✓ Mayor exposición a riesgos laborales, debido al funcionamiento deficiente de los equipos.
- ✓ Disminución en la motivación del personal, como resultado de la falta de continuidad en las operaciones, afectando su productividad y satisfacción.

La implementación de mejoras en el plan de mantenimiento contribuirá a un entorno de trabajo más seguro y estable, beneficiando la seguridad y el bienestar del personal.

2.4.4. Justificación profesional

La presente investigación no solo responde a una problemática técnica concreta en la empresa minera Alpayana, sino que también representa una oportunidad para fortalecer la formación profesional en el campo de la ingeniería industrial, especialmente en el área de gestión del mantenimiento. La propuesta permite aplicar conocimientos técnicos para optimizar procesos e implementar mejoras continuas en la operación minera.

2.5. Resultados esperados

La mejora del plan de mantenimiento se pudo lograr con la presentación y evaluación para su aprobación por parte de la jefatura de mantenimiento, en lo que la implementación comenzó:

- Se logró reunir a la jefatura de mantenimiento de la empresa GMI y la empresa minera Alpayana para la presentación de la problemática detectada.
- Una vez presentado la problemática, presente la propuesta de mejorar el plan de mantenimiento de las locomotoras Clayton y carros Gramby, y que requerían de la aprobación de nuevos formatos de mantenimiento.
- Capacitaciones específicas de mantenimiento e inspecciones en cada frecuencia de mantenimiento a aplicar.

- Con la aprobación de las mejoras presentadas, supervise la aplicación de cada recomendación brindada, desde las inspecciones a las locomotoras, las capacitaciones tanto a personal de mantenimiento como a encargados para su correcto registro.

Los resultados obtenidos, mostro beneficios claros y especialmente en el aumento de la disponibilidad de las locomotoras Clayton.

Tabla 14. Comparativa de registros de disponibilidad

DESCRIPCIÓN	ANTES DE MEJORA						CON MEJORA					
EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
LOCOMOTORA 01	85 %	70 %	80 %	50 %	55 %	75 %	97 %	96 %	97 %	84 %	93 %	85 %
LOCOMOTORA 02	90 %	87 %	25 %	59 %	83 %	82 %	96 %	95 %	92 %	97 %	96 %	94 %
LOCOMOTORA 03	93 %	92 %	92 %	90 %	85 %	80 %	94 %	98 %	95 %	96 %	96 %	80 %
LOCOMOTORA 04	90 %	89 %	90 %	92 %	87 %	89 %	80 %	87 %	90 %	95 %	84 %	93 %
LOCOMOTORA 07	19 %	90 %	82 %	92 %	85 %	87 %	96 %	96 %	90 %	95 %	95 %	84 %
LOCOMOTORA 08	85 %	75 %	60 %	90 %	92 %	50 %	80 %	84 %	95 %	96 %	95 %	83 %
LOCOMOTORA 13	87 %	90 %	87 %	89 %	90 %	93 %	99 %	98 %	60 %	99 %	99 %	80 %
LOCOMOTORA 16	88 %	90 %	89 %	92 %	92 %	87 %	80 %	87 %	83 %	91 %	86 %	82 %
LOCOMOTORA 18	89 %	87 %	91 %	92 %	89 %	90 %	95 %	97 %	97 %	99 %	80 %	90 %
LOCOMOTORA 24	70 %	79 %	65 %	72 %	80 %	75 %	80 %	85 %	95 %	86 %	86 %	85 %
LOCOMOTORA 27	91 %	89 %	90 %	90 %	87 %	85 %	98 %	98 %	97 %	95 %	97 %	80 %
LOCOMOTORA 28	75 %	87 %	85 %	70 %	82 %	77 %	80 %	93 %	98 %	90 %	99 %	95 %
LOCOMOTORA 29	91 %	95 %	95 %	92 %	93 %	95 %	94 %	97 %	90 %	98 %	96 %	99 %

En la tabla 14, se visualiza el registro de mantenimiento del año 2024, antes de la mejora y con la mejora implementada, logrando mejorar la disponibilidad de las locomotoras Clayton de manera satisfactoria para la empresa Minera Alpayana.

También se logró mejorar la programación de capacitaciones de mantenimiento para el área de MANTENIMIENTO MAESTRANZA, para el año 2025.

Tabla 15. Programación de Mantenimiento 2025

Área	Capacitación	Objetivo de la Capacitación	Tipo	Modalidad	Cantidad de horas	Nº Aprox. de participantes	Puestos	Institución sugerida	Mes de Ejecución
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Calibración y alineamiento de equipos bombas y motores	Mejorar en la correcta instalación de los eventos de los equipos para alargar la útil de los componentes. Realizar la correcta reparación de componentes aplicando los procesos establecidos para cada tipo de material. optimizar y reducir el consumo de energía eléctrica en los compresores y grupos electrógenos.	Externa	Presencial	16	30	Técnico Mecánico de Maestranza	Por definir	Marzo
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Proceso de soldadura	Reducir el tiempo de solicitud de repuestos	Externa	Presencial	24	30	Técnico soldador/mecanico	Soldexa	Febrero
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Compresores y grupos electrógenos	Reducir el tiempo de parada de los equipos y	Externa	Presencial	16	20	Supervisor Mecanico/compresorista	Atlas Copco	Abril
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	SAP PM		Externa	Virtual	20	10	Supervisor y Técnico Mecánico de Maestranza	Global Talent	Febrero
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Gestión de mantenimiento		Externa	Virtual	20	10	Supervisor y Técnico Mecánico de Maestranza	Tecsup	Enero

MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Power BI	generar un centro de gestión de mantenimiento. Mejorar las presentaciones para las reuniones semanales de las condiciones del área de trabajo Mejorar el tiempo de	Externa	Virtual	20	10	Supervisor y Técnico Mecánico de Maestranza	Cibertec	Marzo
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Mantenimiento preventivo de locomotora y carros garay	reparación de las locomotoras y cumplir los objetivos de disponibilidad de los equipos.	Externa	Virtual	20	10	Supervisor y Técnico Mecánico de Maestranza	Ferreyyros	Abril

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de la metodologías o actividades realizadas

3.1.1. Mantenimiento

Es una combinación de las acciones técnicas, y administrativas, durante el ciclo de vida de una máquina, destinada a conservarlo o devolverlo a su estado en el que pueda desarrollar su función. Con el mínimo personal, con la finalidad de optimizar la producción y disponibilidad mecánica de la máquina, sin comprometer a la seguridad (4).

3.1.2. Mantenimiento en la Industria Minera

El mantenimiento de equipos mineros es crucial para minimizar el tiempo de inactividad, mejorar la seguridad, y optimizar la eficiencia operativa. De acuerdo con Kumar y Ellingsen (2000), un programa de mantenimiento bien diseñado puede reducir significativamente los costos operativos y aumentar la vida útil de los equipos (3)

3.1.3. Ventajas del Mantenimiento

El mantenimiento de maquinarias es recomendable para las empresas, ya que cuenta con los siguientes beneficios:

- Una mayor duración en las maquinarias o instalaciones donde se apliquen.
- Un ahorro en el costo de reparaciones de las maquinarias a las que se les aplica el mantenimiento.
- Una mayor confiabilidad por parte de los colaboradores, ya que se encuentran en condiciones óptimas de trabajo.
- Condiciones laborales homogéneas para los colaboradores.

3.1.4. Desventajas del Mantenimiento

Al momento de llevar a cabo el mantenimiento se puede presentar cierto tipo de fallas en este, lo que trae consigo un retardo en el mantenimiento.

El costo de mantenimiento puede ser elevado, lo que produce una afectación en su presupuesto.

Resulta imposible garantizar el tiempo que se demorará el proceso de reparación de las fallas.

3.1.5. Tipos de mantenimiento:

3.1.5.1. Preventivo

Es un conjunto de tareas planificadas que buscan contrarrestar las causas de posibles fallas funcionales. Este tipo de mantenimiento garantiza la máxima disponibilidad y confiabilidad requerida por el usuario durante la operación del equipo, bajo condiciones técnicas exigidas que satisfagan sus necesidades en términos de calidad, cantidad y tiempo (5).

3.1.5.2. Correctivo

aplica cuando un equipo pierde su operatividad y no responde a la mayoría de sus funciones debido a fallas inesperadas en sus sistemas. Su finalidad es restaurar el funcionamiento del equipo a un nivel aceptable mediante tareas que lo devuelvan a condiciones adecuadas de servicio tras la falla (6).

3.1.6. Fases de mantenimiento preventivo

Las fases que deben considerarse para la adecuada planificación del mantenimiento preventivo son las siguientes:

3.1.6.1. Determinar

Consiste en identificar las posibles fallas que pueden presentarse durante los procesos ejecutados por los colaboradores. Asimismo, se evalúa si se están cumpliendo los requisitos del producto o servicio.

3.1.6.2. Proporcionar:

En esta fase, se comunica y sistematiza la información obtenida previamente, con el propósito de diseñar correctamente el plan de mantenimiento.

3.1.6.3. Mantener:

Con base en la información reunida, se diseña el mantenimiento preventivo, asegurando el orden organizacional y el cumplimiento de los estándares de calidad de productos o servicios.

3.1.7. Tipo de fallas

Las fallas corresponden a desperfectos o deterioros en un equipo que impiden su correcto funcionamiento. Estas se clasifican de la siguiente manera:

3.1.7.1. Fallas tempranas:

Ocurren al inicio de la vida útil del equipo y representan un porcentaje reducido del total de fallas. Suelen deberse a defectos en los materiales, errores de diseño o problemas de montaje.

3.1.7.2. Fallas adultas:

Son las fallas más frecuentes durante la vida útil del equipo. Surgen de forma gradual debido al uso continuo y pueden estar relacionadas con acumulación de suciedad, desgaste de componentes como rodamientos, filtros, entre otros.

3.1.7.3. Fallas tardías:

Representan una fracción menor de las fallas totales. Se presentan lentamente hacia el final de la vida útil del equipo, como en el envejecimiento del aislamiento de motores pequeños o la pérdida de flujo luminoso en lámparas.

3.1.8. Estrategias de implementación del mantenimiento

3.1.8.1. Inspecciones periódicas

Las inspecciones regulares permiten identificar signos tempranos de desgaste o deterioro, lo cual facilita la intervención oportuna mediante acciones preventivas (7).

3.1.8.2. Lubricación y Ajustes

Una lubricación adecuada, junto con ajustes precisos de los componentes mecánicos, es esencial para minimizar el desgaste y mantener el rendimiento óptimo de los equipos (8).

3.1.8.3. Uso de tecnologías de monitoreo

El empleo de tecnologías como el análisis de vibraciones y la termografía permite detectar problemas antes de que se conviertan en fallas críticas. Estas técnicas proporcionan datos valiosos para la toma de decisiones (9)

3.1.8.4. Evaluación y mejora continua

Un componente clave del plan de mantenimiento es la evaluación continua y la mejora del proceso. Las auditorías periódicas y la retroalimentación del personal son esenciales para ajustar y perfeccionar el plan de mantenimiento (10).

3.1.9. Impacto del mantenimiento en la disponibilidad de equipos

Un plan de mantenimiento efectivo mejora la disponibilidad de las locomotoras y carros mineros, lo que se traduce en una mayor productividad y menores costos operativos. La disponibilidad se define como la capacidad de un equipo para estar en condiciones operativas cuando se necesita (11).

3.1.10. Indicadores de mantenimiento:

Los indicadores de mantenimiento son métricas cuantitativas que permiten evaluar la eficiencia, eficacia y fiabilidad de los procesos de conservación de equipos. Estas métricas ofrecen una visión integral del desempeño del área de mantenimiento, ya sea en acciones correctivas, preventivas o predictivas, y orientan la toma de decisiones para optimizar la disponibilidad y continuidad operativa de los activos (6)

3.1.10.1. Tiempo medio entre fallas (MTBF - *Mean Time Between Failures*)

El MTBF representa el tiempo promedio que un equipo opera sin fallar dentro de un periodo determinado. Un valor alto de MTBF indica mayor confiabilidad del equipo. Este indicador se obtiene dividiendo el número total de horas operativas entre la cantidad de fallas ocurridas. Este valor refleja el comportamiento estadístico del sistema, estimando la duración esperada de funcionamiento continuo antes de una interrupción por falla (6), se expresa como:

$$MTBF = \frac{\text{Horas operativas del equipo}}{\text{Número de paradas debido a las fallas}} \quad (\text{Ec. 2})$$

3.1.10.2. Tiempo medio de reparación (MTTR - *Mean Time To Repair*)

Esta métrica mide el tiempo medio que tarda el equipo técnico en reparar una avería, desde el momento en que se detecta la falla hasta que el equipo vuelve a operar en condiciones normales. El MTTR depende de diversos factores como la complejidad del defecto, la competencia del personal técnico y la eficiencia del procedimiento establecido para resolverlo (5).

Dentro del cálculo del MTTR se considera el Tiempo de Reparación (TTR), entendido como el lapso efectivo entre la detección de la falla y la restitución funcional del equipo. Este tiempo incluye: la llegada del personal técnico al lugar de la avería, el diagnóstico del problema, la intervención mecánica o eléctrica, y la posterior verificación y puesta en marcha. Por tanto, el TTR es el componente operativo que alimenta el cálculo estadístico del MTTR.

La fórmula general aplicada es:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad del equipo}}{\text{Número de fallas}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Esta métrica permite tomar decisiones informadas sobre la eficiencia del mantenimiento correctivo y la necesidad de medidas preventivas adicionales.

3.1.10.3. Disponibilidad mecánica (DM):

Es la capacidad de la máquina para realizar exitosamente la función solicitada en un determinado instante del tiempo (6). Es una métrica que accede ver las horas útiles de funcionamiento de un equipo, para evaluar el MTBF, MTTR, para luego calcular el DM, aplicando la siguiente fórmula:

$$DM = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallas en horas.

MTTR = Tiempo medio para realizar una reparación en horas

La disponibilidad es la probabilidad de que el equipo funcione óptimamente en el instante en que se le necesita luego de comenzar su operación en condiciones normales, donde el tiempo total incluye a los tiempos: de operación, activo de refacción, inactivo, en manutención preventiva (en algunos casos), de gestión, de funcionamiento improductivo y, logístico. Es una característica que sintetiza cuantitativamente su perfil.

3.1.11. Carro minero Gramby

Los tradicionales carros mineros tipo Gramby son ampliamente utilizados en operaciones mineras subterráneas donde se requiere altos volúmenes de extracción a bajo costo. Estos robustos carros están disponibles en capacidades desde 60 pies cúbicos hasta 180 pies cúbicos.



Figura 13. Carro minero Gramby
Fuente: Tomado de Blanchard y Fabrycky

Los coches de mina de lado caído son adecuados para la minería superficial y subterránea de mina, para transportar el mineral, rocas de desecho y otros materiales a lo largo de los túneles y lugares de trabajo de superficie.

3.1.12. Mantenimiento de carro minero Gramby

El mantenimiento de carros mineros es esencial para garantizar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones mineras. Una adecuada planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento asegura la continuidad de las actividades mineras con menos interrupciones y mayor seguridad para todos los involucrados.

3.1.12.1. Partes de carro minero gramby

Tabla 16. Partes del carro Gramby

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
CARRO GAMBY	
1	Eje
2	Ruedas 16" ϕ
3	Rodajes skf 32218
4	Laberino
5	Anillo plano
6	Tuerca castillo
7	Tapa de rueda
8	Pernos de 1/2" ϕ
9	Soporte de amortiguador
10	Amortiguador de disco

- 11 Pasador de pivot
- 12 Pasador de brazos
- 13 Pines de brazos
- 14 Trompa de enganche willinson

QUINTA RUEDA

- 15 Quinta rueda
- 16 Eje
- 17 Rodajes skf 32212
- 18 Anillo plano
- 19 Tuerca castillo
- 20 Laberinto
- 21 Tapa

Fuente: Tomada de GMI

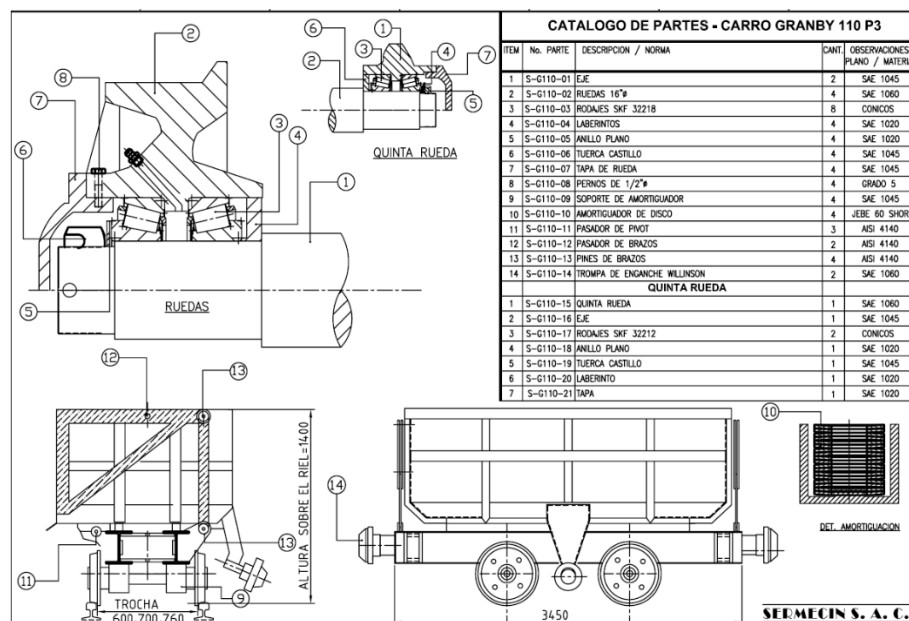


Figura 14: Partes del carro minero Gramby
Fuente: Tomada de GMI

3.1.13. Locomotora

Locomotoras mineras

En estos últimos años, el uso de locomotoras mineras se ha intensificado, hoy en día se cuenta con modelos de locomotoras con motor diésel y motor eléctrico tanto a batería como en sistema trolley desde 2TM hasta 20TM de peso adherente. La fabricación de estos equipos se realiza bajo un estricto control de calidad. Las proveedoras cuentan con un área de ingeniería mecánico y eléctrico y una planta de ensamblaje muy bien implementados.

Asimismo, entre los últimos desarrollos se encuentran locomotoras de 15 y 20 toneladas métricas de peso adherente para acarreo de minerales de hasta 200 TM por viaje en túneles de extracción principal. Entre las principales características de estos equipos se encuentran el uso de controles electrónicos de última generación para uso específico en minas

subterráneas (o de controles electromecánicos especialmente diseñados para esas potencias). sistemas de freno neumáticos, y potencias de 120hp hasta 150hp 250vdc con motores DC de tracción importados. Además, estos equipos cuentan con sistemas de protección eléctrica mejorados con componentes de alta calidad.

Locomotoras mineras a batería.

Las locomotoras mineras a batería están destinadas para el transporte horizontal sobre rieles, especialmente en minas con medio húmedo y polvoriento con riesgos de explosión del polvillo de carbón y/o gas metano, son capaces de desplazarse por carriles con pendiente superables de hasta 35 % (2) y a temperaturas desde - 10°C hasta + 35 °C. El diseño técnico de las locomotoras responde a las normas correspondientes para uso subterráneo. Las locomotoras a batería son impulsadas por dos motores eléctricos trifásicos asíncronos de ejecución inexplorable, con enfriamiento autónomo y con regulación de revoluciones por convertidor de frecuencias, el cual facilita una marcha constante y frenado efectivo, garantizado por dos sistemas autónomos de frenos para ambos puentes, el freno electrodinámico - con los motores eléctricos y cajas de velocidades y el frenado mecánico de dos circuitos - directamente en las ruedas. Las locomotoras en algunos modelos cuentan con una o dos cabinas, cerradas, con visión y mando para ambas direcciones desplazamiento.



***Figura 15. Locomotora de Batería
Fuente: Tomada de GMI***

Locomotoras a trolley

Las locomotoras mineras a trolley, están destinadas para el transporte horizontal sobre rieles, especialmente en minas con medio húmedo y polvoriento sin riesgo de explosión de los polvos de carbón y gases metano. Es capaz de desplazarse por carriles con pendiente superable de hasta 35 % y a temperaturas desde - 10 hasta + 35 °C.

Las locomotoras en sus diferentes modelos están impulsadas por dos motores eléctricos trifásicos asíncronos con enfriamiento autónomo y con variación de revoluciones por convertidor de frecuencias, el cual facilita una marcha constante, así como también un frenado efectivo, garantizado por dos sistemas de frenos independientes para ambos puentes, el freno electrodinámico con los motores eléctricos y cajas de velocidades, y los frenos mecánicos de dos circuitos directamente en las ruedas. Esta locomotora cuenta con una o dos cabinas cerradas con visión y mando para ambas direcciones de desplazamiento.



*Figura 16. Locomotora de trolley
Fuente: Tomada de GMI*

3.1.14. Mantenimiento de locomotora

No se puede subestimar la importancia de la habilidad de realizar el mantenimiento de las locomotoras. En la industria minera, las locomotoras son la columna vertebral del transporte de mineral a través de grandes distancias. Un mantenimiento adecuado garantiza que las locomotoras funcionen a sus niveles óptimos de rendimiento, reduciendo el riesgo de averías y accidentes.

Las señales de que una locomotora puede requerir mantenimiento incluyen ruidos inusuales, vibraciones, rendimiento reducido, humo o emisiones excesivas, fugas de líquidos, luces de advertencia o códigos de error e irregularidades en el consumo de combustible. Si se observa alguno de estos signos, es recomendable realizar una inspección minuciosa y solucionar el problema lo antes posible.

El mantenimiento regular de las locomotoras ofrece varios beneficios, que incluyen mayor seguridad, mayor confiabilidad, mayor rendimiento, mayor vida útil y menores costos operativos. Al identificar y abordar problemas potenciales desde el principio, el mantenimiento ayuda a prevenir averías importantes, garantiza el funcionamiento óptimo de los sistemas locomotora y contribuye a la eficiencia operativa general.

3.1.14.1. Partes de locomotora

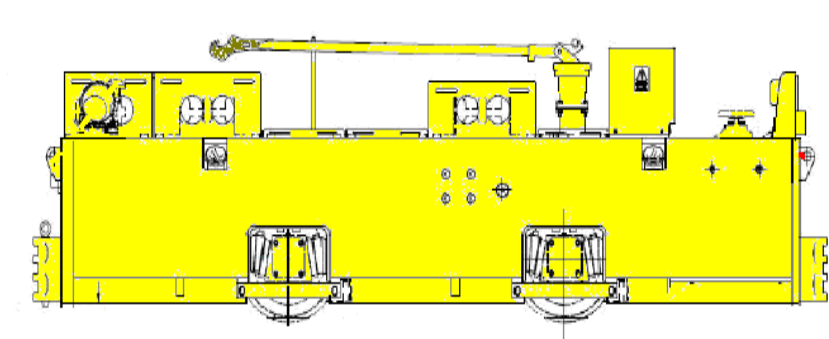


Figura 17. Partes principales de la locomotora Clayton
Fuente: Tomada de GMI

Tabla 17. Partes de la locomotora

Nº	PARTES DE LOCOMOTORA
1	Chasis, tapas, cubiertas
2	Trompas de enganche
3	Ruedas, pestañas
4	Mandos finales
5	Muelles / chevrones
6	Pines de los brazos de freno
7	Cables eléctricos
8	Batería
9	Faros delanteros
10	PLUG (verificar el estado)
11	Tornamesa
12	Pértiga
13	Jarper
14	Zapatilla
15	Triangulo de seguridad
16	GANCHOS
17	PINES CON ASA
18	HERRAMIENTAS (Pico y lampa)
19	ESTRIBO DE LA LOCOMOTORA
	CABINA

20	Asiento
21	Interruptor de faros
22	Palanca freno de servicio
25	Inversor de marcha
26	Pedal de hombre muerto
29	CLAXON (funcionamiento)
30	CONTROL DE VELOCIDAD (función)
31	Cable de extensión

Tabla 18. Datos técnicos de la Locomotora

DATOS TECNICOS DE LOCOMOTORAS			
TIPO:		CAJAS CHUMACERAS	
MARCA:	CLAYTON	RODAMIENTO:	22215
N° DE SERIE:	207100	RETEN:	
SUMINISTRADO POR:		FRENO	
PESO DE LA LOCOMOTORA:	4 TN	ZAPATAS:	BANDAS DE ASBESTO
MOTOR		TIPO DE ACCIONAMIENTO:	VOLANTE CON TRINQUETE
RPM:	1250	OTROS DATOS	
HP:	30	TIPO DE SUSPENSION:	CHEVRON
VOLTAJE:	250	DIAM. DE RUEDAS (ESTRADO):	
AMPERAJE:	100	ALTURA DE LA PESTAÑA DE LA RUEDA:	
N° DE VELOCIDADES:	5	TIPO DE FIJACION DE LAS RUEDAS AL EJE:	
N° DE MOTORES:	1	TIPO DE ACOPLER DE TRANSMISION:	CRUCETA CARDAN
TRANSMISION		RODAMIENTO DEL JARPER:	XL 4 1/2" J (2 UNID.)
TIPO:	CORONA Y SIN FIN	TIPO DE CARROS MINEROS:	U-35
RETENES DE EJE:	6" X 4" X 5/8"	N° DE CARROS MINEROS QUE ARRASTRA:	9
		ZONA Y NIVEL DE TRABAJO:	OROYA NV-12
RODAMIENTOS:	6022	FECHA DE OPERACIÓN EN EL NIVEL:	
		OPERATIVIDAD EN % DE LA LOCOMOTOIRA:	
TIPO DE LUBRICANTE:	SHELL SPIRAX G-140	FALLAS FRECUENTES DE LA LOCOMOTORA:	
		MARCA, TIPO, CODIGO, CAPACIDAD DE LA GATA ENCARILADORA:	

Fuente: Tomado de Kumar y Ellingsen

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

El plan de mantenimiento se desarrolló con el objetivo de abordar los problemas actuales de disponibilidad de equipos.

Se empleó el diagrama de Pareto, también conocido como la ley de Pareto o regla del 80/20, un principio que establece que el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas. A partir de esta metodología, se identificaron las paradas de los equipos en relación con sus sistemas de funcionamiento.

Tabla 19: Cuadro de disponibilidad acumulada de enero a junio por equipo

EQUIPO	DISPONIBILIDAD
Locomotora 01	69 %
Locomotora 02	71 %
Locomotora 03	89 %
Locomotora 04	90 %
Locomotora 07	76 %
Locomotora 08	75 %
Locomotora 13	89 %
Locomotora 16	90 %
Locomotora 18	90 %
Locomotora 24	74 %
Locomotora 27	89 %
Locomotora 28	73 %
Locomotora 29	93 %

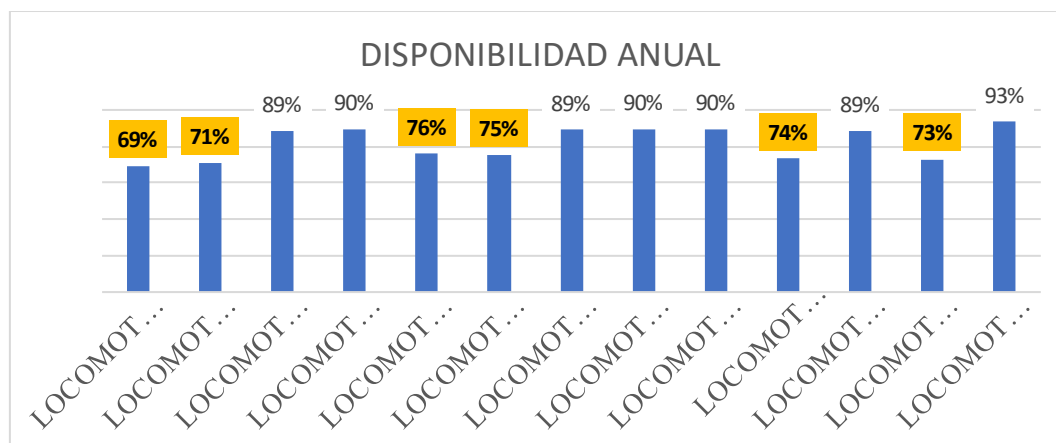


Figura 18. Diagrama general de disponibilidad

En la figura 18, se visualiza la baja disponibilidad de seis locomotoras, en comparación con las otras siete locomotoras Clayton de la Unidad Minera Alpayana..

Tabla 20. Cuadro de Pareto con mayores fallas

EQUIPO	CANTIDAD DE FALLA	%	PORCENTAJE ACUMULADO
Locomotora 01	43	21 %	21 %
Locomotora 07	41	20 %	42 %
Locomotora 08	39	19 %	61 %
Locomotora 02	37	18 %	79 %
Locomotora 24	28	14 %	93 %
Locomotora 28	14	7 %	100 %

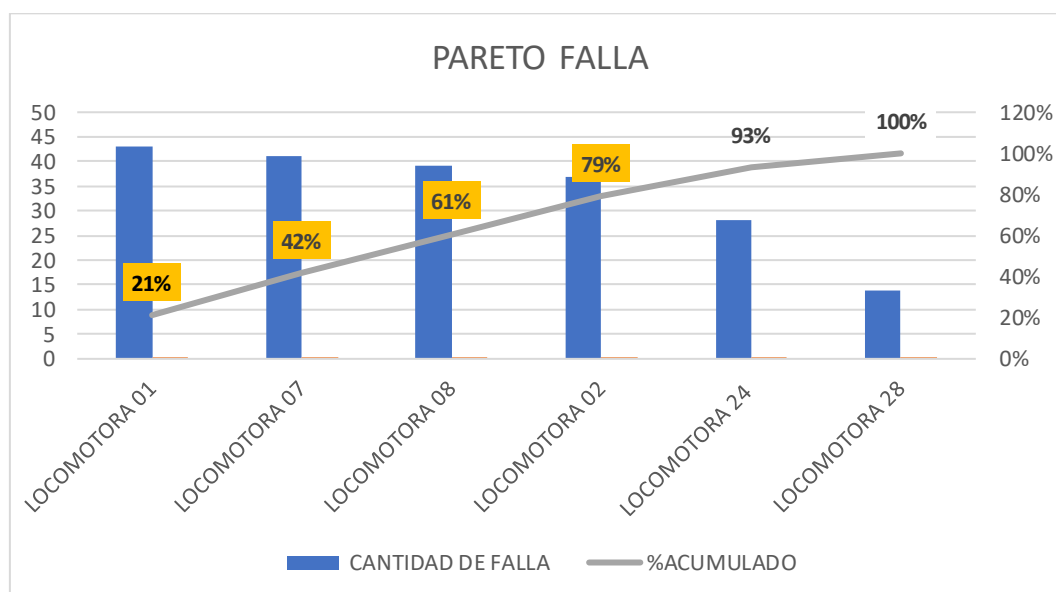


Figura 19. Diagrama con mayor falla

En la figura 19, muestra que las locomotoras 1, 7, 8 y 2 presentaron la mayor cantidad de fallas, en comparación con las unidades 24 y 28.

Tabla 21. Cuadro de Pareto por fallas de sistemas

SISTEMA	FALLA	%	PORCENTAJE ACUMULADOR
Suspensión	104	52 %	52 %
Freno	54	27 %	79 %
Trasmisión	15	8 %	87 %
Eléctrico	9	5 %	91 %
Gramby.	8	4 %	95 %
Tornamesa	6	3 %	98 %
Disp. Seguridad	4	2 %	100 %

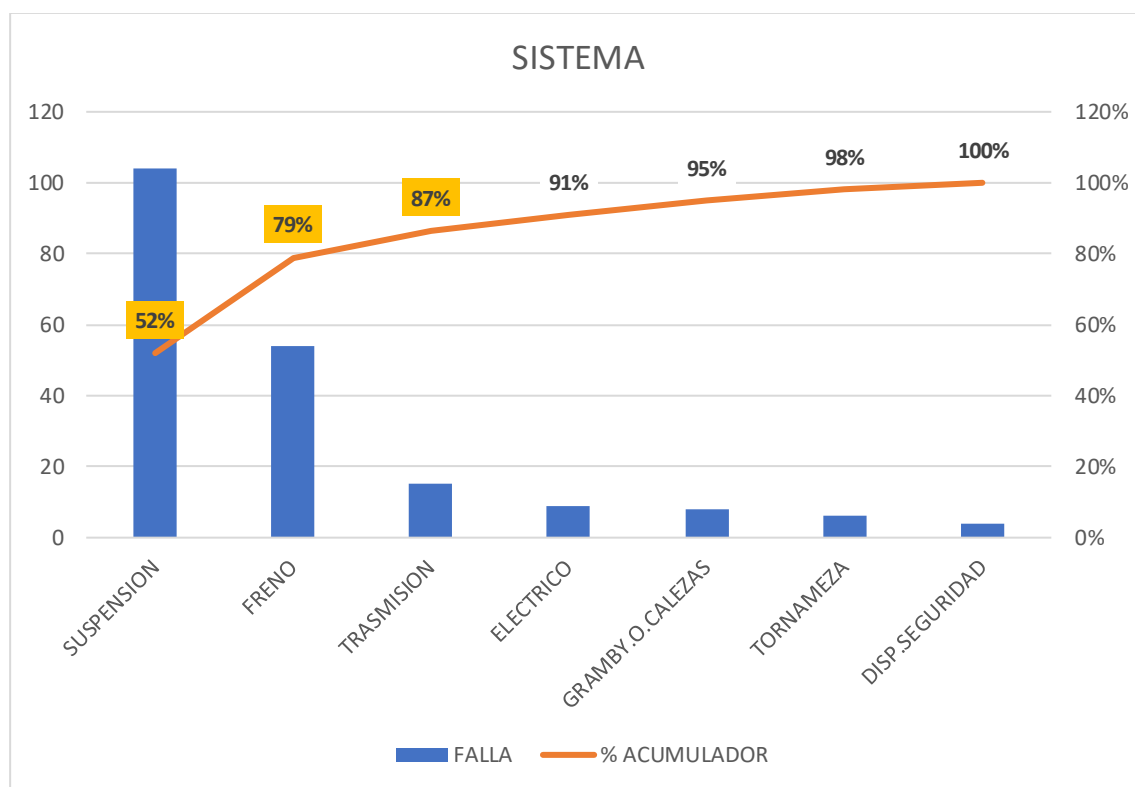


Figura 20. Diagrama por fallas de sistemas

En la figura 20, se evidencia que los sistemas de suspensión, freno y transmisión registraron la mayor cantidad de fallas, lo cual justifica su prioritaria intervención.

Tabla 22. Cuadro de Pareto de subsistemas – suspensión

SISTEMA	FALLA	%	PORCENTAJE ACUMULADOR
Chevrones	53	51 %	51 %
Reguladores	15	14 %	65 %
Rueda locomotora	12	12 %	77 %
Acoplamiento	9	9 %	86 %
Corona	6	6 %	91 %
Articulación	4	4 %	95 %
Rodamiento caja chumacera	3	3 %	98 %
Pasadores	1	1 %	99 %
Pines	1	1 %	100 %

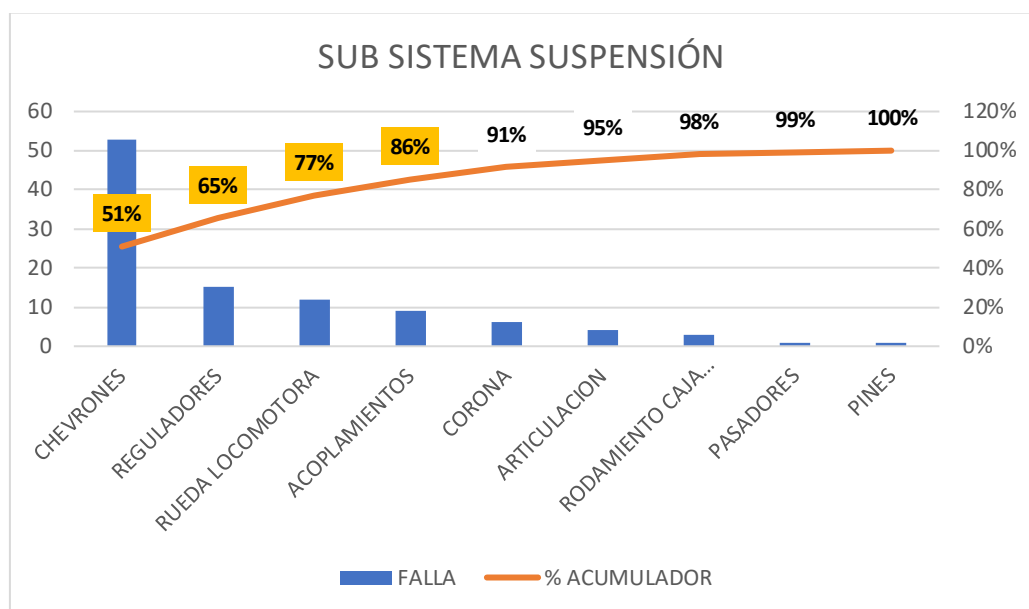


Figura 21. Diagrama por fallas de subsistemas suspensión

En la figura 21, dentro del sistema de suspensión, se observa una alta frecuencia de fallas en los chevrone, reguladores, ruedas locomotoras y acoplamientos, en relación con otros subsistemas.

Tabla 23. Cuadro por fallas de subsistemas – freno

SISTEMA	FALLA	%	PORCENTAJE ACUMULADOR
Zapatatas	49	91 %	91 %
Trinquete	4	7 %	98 %
Articulación	1	2 %	100 %

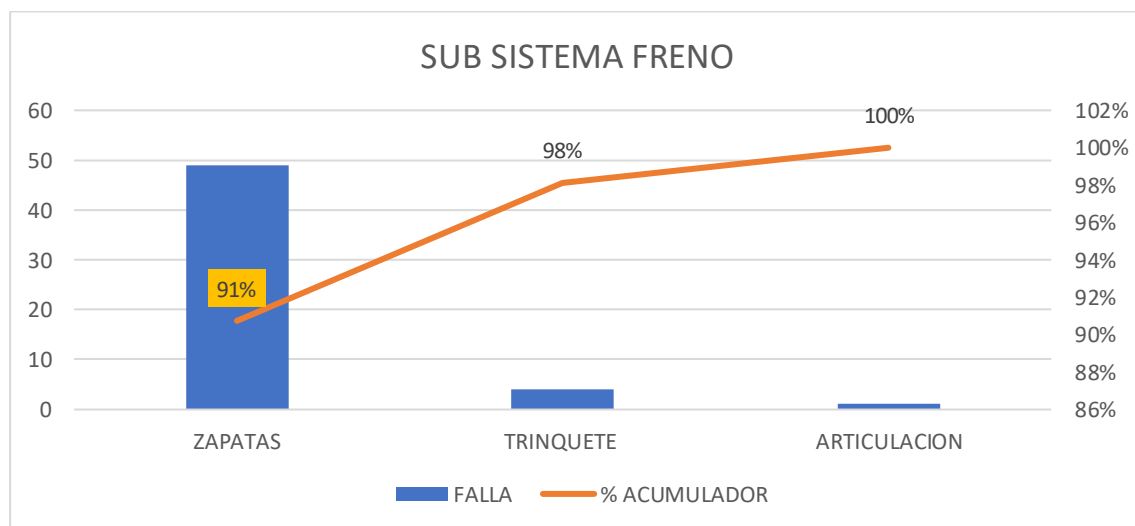


Figura 22. Diagrama por fallas de subsistemas – freno

La figura 22 revela que, en el sistema de frenos, las zapatas presentaron el mayor número de fallas, superando al trinquete y a la articulación.

Tabla 24: Cuadro por fallas de subsistemas – transmisión

SISTEMA	FALLA	%	PORCENTAJE ACUMULADOR
Aceite	3	20 %	20 %
Caja chumacera	3	20 %	40 %
Corona	3	20 %	60 %
Acoplamiento	2	13 %	73 %
Cruceta	1	7 %	80 %
Piñón	1	7 %	87 %
Reten de transmisión	1	7 %	93 %
Sin fin	1	7 %	100 %

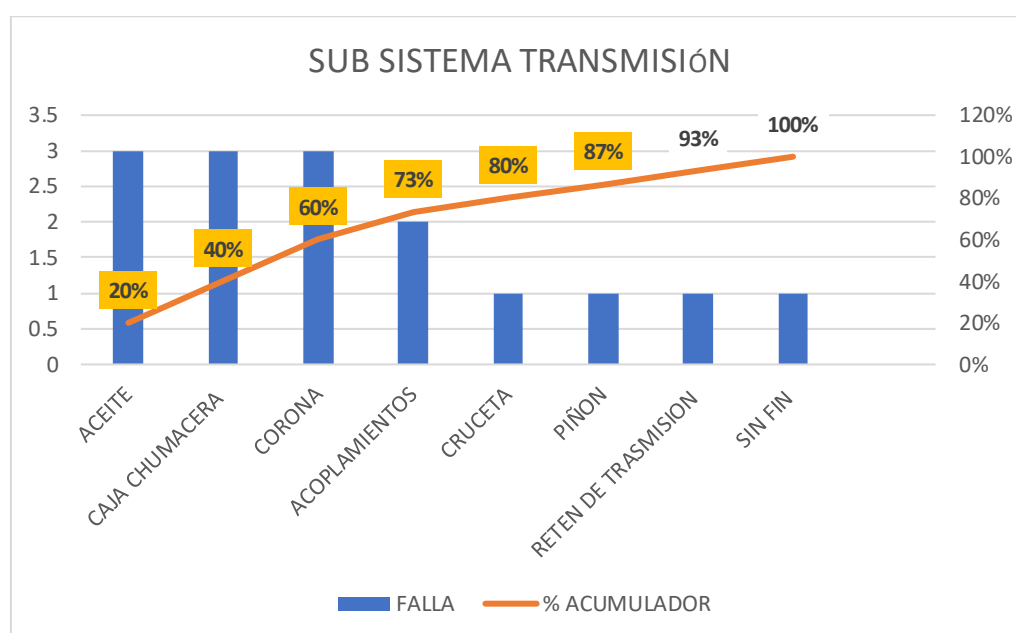


Figura 23. Diagrama por fallas de subsistemas - transmisión

En la figura 23, se identificaron los subsistemas más críticos dentro del sistema de transmisión, los cuales serán intervenidos para mejorar la disponibilidad del sistema.

Por lo tanto, se concluye que los subsistemas mencionados poseen un nivel elevado de criticidad. En consecuencia, se propone elaborar e implementar un plan de mantenimiento orientado a reducir tanto el número como el tiempo de paradas. En la siguiente figura se presentan los cuatro tipos de fallas identificadas.

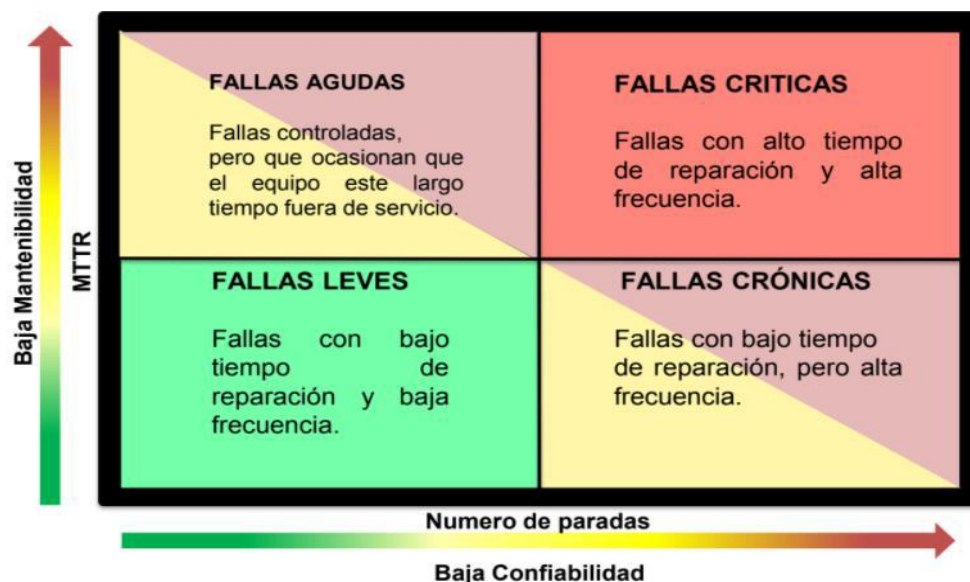


Figura 24. Fallas según gravedad
Fuente: Tomado de Mayorga y Olmedo

El diagnóstico realizado evidenció la existencia de fallas recurrentes en los sistemas mecánicos y eléctricos de las locomotoras Clayton y los carros Gramby. A través de una revisión minuciosa de los registros de mantenimiento, se determinó que las paradas no planificadas y los tiempos de inactividad de los equipos afectaban negativamente la productividad. Esta situación generaba altos costos de reparación y aumentaba el riesgo de fallas catastróficas, producto de una gestión de mantenimiento ineficiente, como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 25. Resultados del diagnóstico encontrado

Aspecto Evaluado	Diagnóstico/Resultado
Disponibilidad de Equipos	Baja disponibilidad de locomotoras y carros Gramby.
Fallas Comunes	Las fallas más comunes se presentan en los sistemas de freno (135 fallas de zapatas) y suspensión (101 fallas de chevrónes).
Plan de Mantenimiento	El mantenimiento es principalmente reactivo, con paradas no planificadas y tiempos de inactividad elevados.
Capacitación del Personal	Capacitación insuficiente y poco continua para el personal de mantenimiento, lo que limita la capacidad de diagnóstico efectivo.
Control de Repuestos	Demoras en la solicitud y compra de repuestos, con falta de inventario adecuado de repuestos críticos.
Condiciones del Taller	Talleres en interior mina sin condiciones adecuadas para reparaciones, lo que aumenta el tiempo de inactividad de los equipos.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo	Falta de planificación y control en el mantenimiento preventivo y correctivo, resultando en paradas imprevistas de equipos.
Costos Operativos	Aumento de costos operativos debido a la reparación reactiva y el incumplimiento del programa de mantenimiento.
Seguridad	Riesgo para la seguridad de los trabajadores debido a fallas mecánicas y la falta de mantenimiento preventivo.

A partir de este diagnóstico, se diseñó un plan optimizado que incorporó mejoras en las metodologías de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, mediante el uso de herramientas como el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) y el Análisis de Causa Raíz (RCA). Asimismo, se implementaron nuevas estrategias de monitoreo de condiciones y se capacitó al personal técnico para mejorar la calidad de las intervenciones y reducir los tiempos de inactividad.

4.1.2. Alcance de las Actividades Profesionales

Mediante el presente trabajo, se pretende mejorar diversos aspectos en el área de mantenimiento de los carros mineros y locomotoras utilizados por la empresa minera Alpayana, dado que durante el año 2024 se reportó una baja disponibilidad por múltiples factores. Esta investigación se plantea con los siguientes objetivos:

- Mejorar la disponibilidad de las locomotoras Clayton y carros Gramby.
- Identificar las principales causas que generan la indisponibilidad de los equipos.
- Diseñar una gestión de mantenimiento preventivo y predictivo en la Empresa Minera Alpayana.
- Evaluar el desempeño del mantenimiento a través de indicadores clave de gestión.

4.1.3. Entregables de las Actividades Profesionales

Se desarrollaron formatos (ver figuras 35, 36 y 37), pruebas y documentos (ver Anexos 4, 5 y 6) para cada tipo de mantenimiento en los carros mineros y locomotoras. Estos entregables permiten realizar una preinspección antes del mantenimiento correspondiente, así como inspecciones durante y después del mismo. El objetivo es asegurar que los equipos, al salir de mantenimiento, no sufran paradas innecesarias o recurrentes por fallas correctivas. Entre los formatos desarrollados se incluyen los siguientes:

4.1.3.1. Subsistemas de freno

- Inspeccionar el desgaste de las zapatas de freno

- Inspeccionar el estado de los pasadores
- Inspeccionar el estado de la palanca de freno
- Inspeccionar el estado trinquete
- Inspeccionar el desgaste de los brazos de la zapata

4.1.3.2. Subsistema de suspensión

- Inspeccionar el estado de los muelles de suspensión
- Inspeccionar el estado de brazos de suspensión motor
- Inspeccionar el estado de los muelles de brazo de suspensión
- Inspeccionar el estado de los chevrones
- Inspeccionar el estado de las cajas chumaceras

4.1.3.3. Subsistema de transmisión

- Inspección del estado de la cruceta
- Medir el desgaste de la pista de la rueda
- Medir el desgaste de las pestañas de la rueda
- Pintura de la locomotora
- Inspección de los dispositivos seguridad

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodología

El presente trabajo de investigación examinó los sistemas de funcionamiento de las locomotoras Clayton y los carros Gramby, recopilando información a partir de los registros disponibles en el sistema SAP que maneja la empresa.

El estudio ofrece una visión detallada con el objetivo de mejorar el plan de mantenimiento previamente aplicado, optimizando las acciones orientadas a reducir las fallas correctivas que venían presentándose con frecuencia.

Se empleó un enfoque cuantitativo y no experimental para la recopilación de datos e información. El análisis se centró en el diagnóstico de las locomotoras y los carros Gramby, con la finalidad de priorizar los sistemas que presentaban mayor recurrencia de fallas correctivas, a fin de elaborar una propuesta de mejora que brinde soluciones inmediatas. Esta propuesta busca asegurar que las locomotoras Clayton y los carros Gramby cumplan adecuadamente sus funciones y operaciones planificadas.

De esta forma, el presente trabajo de suficiencia profesional describirá el análisis de los resultados obtenidos en cuanto a la disponibilidad de equipos, alcanzada tras la implementación de mejoras en el área de Mantenimiento Maestranza.

4.2.2. Técnicas

Durante la ejecución del presente trabajo, se realizaron inspecciones a los carros mineros y locomotoras pertenecientes a la empresa. Algunas de las técnicas empleadas para la recopilación de información fueron las siguientes:

4.2.2.1. Observación directa

Se aplicó la técnica de observación directa a una muestra no probabilística, compuesta por personal de las áreas de mantenimiento y logística, quienes están directamente involucrados en la operación y mantenimiento de los carros mineros y locomotoras. Se consideraron los siguientes perfiles profesionales:

- Jefe de Maestranza
- Supervisor de Mantenimiento
- Planeamiento
- Logística
- Mecánicos Nivel 1
- Técnico Mecánicos



Figura 25. Coordinación con personal de Mantenimiento

4.2.2.2. Entrevistas

Se utilizó la técnica de entrevista para el desarrollo del presente trabajo. Esta consiste en obtener testimonios, opiniones, experiencias y documentos relacionados con el estado actual de los equipos y sus procesos de mantenimiento. Para su aplicación, fue necesario contar con la autorización del líder del equipo de talleres. La participación del equipo de mantenimiento resultó fundamental, ya que permitió recopilar información directa sobre los problemas operativos y de mantenimiento presentes en la empresa.



Figura 26. Entrevista con equipo de trabajo de Locomotoras Clayton

Encuestas

1. Datos Generales (Opcional)

- Área de trabajo:
 - Mantenimiento
 - Operaciones
 - Logística
 - Otros: _____
 - Cargo: _____
 - Años de experiencia en la empresa: _____
-

2. Evaluación General del Plan

1. ¿Considera que el plan de mantenimiento ha mejorado la disponibilidad de locomotoras y carros mineros?
 - Sí, significativamente
 - Sí, de forma moderada
 - No ha habido mejoras significativas
 - No ha mejorado
 2. ¿Cómo calificaría la planificación de las actividades de mantenimiento?
 - Excelente
 - Buena
 - Regular
 - Mala
 3. ¿Cree que los recursos disponibles (repuestos, herramientas, personal) son suficientes para ejecutar el plan?
 - Sí
 - No
-

3. Impacto en las Operaciones

4. ¿Ha observado una reducción en los tiempos de inactividad de los equipos?
 - Sí
 - No

Figura 27. Formato de entrevista aplicada (1/2)

- No estoy seguro/a

5. ¿El plan ha contribuido a mejorar la seguridad en las operaciones?

- Sí
- No
- No estoy seguro/a

6. ¿Qué tan satisfecho(a) está con el impacto del plan en la productividad general?

- Muy satisfecho/a
- Satisfecho/a
- Neutral
- Insatisfecho/a

4. Capacitación y Participación

7. ¿Recibió capacitación adecuada para implementar las actividades del plan de mantenimiento?

- Sí
- No

8. ¿Se siente involucrado(a) en las decisiones relacionadas con el mantenimiento de los equipos?

- Sí
- No

5. Sugerencias y Opiniones

9. ¿Qué aspectos del plan de mantenimiento cree que se podrían mejorar?

10. ¿Tiene alguna sugerencia adicional para optimizar el plan?

Agradecemos su tiempo y

Figura 28. Formato de entrevista aplicada (2/2)

4.2.2.3. Análisis de criticidad

El análisis de criticidad permitió identificar y evaluar el nivel de importancia de los equipos pesados de la empresa, considerando diversos factores clave, tales como la frecuencia de fallas, el tiempo promedio de reparación, la disponibilidad de repuestos, la efectividad

operativa, el backlog de mantenimiento, así como los riesgos asociados a la seguridad del personal, los equipos y el medio ambiente.

Tabla 26. Registro de porcentaje de fallas por sistemas y subsistemas

SISTEMA	SUBSISTEMA	PORCENTAJE DE FALLA	FALLA
DISP.SEGURIDAD	Gata-cinturón-zapa-cuña-asiento-extintor	1.50 %	7
	Bocina	0.21 %	1
ELECTRICO	Horómetro	0.43 %	2
	Motor	3.00 %	14
FRENO	Articulación	0.21 %	1
	Brazo	0.21 %	1
	Trinquete	1.29 %	6
	Zapatillas	28.97 %	135
	Pines	0.43 %	2
GRAMBY.O. CALEZAS	Rueda locomotora	0.21 %	1
	Tapa de rueda	1.07 %	5
	Trompas de enganche	0.86 %	4
	Acoplamientos	3.43 %	16
	Articulación	3.22 %	15
	Catalina	2.58 %	12
	Chevrones	21.67 %	101
	Corona	1.72 %	8
	Pasadores	0.21 %	1
	Pines	0.21 %	1
SUSPENSIÓN	Reguladores	8.15 %	38
	Resorte	2.36 %	11
	Rodamiento caja chumacera	0.64 %	3
	Rueda locomotora	4.51 %	21
	Rodamiento tornamesa	2.79 %	13
TORNAMEZA	Aceite	1.29 %	6
	Acoplamientos	0.43 %	2
	Caja chumacera	2.36 %	11
	Chevrones	1.29 %	6
	Corona	0.86 %	4
TRASMISIÓN	Cruceta	0.43 %	2
	Piñón	1.07 %	5
	Reten de transmisión	0.21 %	1
	Sin fin	2.15 %	10

4.2.3. Instrumentos

Para la implementación del plan de mantenimiento se emplearon instrumentos tecnológicos, herramientas de medición, recursos humanos y operativos. Entre los instrumentos utilizados destacan los siguientes:

- Registro del personal involucrado
- Formato de inspección de locomotora.

Estos instrumentos permitieron documentar adecuadamente el proceso, realizar las inspecciones respectivas y asegurar un control eficiente en cada etapa del mantenimiento.

GMI		FORMATO		Codigo: FOR-SSO-005	
		REGISTRO DE ASISTENCIA		Versión: 03	
				Página: 1 de 1	
Razón Social: Gestión Minera Integral S.A.C.		RUC N° 20602670130		N° TRAB: 14	
Dirección: Calle los Laureles, Lt 22-A-2 Semirústica La Capitana, Lurigancho		Actividad Económica: Explotación de minas y canteras			
Reunión Seguridad 5 minutos: ☐		Taller: ☐		Reunión de Trabajo: ☐	
Curso de Capacitación: ☒		Conferencia: ☐		Entrenamiento: ☐	
Inducción: ☐		Simulacro de Emergencia: ☐		Otros: ☐	
Expositor: <i>Don Valodolob Garza</i>		Cargo: <i>Supervisor</i>		Firma: <i>[Firma]</i>	
Tema: <i>Tipo de engranajes para locomotora y carnos gromibus</i>					
Fecha: <i>10-10-2024</i>		Lugar de Reunión: <i>Taller mantenimiento</i>			
Hora Inicio: <i>7:00 am</i>		Hora Final: <i>9:00 am</i>		Duración: <i>1 hora</i>	
Sección / Área: <i>Mantenimiento</i>				Zona: <i>Carmen</i>	
N°	NOMBRE	D.N.I.	EMPRESA	ÁREA	FIRMA
1	<i>Enrique Parraña A</i>	<i>29633897</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
2	<i>Carlos Vela y Valentin</i>	<i>23229603</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
3	<i>José Luis Pacheco</i>	<i>75227240</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
4	<i>Aliz Hueshaga Hariduo</i>	<i>92379566</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
5	<i>Cristobal Gomez Alfo</i>	<i>47803681</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
6	<i>Bonito Chavez R</i>	<i>4744556</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
7	<i>Contra Pineda J</i>	<i>72087262</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
8	<i>TIMOTEN Comas R</i>	<i>94174102</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
9	<i>SARDENAS Mallma Junior</i>	<i>71800503</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
10	<i>Quarcho Miguel Rojas</i>	<i>71871834</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
11	<i>Willy Nolasco Ingo</i>	<i>71251550</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
12	<i>Ghoo Perez Juarez</i>	<i>71968621</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
13	<i>Puente Alon Colorado</i>	<i>71867469</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
14	<i>VEIASQUE ROJAS, Henry</i>	<i>72224792</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
15	<i>ROSALES QUINERO CARPIN</i>	<i>21060410</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
16	<i>Huachin Contreras Juan</i>	<i>9261051</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
17	<i>Jorge Contreras Jose</i>	<i>72249250</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
18	<i>Javier Almona Garzon</i>	<i>43229219</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
19	<i>Enrique Parraña A</i>	<i>29633897</i>	<i>GMI</i>	<i>Mantenimiento</i>	<i>[Firma]</i>
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
Comentarios: <i>Capacitación al personal del area de maestranza en tipos de engranajes para reparación de locomotoras y carnos gromibus para mejor la reparaciones y condiciones de los equipos.</i>					
Nombre del registrador: <i>Don Valodolob G</i>		Cargo: <i>Supervisor</i>		Fecha: <i>10-10-24</i>	Firma: <i>[Firma]</i>

Figura 29. Registro de capacitación a personal de mantenimiento

		FORMATO								Codigo:		FOR-SSO-069	
		INSPECCION DE LOCOMOTORAS								Versión:		01	
										Página:		1 de 1	
INSPECTOR:						ZONA:				FECHA:			
N° DE LOCOMOTORA													
MARCA DE LOCOMOTORA													
TIPO DE LOCOMOTORA													
NIVEL:													
N°	PUNTOS A INSPECCIONES	CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION	
		BUENO	MALO	BUENO	MALO	BUENO	MALO	BUENO	MALO	BUENO	MALO	BUENO	MALO
1	LIMPIEZA DEL EQUIPO												
2	DAÑOS Y/O FUGAS DE ACEITE												
3	CHASIS, TAPAS, CUBIERTAS												
4	TROMPAS DE ENGANCHE												
5	RUEDAS, PESTAÑAS												
6	MANDOS FINALES												
7	MUELLES / CHEVRONES												
8	PINES DE LOS BRAZOS DE FRENO												
9	CABLES ELECTRICOS												
10	BATERIA												
11	FAROS DELANTEROS												
12	PLUG (verificar el estado)												
13	TORNAMESA												
14	PERTIGA												
15	JARPER												
16	ZAPATILLA												
17	TRIANGULO DE SEGURIDAD												
18	GANCHOS												
19	PINES CON ASA												
20	HERRAMIENTAS (Pico y llanta)												
21	ESTRIBO DE LA LOCOMOTORA												
CABINA													
22	ASIENTO												
23	INTERRUPTOR DE FAROS												
24	PALANCA FRENO DE SERVICIO												
25	INVERSOR DE MARCHA												
26	PEDAL DE HOMBRE MUERTO												
27	EXTINTOR (existencia y vencimiento)												
28	GAIA Y CUÑAS (verificar existencia)												
29	CLAXON (funcionamiento)												
30	CONTROL DE VELOCIDAD (funcion)												
31	CABLE DE EXTENCION												
OTROS													
32	PETS												
33	AUTORIZACION (MAESTRO AYUDANTE)												
35	SILBATO DEL MOTORISTA												
OBSERVACIONES:													

Figura 30. Formato de Inspección de locomotoras

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

A continuación, se detallan los equipos y materiales utilizados para la mejora del plan de mantenimiento de las locomotoras Clayton y carro Gramby:

- Multímetro digital
- Analizador de vibraciones
- Termografía infrarroja
- Tacómetro digital
- Analizador de aceite lubricante
- Pistola de engrase
- Compresor de aire
- Equipo de soldadura
- Taladro y esmeril angular
- Filtros de aire y aceite
- Repuestos mecánicos
- Cables y conectores eléctricos
- AutoCAD
- SAP
- Excel
- Casco de seguridad
- Guantes
- Protectores auditivos

4.3. Ejecución de las actividades profesionales.

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

El cronograma de las actividades ejecutadas se detalla en la tabla 27.

Tabla 27. Cronograma de actividades de mejora

ITE	Actividades	2024					
		Agosto	setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	Entrevista al personal de mantenimiento	x					
2	Encuesta a personal de Mantenimiento	X					
3	Recolección de información de las locomotoras y carros Gramby		x				
4	Verificación del plan te mantenimiento anterior			x	x		
5	Análisis de las fallas frecuentes de los equipos				x		
6	Proceso de evaluación en campo				x		
7	Modificación del programa de mantenimiento				x		
8	Capacitación al personal involucrado				x		
9	Entrevista al personal involucrado				x		
10	Análisis de fallas críticas					x	
11	Implementación de nuevos formatos					x	
12	Mejoramiento de la infraestructura del taller interior mina					x	
13	Equipos y materiales en desarrollo de la actividad						x
14	Resultados finales						x
15	Logros alcanzados						x
16	Dificultades encontradas						x

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

Un plan de mantenimiento programado es el conjunto de actividades planificadas que se ejecutan de forma sistemática con el objetivo de minimizar las paradas no programadas y optimizar la disponibilidad operativa de los equipos.

Este plan integra todas las tareas necesarias para prevenir las principales fallas que puedan afectar el funcionamiento de las locomotoras Clayton y los carros Gramby, contribuyendo así a una gestión eficiente del mantenimiento.

Es fundamental comprender dos conceptos clave:

El plan de mantenimiento está conformado por un conjunto de tareas agrupadas por sistemas o subsistemas del equipo.

El objetivo central del plan es anticiparse y evitar fallas o averías específicas que puedan comprometer la operatividad del sistema.

A continuación, se describen las principales tareas programadas para los sistemas de las locomotoras Clayton y los carros Gramby, considerando su criticidad y frecuencia de intervención:

Tabla 28. Actividades para mejora de plan de mantenimiento

ITEM	DESCRIPCIÓN DE TAREAS
	LOCOMOTORA
1	Inspeccionar el desgaste de las zapatas de freno
2	Inspeccionar el estado de los pasadores
3	Inspeccionar el estado de la palanca de freno
4	Inspeccionar el estado trinquete
5	Inspeccionar el desgaste de los brazos de la zapata
6	Inspeccionar el estado de los muelles de suspensión
7	Inspeccionar el estado de brazos de suspensión motor
8	Inspeccionar el estado de los muelles de brazo de suspensión
9	Inspeccionar el estado de los chevrone
10	Inspeccionar el estado de las cajas chumaceras
11	Inspección del estado de la cruceta
12	Medir el desgaste de la pista de la rueda
13	Medir el desgaste de las pestañas de la rueda
14	Pintura de la locomotora
15	Inspección de los dispositivos seguridad
GRAMBY	
1	Inspeccionar el estado de las trompas de enganche
2	Inspeccionar el estado de las asas de las trompas de enganche

3	Inspeccionar los pines de enganche
4	Inspección tapas de ruedas de Gramby
5	Inspección de la quinta rueda y tapa
6	Inspección de enchaquetado de Gramby
7	Inspección de brazos de Gramby
8	Inspección de chasis
9	Inspeccionar el estado de la camada de las Gramby
10	Inspección de los brazos
11	Inspección de los pines de articulación
12	Medida de pista de las pistas de las ruedas
13	Medidas de las pestañas de las ruedas

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

Al implementar un plan de mantenimiento adecuado, estructurado y con un estricto seguimiento en su cumplimiento, se logró alcanzar el objetivo planteado para la flota de locomotoras durante el último semestre (julio a diciembre), obteniendo una disponibilidad mecánica entre el 85 % y 90 %. Esto garantizó la continuidad en la extracción de mineral utilizando locomotoras y carros Gramby.

Tabla 29. Registro de disponibilidad mejorada

EQUIPO	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
Locomotora 01	86 %	85 %	85 %	84 %	87 %	85 %	85 %
Locomotora 02	88 %	85 %	90 %	93 %	93 %	87 %	89 %
Locomotora 03	94 %	98 %	95 %	96 %	96 %	88 %	94 %
Locomotora 04	80 %	91 %	90 %	95 %	90 %	93 %	90 %
Locomotora 07	88 %	90 %	90 %	90 %	92 %	84 %	89 %
Locomotora 08	80 %	84 %	90 %	96 %	95 %	93 %	90 %
Locomotora 13	96 %	98 %	80 %	96 %	93 %	94 %	93 %
Locomotora 16	85 %	87 %	90 %	91 %	93 %	91 %	90 %
Locomotora 18	95 %	97 %	97 %	91 %	80 %	90 %	92 %
Locomotora 24	80 %	85 %	90 %	86 %	86 %	90 %	86 %
Locomotora 27	96 %	97 %	97 %	95 %	97 %	80 %	94 %
Locomotora 28	80 %	93 %	98 %	90 %	97 %	95 %	92 %
Locomotora 29	94 %	97 %	90 %	94 %	96 %	93 %	94 %

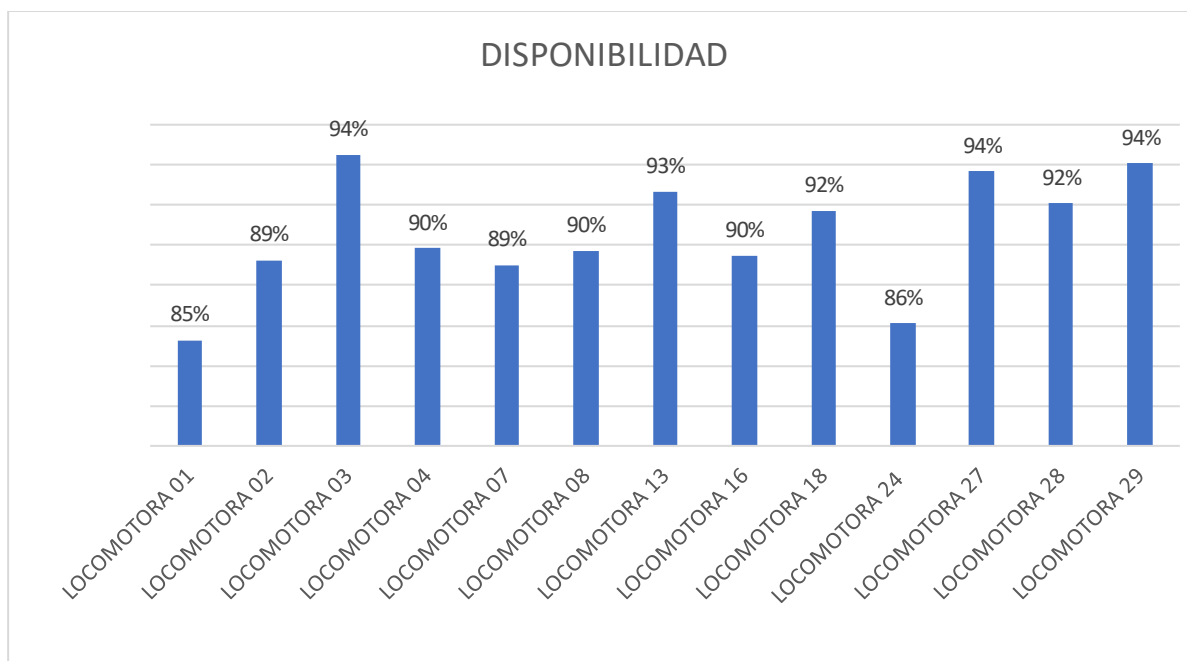


Figura 31. Grafica de disponibilidades mejorada

Tabla 30. Registros de MTTR logrado

EQUIPO	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
Locomotora 01	10.47	2.98	2.07	3.57	4.13	4.50	4.62
Locomotora 02	4.50	2.00	3.25	3.80	3.75	1.75	3.18
Locomotora 03	3.12	2.20	2.11	2.30	3.74	4.00	2.91
Locomotora 04	47.00	3.20	4.00	2.50	3.00	3.50	10.53
Locomotora 07	10.41	3.67	1.73	2.73	4.38	4.38	4.55
Locomotora 08	3.45	3.50	3.10	2.95	3.17	3.50	3.28
Locomotora 13	6.00	2.93	3.00	3.75	3.00	1.36	3.34
Locomotora 16	7.65	2.50	6.00	0.50	1.00	2.50	3.36
Locomotora 18	2.90	2.50	2.60	3.67	1.60	0.10	2.23
Locomotora 24	1.83	1.00	1.20	0.17	1.50	1.90	1.27
Locomotora 27	3.69	3.75	4.00	4.92	4.00	2.50	3.81
Locomotora 28	5.60	4.00	2.50	2.39	3.00	4.00	3.58
Locomotora 29	3.98	2.92	2.80	2.57	2.62	3.50	3.06

Tabla 31. Registros de MTBF logrado

EQUIPO	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
Locomotora 01	67.56	74.52	64.59	58.43	55.87	60.50	63.58
Locomotora 02	98.83	618.00	146.75	120.20	146.25	308.25	239.71
Locomotora 03	63.40	86.37	64.00	64.50	81.98	60.00	70.04
Locomotora 04	203.67	335.00	205.00	206.00	210.00	180.00	223.28
Locomotora 07	59.30	99.67	73.27	53.64	81.33	110.00	79.53
Locomotora 08	20.50	6.90	63.56	65.94	63.50	67.00	47.90
Locomotora 13	306.75	121.07	597.00	306.25	197.00	250.00	296.34
Locomotora 16	309.50	299.25	309.50	619.50	309.50	299.25	357.75
Locomotora 18	59.10	86.07	83.12	306.33	52.00	90.00	112.77

Locomotora 24	1.50	1.00	1.80	1.00	1.60	1.26	1.36
Locomotora 27	151.31	151.25	146.00	98.42	146.00	98.42	131.90
Locomotora 28	100.00	616.00	117.50	204.28	197.00	616.00	308.46
Locomotora 29	64.91	100.42	65.00	100.76	64.05	616.50	168.61

En la tabla 30 se presentan los registros de MTTR logrados tras la implementación del plan de mantenimiento propuesto, evidenciando una reducción significativa en los tiempos de reparación de las locomotoras Clayton de la Unidad Minera Alpayana.

Asimismo, en la tabla 31 se detallan los valores de MTBF alcanzados con la mejora implementada, reflejando un incremento en el tiempo medio entre fallas y, por ende, una mayor operatividad de los componentes de los sistemas de las locomotoras Clayton de la mencionada unidad minera.

5.2. Logros alcanzados

Como resultado de la mejora implementada, que comprendió la capacitación del personal de mantenimiento y la ejecución de inspecciones programadas a las locomotoras Clayton y los carros Gramby, se logró un aumento en la disponibilidad de los equipos y una disminución de los mantenimientos correctivos generados por el sobreesfuerzo al que eran sometidos. Esto contribuyó al cumplimiento del traslado del concentrado hacia el siguiente punto. Los logros alcanzados se detallan a continuación:

- Se establecieron frecuencias de mantenimiento semanales en lugar de quincenales.
- Se incorporaron actividades de inspección para la detección temprana del desgaste de componentes.
- Se redujeron los reportes de averías en plena vía caudille que paralizaban la producción.
- Se optimizaron los recorridos de los camiones encargados del traslado de material desde el punto Tolva Carmen hacia la Planta Concentradora.

Tabla 32. Reporte de material transportado sin mejora

FECHA	HORA	VETAS	FAMECA	SCANIA	CARGA POR	CARGA
			32 TN	42 TN	TURNOS	ACUMULADA
10/05/2024	00:00	1	0	1	42	42
10/05/2024	02:37	4	0	2	84	126
10/05/2024	04:02	8	0	0	0	126
10/05/2024	05:50	8	1	3	158	284
10/05/2024	07:00	11	2	3	190	474
10/05/2024	08:49	11	0	0	0	474

10/05/2024	12:00	11	0	0	0	474
10/05/2024	13:31	11	0	0	0	474
10/05/2024	14:02	11	0	0	0	474
10/05/2024	15:47	14	0	2	84	558
10/05/2024	16:02	19	2	3	190	748
10/05/2024	17:58	23	0	2	84	832
10/05/2024	22:33	27	1	3	158	990
10/05/2024	22:58	27	1	2	116	1106

En la tabla 32 se registraban horas muertas ocasionadas por la falta de carga en Tolva Carmen, lo cual provocaba acumulación de material luego de las reparaciones a las locomotoras o carros Gramby en la línea de producción.

Tabla 33. Reporte de material transportado con mejora

FECHA	HORA	VETAS	FAMECA	SCANIA	CARGA POR	CARGA
			32 TN	42 TN	TURNOS	ACUMULADA
13/08/2024	00:00	1	2	1	106	106
13/08/2024	02:43	4	2	0	64	170
13/08/2024	03:45	8	0	2	84	254
13/08/2024	06:15	8	2	0	64	318
13/08/2024	08:04	11	1	2	116	434
13/08/2024	10:11	11	0	2	84	518
13/08/2024	12:00	11	2	0	64	582
13/08/2024	14:25	11	2	2	148	730
13/08/2024	16:24	11	2	0	64	794
13/08/2024	18:32	14	0	2	84	878
13/08/2024	20:26	19	2	0	64	942
13/08/2024	22:47	23	0	2	84	1026
13/08/2024	11:42	27	2	0	64	1090

En la tabla 33 se evidencia que, con la mejora implementada, se incrementaron las frecuencias de traslado de mineral de manera continua. Gracias a las inspecciones realizadas, se evitaron paradas de producción que anteriormente eran frecuentes.

5.3. Dificultades encontradas

Entre las principales dificultades identificadas durante la implementación del nuevo plan de mantenimiento se destacan las siguientes:

- La falta de dominio de las bases de datos por parte del personal de supervisión en temas logísticos generaba demoras en la llegada de repuestos a la empresa.
- La infraestructura deficiente de los talleres en interior mina dificultaba el correcto mantenimiento y reparación de las locomotoras y carros Gramby (ver figuras 10 y 11).
- La ausencia de capacitación específica al personal técnico mecánico ocasionaba demoras en las reparaciones.
- La alta rotación del personal técnico mecánico impedía el cumplimiento sostenido del plan de mantenimiento programado.

5.3.1. Evaluación situacional encontrada

La evaluación de la situación existente en la empresa permitió identificar las principales debilidades y oportunidades de mejora en el sistema actual de mantenimiento, en especial respecto a las locomotoras Clayton y los carros mineros Gramby.

5.3.1.1. Hallazgos Principales

Tabla 34. Hallazgos Principales encontrados en el mantenimiento

Área Evaluada	Hallazgos	Grado de Impacto
Planificación del Mantenimiento	El plan existente carece de seguimiento y actualización periódica. Se basa principalmente en mantenimiento correctivo.	Alto
Ejecución del Mantenimiento	Se identificó incumplimiento del cronograma. No se realizan inspecciones sistemáticas.	Alto
Infraestructura	Talleres en interior mina no cuentan con herramientas ni espacio adecuados.	Medio
Capacitación	El personal no ha sido capacitado continuamente. Cumplimiento promedio del 50 %.	Medio
Gestión de Repuestos	Faltan repuestos críticos, los tiempos de adquisición son altos y no hay stock mínimo.	Alto
Documentación Técnica	No se cuenta con registros digitalizados ni análisis de causa raíz (RCA) documentado.	Alto
Indicadores de Gestión	No se calculan de manera sistemática los indicadores MTBF y MTTR.	Alto

5.3.1.2. Indicadores evaluados (enero - junio 2024)

Tabla 35. Indicadores Evaluados en el mantenimiento

Indicador	Valor Observado	Estándar Recomendado	Análisis
Disponibilidad Promedio	75 % (algunas < 70 %)	≥ 90 %	Por debajo del estándar, afecta producción
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	18 horas	≤ 8 horas	Reparaciones tardías por falta de repuestos y planificación
MTBF (Tiempo Medio entre Fallas)	42 horas	≥ 120 horas	Alta frecuencia de fallas por mantenimiento deficiente
Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo	50 %	100 %	Bajo cumplimiento del plan mensual
Cobertura de Capacitaciones	50 %	≥ 90 %	Débil formación técnica del personal

Tabla 36. Diagnostico encontrado en el mantenimiento

CATEGORÍA	ASPECTO EVALUADO	OBSERVACIÓN
Disponibilidad Operativa	Baja disponibilidad de locomotoras (promedio <75 %)	Algunas locomotoras con disponibilidad de solo 19 %
	Impacto directo en la producción minera	Genera retrasos en transporte y pérdidas económicas
Fallas Recurrentes	Fallas en sistema de frenos (zapatas, reguladores)	Fallas representan hasta 31 % del total
	Fallas en sistema de suspensión (chevrón, rodamientos)	Fallas representan hasta 49 % del total
	Desgaste en carros Gramby (ejes, compuertas)	Fallas frecuentes dejan fuera de servicio a los carros
Enfoque de Mantenimiento	Predominio de mantenimiento correctivo	Intervenciones solo tras ocurrencia de fallas
	Ausencia de mantenimiento preventivo/predictivo	Fallas no detectadas a tiempo, mayores costos
Gestión de Recursos	Demora en adquisición de repuestos críticos	Repuestos no disponibles cuando se necesitan
	Bajo cumplimiento en capacitaciones (50 %)	Falta de formación en técnicas modernas de mantenimiento
Infraestructura	Talleres con espacio e infraestructura inadecuada	Alargan los tiempos de reparación
	Condiciones de vía inadecuadas (desnivel, desgaste)	Provocan fallas en componentes del tren rodante

En la tabla 36 se presenta el diagnóstico inicial del estado del mantenimiento de locomotoras y carros Gramby, lo cual motivó la formulación de un nuevo plan de mantenimiento.

Tabla 37. Diagnostico encontrado por mantenimiento en locomotoras

DESCRIPCIÓN	ANTES DE MEJORA					
EQUIPO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.
Locomotora 01	85 %	70 %	80 %	50 %	55 %	75 %
Locomotora 02	90 %	87 %	25 %	59 %	83 %	82 %
Locomotora 03	93 %	92 %	92 %	90 %	85 %	80 %
Locomotora 04	90 %	89 %	90 %	92 %	87 %	89 %
Locomotora 07	19 %	90 %	82 %	92 %	85 %	87 %
Locomotora 08	85 %	75 %	60 %	90 %	92 %	50 %
Locomotora 13	87 %	90 %	87 %	89 %	90 %	93 %
Locomotora 16	88 %	90 %	89 %	92 %	92 %	87 %
Locomotora 18	89 %	87 %	91 %	92 %	89 %	90 %
Locomotora 24	70 %	79 %	65 %	72 %	80 %	75 %
Locomotora 27	91 %	89 %	90 %	90 %	87 %	85 %
Locomotora 28	75 %	87 %	85 %	70 %	82 %	77 %
Locomotora 29	91 %	95 %	95 %	92 %	93 %	95 %

En la tabla 37 se muestra el porcentaje de paradas de las locomotoras registradas entre enero y junio, previo a la implementación de la mejora del plan de mantenimiento.

Tabla 38. Diagnostico encontrado por mantenimiento en carros Gramby

CANTIDAD DE PARADAS DE GRAMBYS		
SISTEMA	CANTIDAD DE PARADAS	%PARADAS
EJE TREN	37	11.04 %
TOLVA	43	12.84 %
OVERHAUL	174	51.94 %
CHASIS	29	8.66 %
COMPUERTA	43	12.84 %
RUEDAS	9	2.69 %

En la tabla 38 se exponen los porcentajes de paradas de los carros Gramby, categorizadas según las fallas ocurridas en sus distintos sistemas mecánicos.

5.3.1.3. Conclusiones de la Auditoría

- El sistema de mantenimiento carecía de una estructura formal basada en la prevención.

- Predominaba el mantenimiento correctivo, lo que generaba mayores costos y prolongados tiempos de inactividad.
- La baja disponibilidad de equipos impactaba negativamente en la productividad minera.
- Las limitaciones de infraestructura y la escasez de repuestos agravaban las paradas operativas.
- Es urgente implementar un plan de mejora centrado en mantenimiento preventivo y predictivo, así como en la profesionalización del área.

5.4.1. Metodologías propuestas

LOCOMOTORA Y CARROS GRAMBYS					Noviembre																														
ITEM	DESCRIPCION	SAP	CANTIDAD	NV	P	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
					01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	8	5	18	P	P				!		P				!		P						!		P					!		P		
	CARROS GRAMBY 80 PS 3				P				!		P				!		P				!		P				!				!		P		
2	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	13	5	18	P		!		P				!		P				!		P					!		P						!	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3																																		
3	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	3	5	18	P			!		P					!		P				!		P				!		P						
	CARROS GRAMBYS 80 ps3						!		P				!		P				!		P			!		P			!		P				
4	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	16	4	21	P	P				!		P				!		P					!		P				!		P				
	CARROS GRAMBY 80 PS 3				P		!		P				!		P				!		P			!		P			!		P				
5	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	18	5	18	P												!		P							!		P					!		
	CARROS GRAMBY 80 PS 3																	!		P				!		P			!		P			!	
6	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	24	4	21	P		P				!		P				!		P					!		P					!		P		
	CARROS GRAMBY 80 PS 3				P			!		P				!		P				!		P			!		P			!		P			
7	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	7	5	18	P				!		P				!		P				!		P				!		P						
	CARROS GRAMBY 80 PS 4						!		P				!		P				!		P			!		P			!		P				
8	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	1	5	18	P		P				!		P				!		P				!		P				!		P				
	CARROS GRAMBY 80 PS 3				P			!		P				!		P				!		P			!		P			!		P			
9	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	2	4	21	P		!		P					!		P				!		P				!		P							
	CARROS GRAMBY 110 PS (3) 80 PS (1)				!		P				!		P			!		P			!		P			!		P							
10	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	29	5	18	P		!		P				!		P				!		P				!		P						!		
	CARROS GRAMBY 80 PS 3				!		P			!		P				!		P			!		P			!		P					!		

5.4.1.1 Implementación de inspección semanal de locomotoras y carros Gramby.

Tal como se muestra en la tabla 26, se establecieron inspecciones programadas previas al mantenimiento de locomotoras y carros Gramby, con la finalidad de identificar fallas incipientes y corregirlas durante el mantenimiento programado. Esto permitió evitar paradas innecesarias por fallas posteriores.

5.4.1.2 Programa de capacitación a técnicos mecánicos en locomotora y carros Gramby.

Se otorgó importancia al fortalecimiento de las competencias del personal técnico mediante capacitaciones programadas en temas específicos de reparación y mantenimiento de locomotoras y carros Gramby. Esta medida se implementó ante la alta rotación de personal, y estuvo a cargo de los mecánicos líderes de cada guardia.

Tabla 39. Temario de capacitaciones a técnicos

GESTION MINERA INTEGRAL S.A.C					
Capacitación técnico-operativas 2024 ÁREA MAESTRANZA	Objetivo	Proponer programa de mejora y/o cursos de capacitación que nos ayude a cumplir con los objetivos estratégicos propuestos			
Tema	Mes cumplimiento	A	B	C	Cumplimiento
Prevención de accidentes por caída de rocas	Ene-24	NO	NO	SI	33 %
Bloqueo de energías (eléctrica, mecánica, neumática, hidráulica y otros)	Feb-24	SI	SI	NO	67 %
Trabajos en caliente	Mar-24	NO	SI	NO	33 %
Tolerancias y ajustes en piezas mecánicas	Abr-24	SI	NO	SI	67 %
Trabajo de izaje de materiales	May-24	NO	NO	SI	33 %
Tipos de soldaduras de acero	Jun-24	NO	SI	SI	67 %
Trabajo de izaje de materiales	Jul-24	SI	SI	SI	100 %
Trabajo de soldadura de acero de Gramby	Ago-24	SI	SI	SI	100 %
Tipo de acero para reparación de Gramby	Set-24	SI	SI	SI	100 %
Tipo de engranaje para locomotora y Gramby	Oct-24	SI	SI	SI	100 %
Tipo de chebrones en carros mineros de capacidad de 10 Tn	Nov-24	SI	SI	SI	100 %
Mantenimiento de freno de locomotoras	Dic-24	SI	SI	SI	100 %



Figura 33. Charlas de inducción al personal



Figura 34. Charlas diarias registradas

	GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.C.
	FORMATO DE DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Unidad: Americana Año: 2025

Persona que contesta el formulario: HENRY LAVADO CONTRERAS Cargo: ASISTENTE DE JEFATURA MAESTRANA

Objetivo: Proponer programas de mejora y/o cursos de capacitación que nos ayude a cumplir con los objetivos estratégicos propuestos.

Área	Capacitación	Objetivo de la Capacitación	Tipo	Modalidad	Cantidad de horas	N° Aprox. de participantes	Puestos	Institución sugerida	Mes de Ejecución	Presupuesto	Medición de la efectividad	Comentarios
MANTENIMIENTO TRACKLESS	Calibración de Angulos en Equipos Jumbo T1D	Garantizar el paralelismo, verticalidad y un adecuado ángulo en los taladros.	Externa	Presencial	8	17	Técnico Mecánico de Trackless	Por definir	Marzo	S/16,520	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO PIQUE Y CHANCADORA	Mantenimiento de variadores regenerativo ACS800	Reducir tiempos de intervencion ante fallas electricas de los variadores	Externa	Presencial	24	14	Electrisitas Piques	ABB	Febrero	S/18,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO PIQUE Y CHANCADORA	Soldadura Industrial	optimizar los mantenimientos y realizar actividaes que se tercializan por complejidad	Externa	Presencial	16	28	Mecanicos Soldador Piques	SOLDEXA	Mayo	S/22,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO PIQUE Y CHANCADORA	Controladores y software ALLEN BRADLEY	Reducir tiempos de intervencion ante fallas electricas de los dispositivos de control	Externa	Presencial	24	14	Electrisitas Piques	PRECISIÓN PERU	Agosto	S/22,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Calibración y aliniamiento de equipos bombas y motores	Mejorar en la correcta instalacion de los elentos d elos equipos para alargar la util de los componnetes .	Externa	Presencial	16	20	Técnico Mecánico de Maestranza	Tecsup	Marzo	S/10,500	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Proceso de soldadura	Realizar la correcta reparacion de componentes aplicando los procesos establecidos para cada tipo de material.	Externa	Presencial	24	20	Tecnico soldador/mecanico	Soldexa	Febrero	S/15,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Compresores y grupos electrogenos	optimizar y reducir el consumo de energia electica en los compresores y grupos electrogenos.	Externa	Presencial	16	20	Supervisor,Mecanico o/compresorista	Athas copco	Abril	S/8,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	SAP PM	Reducir el tiempo de solicitud de repuestos	Externa	Virtual	20	10	Supervisor yTécnico Mecánico de Maestranza	Global Talent	Febrero	S/10,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Gestión de mantenimiento	Reducir el tiempo de parada de los equipos y generar un contro de gestion de mantenimeinto.	Externa	Virtual	20	10	Supervisor yTécnico Mecánico de Maestranza	Tecsup	Enero	S/35,000	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Power BI	Mejorar las presentaciones para las reuniones semanales de las condiciones del area de trabajo	Externa	Virtual	10	10	Supervisor yTécnico Mecánico de Maestranza	Cibertec	Marzo	S/2,500	Evaluaciones Técnicas	
MANTENIMIENTO MAESTRANZA	Mantenimiento preventivo de locomotora y carros garmaby	Mejorar el tiempo de reparacion de las locomotoras y cumplir los objetivos de disponibilidd e los equipos .	Externa	Virtual	10	10	Supervisor yTécnico Mecánico de Maestranza	Serminza	Abril	S/8,000	Evaluaciones Técnicas	

Figura 35. Registro de presupuesto para capacitaciones para el año 2025

5.4.1.3. Programa de capacitación a supervisores en dominio del programa SAP

Ante la carencia de un sistema eficaz de seguimiento, control e identificación de repuestos críticos de alta rotación, se desarrolló un programa de capacitación dirigido a supervisores de primera línea y jefes de área sobre el uso del programa SAP, en coordinación con el área de sistemas de la Minera Alpayana. El objetivo fue garantizar un control eficiente, con requerimientos inmediatos y reposición automática de repuestos, optimizando así el tiempo de mantenimiento y asegurando la operatividad de los equipos de extracción de mineral.

Re: Plan de Capacitación SAP - Mantenimiento

Oscar Carhuachín (SYNERGOS) <oscar.carhuachin@synergos.biz>
Para: Jhon Paucar Rojas
CC: Jose Pereda (Americana - PE); Alan Alex Rivas Roman; Fredy Ruiz; diego.hernandez@alpayana.com; Daniel Tamashiro (SYNERGOS); William Percy Astucuri Yzarra; Henry Lavado Contreras; y 4 usuarios más

Respecto a tu consulta con las capacitaciones en SAP se tiene lo siguiente:

- Cronograma: del 16/07 al 19/07 (9am a 11am en la Sala 1 del Edificio Staff)
- Temario:

Temario	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul
Ubicación técnica y vinculación con componentes mayores.				
Creación de OT. (incluyendo carga masiva)				
Reporte de orden de trabajo				
Costo de mantenimiento				
Programa de mantenimiento con cartillas y filtros en carga masiva.				
Reporte de Hordímetros en carga masiva.				
Mejoras de los sistemas y subsistemas en el SAP.				

- Alcance:

- Personal de Planeamiento de Mantenimiento
- Jefaturas y Asistentes (Taller Eléctrico, Garage, Maestranza, Trackles).

Figura 36. Evidencia de la solicitud para la capacitación del programa SAP

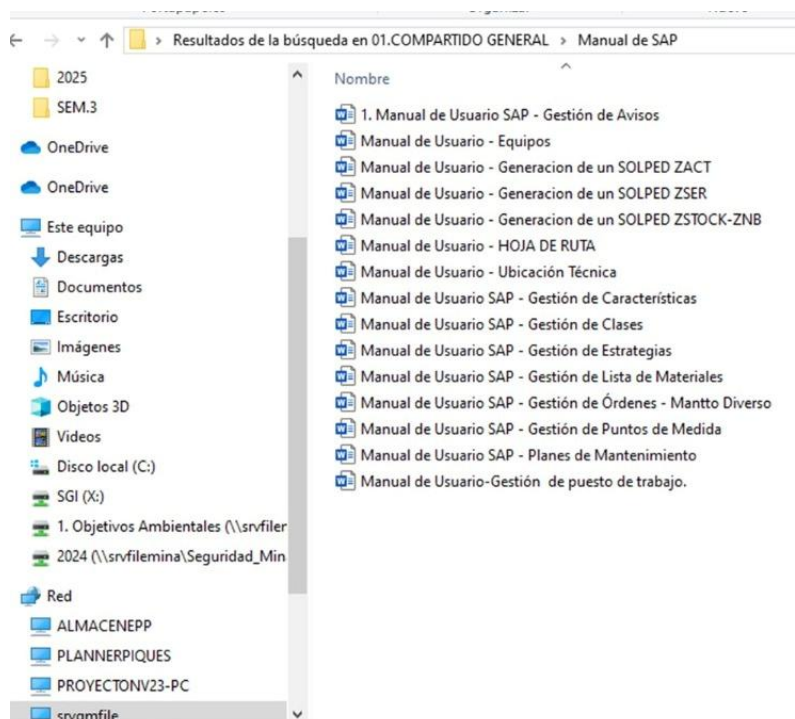


Figura 37. Información digital compartida del curso de SAP



Figura 38. Capacitación en Sala Ranti Alparyana

5.4.1.4. Implementación de formatos de inspección de locomotoras y carros Gramby.

Para realizar una adecuada identificación de fallas en los equipos, se implementó un nuevo formato mejorado de inspección, el cual se determinó también como un *checklist* de preuso, con el fin de identificar posibles fallas antes del inicio de la operación. De esta manera, se podrán aplicar soluciones inmediatas, optimizando el funcionamiento de los equipos.

	FORMATO	Código: FOR-MAN-ME-025
	CARTILLA DE INSPECCION DE LOCOMOTORA Y DE GRAMBY	Versión: 00 Página: 1 de 1

RESPONSABLES	CARGO	FIRMA

FECHA
/ /

HOROMETRO

TURNO	
D	N
HORARIO MANTTO	
Inc:	Fin:

CAPACIDAD:	
COD. / SAP.	
MARCA:	
ZONA / NIVEL:	
UBICACIÓN:	

ITEM	DESCRIPCION DE TAREAS	ESTADO		OBSERVACIONES, MEDICIONES Y CORRECCIONES
		BIEN	MAL	
LOCOMOTORA				
1	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LAS ZAPATAS DE FRENO			
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS PASADORES			
3	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA PALANCA DE FRENO			
4	INSPECCIONAR EL ESTADO TRINQUETE			
5	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LOS BRAZOS DE LA ZAPATA			
6	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE SUSPENSION			
7	INSPECCIONAR EL ESTADO DE BRAZOS DE SUSPENSION MOTOR			
8	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE BRAZO DE SUSPENSION			
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS CHEVRONES			
10	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS CAJAS CHUMACERAS			
11	INSPECCION DEL ESTADO DE LA CRUCETA			
12	MEDIR EL DESGASTE DE LA PISTA DE LA RUEDA			
13	MEDIR EL DESGASTE DE LAS PESTAÑAS DE LA RUEDA			
14	PINTURA DE LA LOCOMOTORA			
15	INSPECCION DE LOS DISPOSITIVOS SEGURIDAD			
GRAMBY				
1	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE			
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS ASAS DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE			
3	INSPECCIONAR LOS PINES DE ENGANCHE			
4	INSPECCION TAPAS DE RUEDAS DE GRAMBY			
5	INSPECCION DE LA QUINTA RUEDA Y TAPA			
6	INSPECCION DE ENCHAQUETADO DE GRAMBY			
7	INSPECCION DE BRAZOS DE GRAMBY			
8	INSPECCION DE CHASIS			
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA CAMADA DE LAS GRAMBY			
10	INSPECCION DE LOS BRAZOS			
11	INSPECCION DE LOS PINES DE ARTICULACION			
12	MEDIDAD DE PISTA DE LAS PISTA DE LAS RUEDAS			
13	MEDIDAS DE LAS PESTAÑAS DE LAS RUEDAS			
14				
MATERIALES UTILIZADOS				
OBSERVACIONES				

CONDICIONES QUE SE DEJA EL EQUIPO	<u>DISPONIBILIDAD MECANICA</u>
OPERATIVO	
INOOPERATIVO	

FIRMA OPERADOR
 NOMBRE:
 DNI:

VºBº SUPERVISOR

VºBº JEFE DE AREA

Figura 39. Cartilla de inspecciones

	FORMATOS		Código: FOR-MAN-ME-013	
	CARTILLA DE MANTENIMIENTO DE LOCOMOTORA		Versión: 00	
			Página: 1 de 1	

RESPONSABLES		CARGO	FIRMA	FECHA / /	

DATOS DEL EQUIPO			HOROMETRO	
CAPACIDAD:			GUARDIA	
COD. INTERNO:			DIA	NOCHE
MARCA:			TIPO DE MANTENIMIENTO	
ZONA/NIVEL:			PREVENTIVO	CORRECTIVO
HORA DE INICIO:			CONDICION	
HORA DE FIN:			OPERATIVO	INOPERATIVO

TRASMISION	ESTADO Y/O MEDIDA	MANTTO	ESTADO Y/O MEDIDA	GRAMBY Y/O CALEZAS	ESTADO Y/O MEDIDA
RODAMIENTO CHUMACERAS		REGULADORES		RUEDA GRAMBY (80-110)	
ACEITE		BRAZO		TROMPAS DE ENGANCHE	
CORONA		TRINQUETE		PINES DE ENGANCHE	
CATALINA GOODMAN		ARTICULACION		RODAMIENTOS	
CAJA CHUMACERA		PINES		PORTA BASTON	
RETEN DE CHUMACERA		PASADORES		TAPA DE RUEDA	
ACOPLAMIENTOS		RESORTE DE TORNAMESA		GOMAS	
SIN FIN		RODAMIENTO TORNAMESA		PIN DE VOLTEO	
CRUCETA		PERNOS		ESTRUCTURA	
PIÑON				PUENTE - GRAMBY	
RETEN DE TRASMISION				N° DE GRAMYS	

SUSPENSION	ESTADO Y/O MEDIDA	ELECTRICO	ESTADO Y/O MEDIDA	DISP. SEGURIDAD	ESTADO Y/O MEDIDA
RUEDA LO LOCOMOTORA		MOTOR		CINTURON DE SEGURIDAD	
CHEVRONES		RESISTENCIA		PORTA BASTON	
RESORTE		JARPER		GATA	
PUENTE DE LOCOMOTORA		TABLERO		ZAPA	
RETEN DE CHUMACERA		HOROMETRO		CUÑA	
CHAVETAS DE CHUMACERA		CAJA DE CAMBIOS		ASIENTO	
ZAPATAS		HOMBRE MUERTO		EXTINTOR	
CAJA DE CHUMACERA					

TRABAJOS REALIZADOS		DISPONIBILIDAD MECÁNICA	
		$\frac{H.P. - H.I.}{H.P.} (100\%) = D.M.$	
		$\text{—————} (100\%) = D.M$	
		$\text{—————} = D.M$	
OBSERVACIONES			

FIRMA OPERADOR	V°B° SUPERVISOR	V°B° JEFE DE AREA
NOMBRE:		
DNI:		

Figura 40. Cartilla de mantenimiento

5.4.1.5. Mejoramiento de infraestructura de talleres en interior mina.

Con el objetivo de realizar trabajos eficientes de mantenimiento y reparación en los equipos ubicados en interior mina, se implementó la instalación de un pórtico para efectuar el izaje de materiales, así como el izaje necesario durante la reparación de locomotoras y carros Gramby.

Además, se incorporaron biombos de protección para los trabajos de soldadura con el fin de evitar accidentes, lavaojos por motivos de seguridad, y un teléfono para mejorar la comunicación. Estas mejoras permiten realizar un trabajo eficiente y duradero, evitando paradas innecesarias y reduciendo la necesidad de trasladar los equipos a talleres de superficie, con lo cual se disminuye el tiempo de reparación y mantenimiento.



Figura 41. Trabajos en interior de mina nivel 18 vetas



Figura 42. Taller nivel 21 vetas implementado con letreros de seguridad y tablero de seccionador eléctrico para bloqueo de energía



Figura 43. Taller nivel 21 vetas se implementó un pórtico para el izaje de las reparaciones .

5.4.1.6. Gestión de herramientas en el presupuesto para el 2025.

Para lograr un trabajo eficiente, se gestionó la implementación y el reemplazo de herramientas que se encontraban en mal estado, asegurando así condiciones óptimas para las labores de mantenimiento.

5.4.2. Descripción de la implementación

Para En mi rol como supervisor de mantenimiento, la implementación de la mejora comenzó con la identificación de las problemáticas recurrentes en el taller de maestranza, entre ellas la baja disponibilidad de locomotoras Clayton y carros Gramby en la empresa minera.

Tras analizar el plan de mantenimiento existente y detectar incumplimientos en las capacitaciones tanto al personal técnico como al de supervisión, realicé entrevistas y encuestas para determinar qué acciones debían tomarse para mejorar la disponibilidad de los equipos.

Los análisis de los registros de mantenimiento revelaron diversas fallas, y en coordinación con la jefatura de mantenimiento, recomendé aplicar mejoras en las inspecciones y en el programa de mantenimiento. Estas mejoras incluían capacitaciones específicas para técnicos y encargados de mantenimiento, ya que las inspecciones permiten prevenir el desgaste de componentes que venían generando correctivos frecuentes en interior mina. Además, algunas fallas requerían el traslado de componentes de gran tamaño o peso, lo que ocasionaba retrasos en su intervención.

Se implementaron áreas específicas para inspección y reparación dentro de la mina, lo cual permitió intervenciones inmediatas. Asimismo, se pusieron en marcha capacitaciones orientadas al nuevo plan de mantenimiento y al reconocimiento adecuado de fallas. Estas capacitaciones, junto con los formatos actualizados, permitieron una mejora sostenida en la disponibilidad de cada locomotora Clayton y carro Gramby.

5.5. Análisis

El operador de la maquina comunica al Jefe de taller qué máquina debe ser parada según programa de planeamiento, para realizar el respectivo mantenimiento. En ese momento se designa el personal para realizar dicha actividad de mantenimiento.

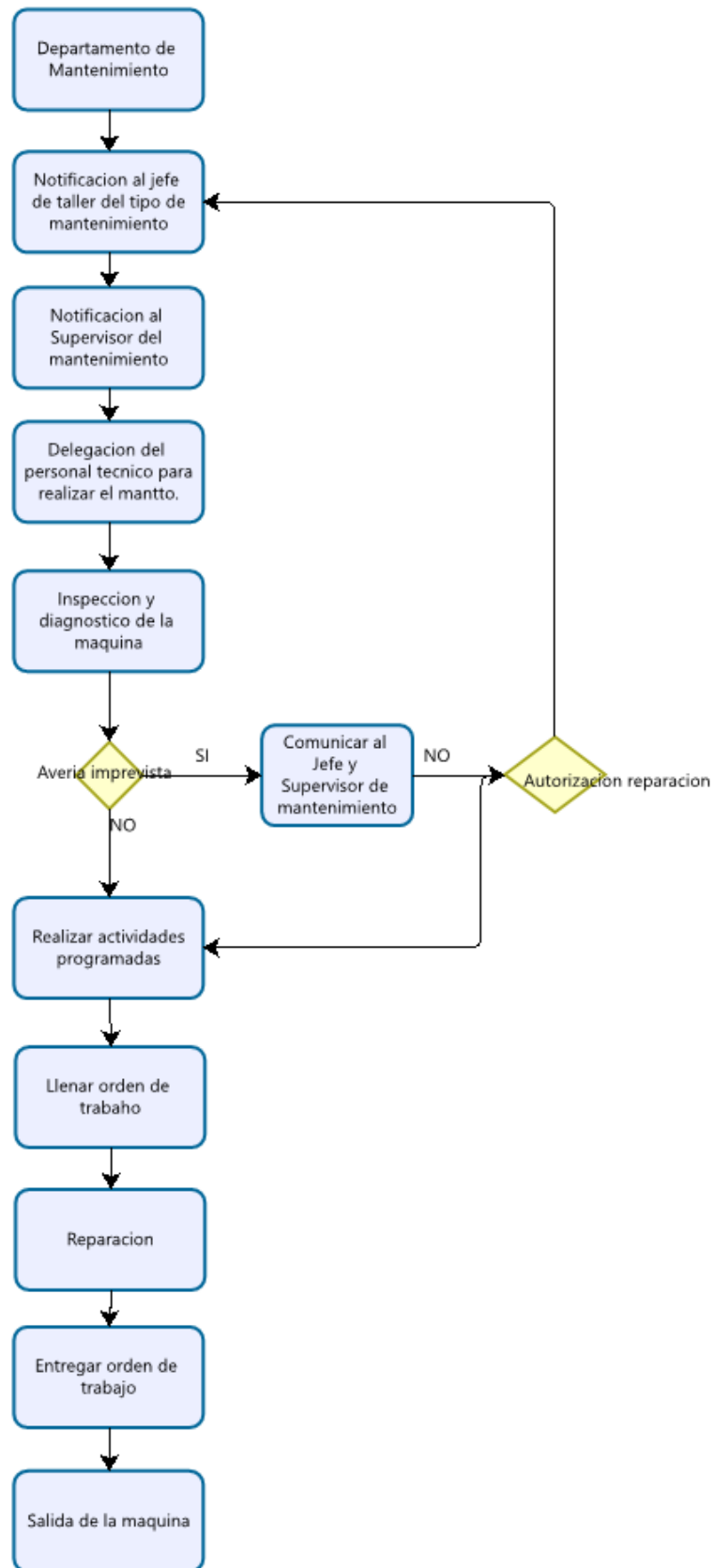


Figura 44. Proceso de mantenimiento

5.6. Aporte de bachiller en la empresa

Como profesional de la carrera de Ingeniería Industrial, mi aporte al proyecto consistió en mejorar la disponibilidad de las locomotoras y carros Gramby mediante las siguientes acciones:

- Ejecutar un trabajo metódico, riguroso y organizado en coordinación con las áreas de Planificación, Logística y Administración, considerando que todas son aliadas estratégicas comprometidas con el objetivo primordial de aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Implementar un control más eficaz en la inspección de los equipos, de modo que, al ingresar al taller de mantenimiento, estos sean intervenidos con los correctivos pertinentes, evitando así paradas innecesarias.
- Reportar cualquier evento a las áreas correspondientes en el menor tiempo posible, facilitando la búsqueda de información, control o repuestos requeridos, para evitar contratiempos y garantizar soluciones inmediatas que prevengan tiempos muertos en mantenimiento.
- Reestructurar el organigrama del taller de mantenimiento y diseñar e implementar herramientas orientadas a mejorar la calidad, competitividad y productividad de los mantenimientos de locomotoras y carros Gramby.
- En el aspecto actitudinal, se contribuyó con una actitud positiva de liderazgo, lo cual permitió adquirir mayor experiencia en el área de mantenimiento, fortaleciendo al mismo tiempo los conocimientos profesionales.

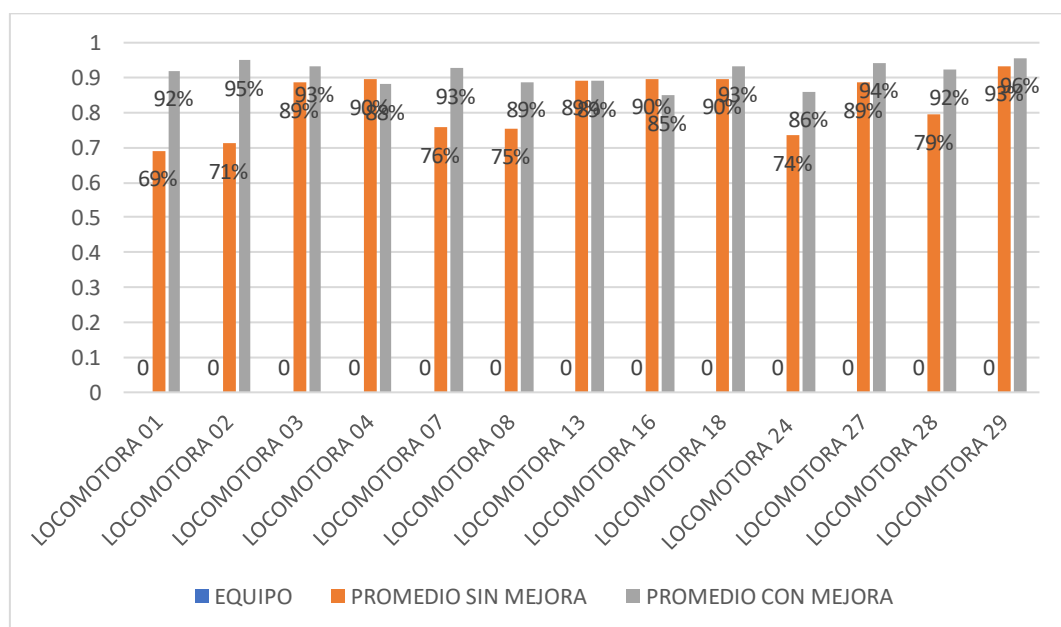


Figura 45. Comparativa de promedios registrados de disponibilidad



Figura 46. Personal capacitado para trabajos seguros



Figura 47. Capacitación continua a personal de Mantenimiento.

FORMATO		Código: FOR-MAN-ME-025 Versión: 00 Página: 1 de 1
CARTILLA DE INSPECCION DE LOCOMOTORA Y DE GRAMBY		
RESPONSABLES <i>Edgar Ochoa, Julio</i> <i>José P. Romero Gamero</i> CARGO <i>Asesor</i> <i>Mecánico</i> FIRMA <i>[Signature]</i> <i>[Signature]</i>	FECHA 21 / 11 / 2014	
CAPACIDAD: 70 TR COD. / SAP: 01 MARCA: <i>Chifon</i> ZONA / NIVEL: <i>Veta Nueva</i> UBICACIÓN: <i>Veta</i>		HOROMETRO 1606.54
		TURNO ☒ D ☐ N HORARIO MANTTO Inc: 5:00 PM Fin: 6:00 PM

ITEM	DESCRIPCION DE TAREAS	ESTADO		OBSERVACIONES, MEDICIONES Y CORRECCIONES	
		BIEN	MAL		
LOCOMOTORA					
1	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LAS ZAPATAS DE FRENO	✓		<i>medido actual 10 mm de espesor</i>	
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS PASADORES	✓			
3	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA PALANCA DE FRENO	✓			
4	INSPECCIONAR EL ESTADO TRINQUETE	✓			
5	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LOS BRAZOS DE LA ZAPATA	✓			
6	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE SUSPENSION	=		<i>NB</i>	
7	INSPECCIONAR EL ESTADO DE BRAZOS DE SUSPENSION MOTOR	=		<i>NB</i>	
8	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE BRAZO DE SUSPENSION	=		<i>NB</i>	
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS CHEVRONES	✓		<i>8 chevrone en mal estado</i>	
10	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS CAJAS CHUMACERAS	✓			
11	INSPECCION DEL ESTADO DE LA CRUCETA	✓			
12	MEDIR EL DESGASTE DE LA PISTA DE LA RUEDA	✓		<i>NB</i>	
13	MEDIR EL DESGASTE DE LAS PESTAÑAS DE LA RUEDA	✓		<i>medido actual 41 mm</i>	
14	PINTURA DE LA LOCOMOTORA	✓		<i>medido actual 12 mm</i>	
15	INSPECCION DE LOS DISPOSITIVOS SEGURIDAD	✓			
GRAMBY					
1	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE	✓			
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS ASAS DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE	✓			
3	INSPECCIONAR LOS PINES DE ENGANCHE	✓			
4	INSPECCION TAPAS DE RUEDAS DE GRAMBY	✓			
5	INSPECCION DE LA QUINTA RUEDA Y TAPA	✓			
6	INSPECCION DE ENCHAQUETADO DE GRAMBY	✓			
7	INSPECCION DE BRAZOS DE GRAMBY	✓			
8	INSPECCION DE CHASIS	✓			
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA CAMADA DE LAS GRAMBY	✓			
10	INSPECCION DE LOS BRAZOS	✓			
11	INSPECCION DE LOS PINES DE ARTICULACION	✓			
12	MEDIDA DE PISTA DE LAS PISTA DE LAS RUEDAS	✓			
13	MEDIDAS DE LAS PESTAÑAS DE LAS RUEDAS	✓			<i>muelle 8 mm - mola 17 mm</i>
14					
MATERIALES UTILIZADOS					
<i>1/4 kg. 7.000 5.000</i>					
<i>1 Lbs. de lubricante</i>					
OBSERVACIONES					

CONDICIONES QUE SE DEJA EL EQUIPO	
OPERATIVO	✓
INOPERATIVO	

FIRMA OPERADOR
 NOMBRE: *Pineda*
 DNI: *23705469*

VºBº SUPERVISOR
[Signature]

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$D = \frac{10-1}{10} \times 100 = 90\%$$

FIRMA OPERADOR
 NOMBRE: *Pineda*
 DNI: *23705469*

VºBº SUPERVISOR
[Signature]

GMI
 MANTTO. MANTENIMIENTO
VºBº JEFE DE AREA
[Signature]

Figura 48. Cartilla de inspección con disponibilidad con plan de Mantenimiento. Mejorado.

Figura 49. Cartilla de inspección con disponibilidad sin mejora en plan de mantenimiento.

LOCOMOTORA Y CARROS GRAMBYS					P	Octubre																														
ITEM	DESCRIPCION	SAP	CANT	NV	P	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J
					P	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	8		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																															
2	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	13		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																															
3	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	3		18	P																															
	CARROS GRAMBYS 80 ps3		5		P																															
4	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	16		21	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4		P																															
5	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	18		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																															
6	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	24		21	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4		P																															
7	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	7		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 4		5		P																															
8	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	1		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																															
9	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	2		21	P																															
	CARROS GRAMBY 110 PS (3) 80 PS (1)		4		P																															
10	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	29		18	P																															
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																															

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	
MANTENIMIENTO	P
INSPECCION	I
EJECUTADO	E


 SUPERVISOR
 VALLADOLID GARCIA JHON

Figura 50. Plan de mantenimiento ejecutado

CONCLUSIONES

- Se concluye, respecto al objetivo general, que con el desarrollo de la mejora del plan de mantenimiento se logró aumentar la disponibilidad operativa de los equipos, pasando de un rango de 61 % a 69 % hasta alcanzar un 81 % a 90 %.
- En relación con el objetivo específico 1, se concluye que, mediante el análisis de las fallas registradas, fue posible identificar los principales sistemas de las locomotoras Clayton y de los carros Gramby que venían ocasionando la indisponibilidad. Esta identificación permitió que, con la intervención a través de la mejora del plan de mantenimiento, se obtuvieran resultados favorables.
- En cuanto al objetivo específico 2, se concluye que el diseño de la gestión del mantenimiento preventivo permitió mejorar las inspecciones en los sistemas de las locomotoras Clayton y carros Gramby. Además, mediante medidas predictivas, se identificaron componentes que registraban fallas frecuentes, lo cual permitió programar sus reemplazos o reparaciones antes de que ocurrieran fallos críticos, mejorando así la operatividad de dichas unidades en la Empresa Minera Alpayana.
- Respecto al objetivo específico 3, se concluye que la evaluación del plan de mantenimiento inicial evidenció largos tiempos de reparación y un reducido tiempo medio entre fallas. Esta situación generaba altos costos por mantenimientos correctivos, lo cual motivó la implementación de la mejora del plan de mantenimiento en la Empresa Minera Alpayana.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la implementación y mejora del plan de mantenimiento actual, dado los resultados obtenidos, que permitieron alcanzar una disponibilidad superior al 85 %, facilitando así el cumplimiento diario de las tareas proyectadas en la Empresa Minera Alpayana.
- Se recomienda realizar análisis continuos de los registros de fallas por sistemas, con el propósito de mantener una alta disponibilidad de las locomotoras Clayton y de los carros Gramby.
- Se recomienda el diseño y actualización constante de la gestión de mantenimiento, apoyado en la capacitación continua tanto del personal técnico como del personal supervisor, lo que permitirá mejorar los registros de desempeño de las locomotoras y carros Gramby de la Empresa Minera Alpayana.
- Se recomienda evaluar periódicamente el plan de mantenimiento ejecutado, a fin de identificar causas que permitan mejorar indicadores clave de rendimiento como el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), logrando así una reducción significativa en los costos asociados a mantenimientos correctivos.

REFERENCIAS

1. **GMI.** Gestión Minera Integral. [En línea] 2024. <https://www.gmisac.com.pe/>.
2. **STAREGISTER.** Staregister International Inc. [En línea] Formacion especializada y homologacion de proveedores, 2018. <https://www.staregister.org/index.php>.
3. **Kumar, U y Ellingsen, H.** *Maintenance and Operational Reliability: International Trends.* s.l. : Journal of Qualitu in Maintenande Engineering, 2000.
4. **Mora Gutiérrez, A.** *Mantenimiento. planeamiento, ejecución y control.* 2009. Vol. 53. 9.
5. **Palacios, Rodrigo.** *Tipos de mantenimiento. Las diferentes estrategias de las instalaciones industriales.* s.l. : ROSMANN, 2015.
6. **Wireman, T.** *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance.* 1" Edicion. s.l. : Industrial Press, 2005.
7. **Bloch, H. P. y Geitner, F. K.** *Machinery Failure Analysis and Troubleshooting.* 2° edicion. s.l. : Gulf Publishing Company, 1997.
8. **Moubray, J.** *Reliability-Centered Maintenance.* 2° edicion. s.l. : Industrial Press, 1997.
9. **Tavakoli, M. & Banaitiene, N.** *Performance Measurement and Improvement: The Role of Performance Indicators. Procedia Engineering, 164, pp. 501-507.* s.l. : Procedia Engineering, 2016. Vol. 164.
10. **Blanchard, B. y Fabrycky, W.** *Systems Engineering and Analysis.* 5° edicion. s.l. : Prentice Hall, 2011.
11. **Maps, Google.** Ubicacion Minera Alpayana. [En línea] 2024. https://www.google.com/maps/search/minera+alpayana/@-11.6656519,-76.2260724,622m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MTIxMS4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D.
12. **Mayorga Mayorga, Olger Oswaldo y Olmedo Jumbo, Walter Javier.** *Optimización del Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada, en los talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba, aplicando la metodología (PMO).* Escuela Superior Politecnica de Chonborazo. Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Plan de mantenimiento ejecutado octubre y noviembre

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE ZONA OROYA				
PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS				
LOCOMOTORAS Y CARROS MINEROS GRAMBYS				
RESPONSABLES LAVADO CONTRERAS HENRY				
AREA MANTENIMIENTO - MAESTRANZA				
LOCOMOTORA Y CARROS GRAMBYS				
ITEM	DESCRIPCION	SAP	CANT	NV
1	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	8		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5	
2	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	13		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5	
3	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	3		18
	CARROS GRAMBYS 80 ps3		5	
4	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	16		21
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4	
5	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	18		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5	
6	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	24		21
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4	
7	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	7		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 4		5	
8	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	1		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5	
9	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	2		21
	CARROS GRAMBY 110 PS (3) 80 PS (1)		4	
10	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	29		18
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5	

Octubre																															
M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														
P	E																														

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	
MANTENIMIENTO	P
INSPECCION	I
EJECUTADO	E

SUPERVISOR
VALLADOLID GARCIA JHON

	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE ZONA OROYA
	PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
EQUIPOS	LOCOMOTORAS Y CARROS MINEROS GRAMBYS
RESPONSABLES	LAVADO CONTRERAS HENRY
AREA	MANTENIMIENTO - MAESTRANZA

LOCOMOTORA Y CARROS GRAMBYS					P	Noviembre																																
ITEM	DESCRIPCION	SAP	CANT	NV	P	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S			
1	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	8		18	P	P																																
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P	P																																
					P	P																																
2	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	13		18	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																																	
3	LOCOMOTORA GOODMAN 10 TN	3		18	P																																	
	CARROS GRAMBYS 80 ps3		5		P																																	
					P																																	
4	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	16		21	P	P																																
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4		P	P																																
					P	P																																
5	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	18		18	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																																	
					P																																	
6	LOCOMOTORA CLAYTON 5 TN	24		21	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		4		P																																	
					P																																	
7	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	7		18	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 4		5		P																																	
					P																																	
8	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	1		18	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																																	
					P																																	
9	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	2		21	P																																	
	CARROS GRAMBY 110 PS (3) 80 PS (1)		4		P																																	
					P																																	
10	LOCOMOTORA CLAYTON 10 TN	29		18	P																																	
	CARROS GRAMBY 80 PS 3		5		P																																	
					P																																	

ACTIVIDADES PROGRAMADAS	
MANTENIMIENTO	P
INSPECCION	I
EJECUTADO	E


 SUPERVISOR
 VALLADOLID GARCIA JHON

Anexo 2. Registro de cartilla de inspección post mejora

	FORMATO	Código FOR-MAN-ME-025
	CARTILLA DE INSPECCION DE LOCOMOTORA Y DE GRAMBY	Versión 00 Página 1 de 1

RESPONSABLES	CARGO	FIRMA	FECHA
<i>Carla Ojeda, Julia</i> <i>José P. Romero Ganga</i>	<i>Revisor</i> <i>Revisor</i>	<i>[Firma]</i> <i>[Firma]</i>	21 / 11 / 18

CAPACIDAD: 70 TR COD. / SAP. 07 MARCA: <i>Volvo</i> ZONA / NIVEL: <i>Vetus No 18</i> UBICACIÓN: <i>Vetus</i>	 HOROMETRO 1606.54 TURNO ☒ D ☐ N HORARIO MANTTO Inc: 6:00 PM Fin: 6:00 PM
--	--

ITEM	DESCRIPCION DE TAREAS	ESTADO		OBSERVACIONES, MEDICIONES Y CORRECCIONES
		BIEN	MAL	
LOCOMOTORA				
1	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LAS ZAPATAS DE FRENO	✓		medido actual 10 mm de espesor
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS PASADORES	✓		
3	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA PALANCA DE FRENO	✓		
4	INSPECCIONAR EL ESTADO TRINQUETE	✓		
5	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LOS BRAZOS DE LA ZAPATA	✓		
6	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE SUSPENSION	=		Nb
7	INSPECCIONAR EL ESTADO DE BRAZOS DE SUSPENSION MOTOR	=		Nb
8	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS MUELLE DE BRAZO DE SUSPENSION	=		Nb
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS CHEVRONES	✓		
10	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS CAJAS CHUMACERAS	✓		8 chumaceras en mal estado
11	INSPECCION DEL ESTADO DE LA CRUCETA	✓		
12	MEDIR EL DESGASTE DE LA PISTA DE LA RUEDA	✓		Nb
13	MEDIR EL DESGASTE DE LAS PESTAÑAS DE LA RUEDA	✓		medido actual 41 mm
14	PINTURA DE LA LOCOMOTORA	✓		medido actual 12 mm
15	INSPECCION DE LOS DISPOSITIVOS SEGURIDAD	✓		
GRAMBY				
1	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE	✓		
2	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LAS ASAS DE LAS TROMPAS DE ENGANCHE	✓		
3	INSPECCIONAR LOS PINES DE ENGANCHE	✓		
4	INSPECCION TAPAS DE RUEDAS DE GRAMBY	✓		
5	INSPECCION DE LA QUINTA RUEDA Y TAPA	✓		
6	INSPECCION DE ENCHAQUETADO DE GRAMBY	✓		
7	INSPECCION DE BRAZOS DE GRAMBY	✓		
8	INSPECCION DE CHASIS	✓		
9	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LA CAMADA DE LAS GRAMBYS	✓		
10	INSPECCION DE LOS BRAZOS	✓		
11	INSPECCION DE LOS PINES DE ARTICULACION	✓		
12	MEDIDIA DE PISTA DE LAS PISTA DE LAS RUEDAS	✓		
13	MEDIDAS DE LAS PESTAÑAS DE LAS RUEDAS	✓		medido 8 mm - medido 17 mm
14				

MATERIALES UTILIZADOS	
<i>1/4 kg. Topo Suelto</i> <i>1 Lp. Amortiguador</i>	
OBSERVACIONES	

CONDICIONES QUE SE DEJA EL EQUIPO	
OPERATIVO	X
INOPERATIVO	

DISPONIBILIDAD MECANICA

$$D = \frac{10-1}{10} \times 100 = 90\%$$

FIRMA OPERADOR: *[Firma]*
 NOMBRE: *Pincho Mutomoros*
 DNI: *23705469*

V.B. SUPERVISOR: *[Firma]*
 NOMBRE: *San Juan de Dios*



Anexo 3. Registro de cartilla de mantenimiento pre-mejora

FORMATOS		Código: FOR-MAN-ME-013 Versión: 00 Página: 1 de 1																																																																				
CARTILLA DE MANTENIMIENTO DE LOCOMOTORA																																																																						
RESPONSABLES <table border="1" style="width:100%;"> <tr> <th>RESPONSABLES</th> <th>CARGO</th> <th>FIRMA</th> </tr> <tr> <td><i>José Roberto González</i></td> <td><i>Operario</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> </tr> <tr> <td><i>Osvaldo Andrés Sula</i></td> <td><i>Norma</i></td> <td><i>[Firma]</i></td> </tr> </table>	RESPONSABLES	CARGO	FIRMA	<i>José Roberto González</i>	<i>Operario</i>	<i>[Firma]</i>	<i>Osvaldo Andrés Sula</i>	<i>Norma</i>	<i>[Firma]</i>		FECHA 23/11/24 HOROMETRO 1596.50 GUARDIA DIA ☒ NOCHE ☐ TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ☒ CORRECTIVO ☐ CONDICION OPERATIVO ☒ INOPERATIVO ☐																																																											
RESPONSABLES	CARGO	FIRMA																																																																				
<i>José Roberto González</i>	<i>Operario</i>	<i>[Firma]</i>																																																																				
<i>Osvaldo Andrés Sula</i>	<i>Norma</i>	<i>[Firma]</i>																																																																				
DATOS DEL EQUIPO CAPACIDAD: 70 IN COD. INTERNO: 01 MARCA: 104 EN ZONA/NIVEL: 02da M-18 HORA DE INICIO: 9:30 AM HORA DE FIN: 1:30 PM																																																																						
TRANSMISION <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>TRANSMISION</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RODAMIENTO CHUMACERAS</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ACEITE</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CORONA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CATALINA GOODMAN</td><td>NA</td></tr> <tr><td>CAJA CHUMACERA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>RETEN DE CHUMACERA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ACOPLAMIENTOS</td><td>✓</td></tr> <tr><td>SIN FIN</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CRUCETA</td><td>NA</td></tr> <tr><td>PIÑON</td><td>NA</td></tr> <tr><td>RETEN DE TRANSMISION</td><td>✓</td></tr> </tbody> </table>	TRANSMISION	ESTADO Y/O MEDIDA	RODAMIENTO CHUMACERAS	✓	ACEITE	✓	CORONA	✓	CATALINA GOODMAN	NA	CAJA CHUMACERA	✓	RETEN DE CHUMACERA	✓	ACOPLAMIENTOS	✓	SIN FIN	✓	CRUCETA	NA	PIÑON	NA	RETEN DE TRANSMISION	✓	MANTTO <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>MANTTO</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>REGULADORES</td><td>✓</td></tr> <tr><td>BRAZO</td><td>✓</td></tr> <tr><td>TRINQUETE</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ARTICULACION</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PINES</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PASADORES</td><td>✓</td></tr> <tr><td>RESORTE DE TORNAMESA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>RODAMIENTO TORNAMESA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PERNOS</td><td>✓</td></tr> </tbody> </table>	MANTTO	ESTADO Y/O MEDIDA	REGULADORES	✓	BRAZO	✓	TRINQUETE	✓	ARTICULACION	✓	PINES	✓	PASADORES	✓	RESORTE DE TORNAMESA	✓	RODAMIENTO TORNAMESA	✓	PERNOS	✓	GRAMBY Y/O CALEZAS <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>GRAMBY Y/O CALEZAS</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RUEDA GRAMBY (80-110)</td><td>✓</td></tr> <tr><td>TROMPAS DE ENGANCHE</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PINES DE ENGANCHE</td><td>✓</td></tr> <tr><td>RODAMIENTOS</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PORTA BASTON</td><td>✓</td></tr> <tr><td>TAPA DE RUEDA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>GOMAS</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PIN DE VOLTEO</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ESTRUCTURA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PUENTE - GRAMBY</td><td>✓</td></tr> <tr><td>N° DE GRAMYS</td><td></td></tr> </tbody> </table>	GRAMBY Y/O CALEZAS	ESTADO Y/O MEDIDA	RUEDA GRAMBY (80-110)	✓	TROMPAS DE ENGANCHE	✓	PINES DE ENGANCHE	✓	RODAMIENTOS	✓	PORTA BASTON	✓	TAPA DE RUEDA	✓	GOMAS	✓	PIN DE VOLTEO	✓	ESTRUCTURA	✓	PUENTE - GRAMBY	✓	N° DE GRAMYS	
TRANSMISION	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
RODAMIENTO CHUMACERAS	✓																																																																					
ACEITE	✓																																																																					
CORONA	✓																																																																					
CATALINA GOODMAN	NA																																																																					
CAJA CHUMACERA	✓																																																																					
RETEN DE CHUMACERA	✓																																																																					
ACOPLAMIENTOS	✓																																																																					
SIN FIN	✓																																																																					
CRUCETA	NA																																																																					
PIÑON	NA																																																																					
RETEN DE TRANSMISION	✓																																																																					
MANTTO	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
REGULADORES	✓																																																																					
BRAZO	✓																																																																					
TRINQUETE	✓																																																																					
ARTICULACION	✓																																																																					
PINES	✓																																																																					
PASADORES	✓																																																																					
RESORTE DE TORNAMESA	✓																																																																					
RODAMIENTO TORNAMESA	✓																																																																					
PERNOS	✓																																																																					
GRAMBY Y/O CALEZAS	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
RUEDA GRAMBY (80-110)	✓																																																																					
TROMPAS DE ENGANCHE	✓																																																																					
PINES DE ENGANCHE	✓																																																																					
RODAMIENTOS	✓																																																																					
PORTA BASTON	✓																																																																					
TAPA DE RUEDA	✓																																																																					
GOMAS	✓																																																																					
PIN DE VOLTEO	✓																																																																					
ESTRUCTURA	✓																																																																					
PUENTE - GRAMBY	✓																																																																					
N° DE GRAMYS																																																																						
SUSPENSION <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>SUSPENSION</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RUEDA LO COLOMOTORA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CHEVRONES</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>RESORTE</td><td>NA</td></tr> <tr><td>PUENTE DE LOCOMOTORA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>RETEN DE CHUMACERA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CHAVETAS DE CHUMACERA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ZAPATAS</td><td>10 mm</td></tr> <tr><td>CAJA DE CHUMACERA</td><td>✓</td></tr> </tbody> </table>	SUSPENSION	ESTADO Y/O MEDIDA	RUEDA LO COLOMOTORA	✓	CHEVRONES	Regular	RESORTE	NA	PUENTE DE LOCOMOTORA	✓	RETEN DE CHUMACERA	✓	CHAVETAS DE CHUMACERA	✓	ZAPATAS	10 mm	CAJA DE CHUMACERA	✓	ELECTRICO <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>ELECTRICO</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>MOTOR</td><td></td></tr> <tr><td>RESISTENCIA</td><td></td></tr> <tr><td>JARPER</td><td></td></tr> <tr><td>TABLERO</td><td></td></tr> <tr><td>HOROMETRO</td><td></td></tr> <tr><td>CAJA DE CAMBIOS</td><td></td></tr> <tr><td>HOMBRE MUERTO</td><td></td></tr> </tbody> </table>	ELECTRICO	ESTADO Y/O MEDIDA	MOTOR		RESISTENCIA		JARPER		TABLERO		HOROMETRO		CAJA DE CAMBIOS		HOMBRE MUERTO		DISP. SEGURIDAD <table border="1" style="width:100%;"> <thead> <tr> <th>DISP. SEGURIDAD</th> <th>ESTADO Y/O MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CINTURON DE SEGURIDAD</td><td>✓</td></tr> <tr><td>PORTA BASTON</td><td>✓</td></tr> <tr><td>GATA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ZAPA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>CUÑA</td><td>✓</td></tr> <tr><td>ASIENTO</td><td>✓</td></tr> <tr><td>EXTINTOR</td><td>✓</td></tr> </tbody> </table>	DISP. SEGURIDAD	ESTADO Y/O MEDIDA	CINTURON DE SEGURIDAD	✓	PORTA BASTON	✓	GATA	✓	ZAPA	✓	CUÑA	✓	ASIENTO	✓	EXTINTOR	✓																		
SUSPENSION	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
RUEDA LO COLOMOTORA	✓																																																																					
CHEVRONES	Regular																																																																					
RESORTE	NA																																																																					
PUENTE DE LOCOMOTORA	✓																																																																					
RETEN DE CHUMACERA	✓																																																																					
CHAVETAS DE CHUMACERA	✓																																																																					
ZAPATAS	10 mm																																																																					
CAJA DE CHUMACERA	✓																																																																					
ELECTRICO	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
MOTOR																																																																						
RESISTENCIA																																																																						
JARPER																																																																						
TABLERO																																																																						
HOROMETRO																																																																						
CAJA DE CAMBIOS																																																																						
HOMBRE MUERTO																																																																						
DISP. SEGURIDAD	ESTADO Y/O MEDIDA																																																																					
CINTURON DE SEGURIDAD	✓																																																																					
PORTA BASTON	✓																																																																					
GATA	✓																																																																					
ZAPA	✓																																																																					
CUÑA	✓																																																																					
ASIENTO	✓																																																																					
EXTINTOR	✓																																																																					
TRABAJOS REALIZADOS - Limpieza del equipo - desmontaje sistema de freno - Limpieza y lubricación de articulaciones - agregado de 1/2 bl de aceite a cada transmisión - lubricación chumaceras - regulado de freno - lubricado de caíras gramby		DISPONIBILIDAD MECÁNICA $\frac{H.P. - H.L.}{H.P.} (100\%) = D.M.$ $\frac{10 - 4}{10} (100\%) = D.M.$ $60\% = D.M.$																																																																				
OBSERVACIONES 																																																																						

FIRMA OPERADOR
 NOMBRE: *Pincho Motomeros Daniel*
 DNI: 23705468

V°B° SUPERVISOR
[Firma]



Anexo 4. Reporte de cartilla de mantenimiento de locomotora



FORMATOS

CARTILLA DE MANTENIMIENTO DE LOCOMOTORA

Código: FOR-MAN-ME-013

Versión: 00

Página: 1 de 1

RESPONSABLES

JEFESQUEZ

ROJAS, Henry

JOVIERA

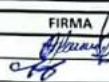
ALANZA GARCIA

CARGO

MECANICO

MECANICO

FIRMA



FECHA

15 / 11 / 2024

DATOS DEL EQUIPO

CAPACIDAD:

10 TN

COD. INTERNO:

N° 08

MARCA:

CLAYTON

ZONA/NIVEL:

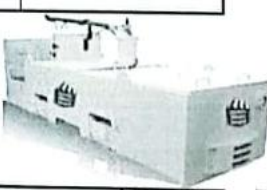
UBTAS / NIV. B

HORA DE INICIO:

8:30 AM

HORA DE FIN:

12:30 PM



HOROMETRO

3480.60 (INOPERATIVO)

GUARDIA

DIAS

NOCHE

TIPO DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO

CORRECTIVO

CONDICION

OPERATIVO

INOPERATIVO

TRANSMISION

ESTADO Y/O MEDIDA

RODAMIENTO CHUMACERAS

ACEITE

CORONA

CATALINA GOODMAN

CAJA CHUMACERA

RETEN DE CHUMACERA

ACOPLAMIENTOS

SIN FIN

CRUCETA

PIÑON

RETEN DE TRANSMISION

MANTTO

ESTADO Y/O MEDIDA

REGULADORES

BRAZO

TRINQUETE

ARTICULACION

PINES

PASADORES

RESORTE DE TORNAMESA

RODAMIENTO TORNAMESA

PERNOS

GRAMBY Y/O CALEZAS

ESTADO Y/O MEDIDA

RUEDA GRAMBY (80-110)

TROMPAS DE ENGANCHE

PINES DE ENGANCHE

RODAMIENTOS

PORTA BASTON

TAPA DE RUEDA

GOMAS

PIN DE VOLTEO

ESTRUCTURA

PUENTE - GRAMBY

N° DE GRAMYS

SUSPENSION

ESTADO Y/O MEDIDA

RUEDA LO COLOMOTORA

CHEVRONES

RESORTE

PUENTE DE LOCOMOTORA

RETEN DE CHUMACERA

CHAVETAS DE CHUMACERA

ZAPATAS

CAJA DE CHUMACERA

ELECTRICO

ESTADO Y/O MEDIDA

MOTOR

RESISTENCIA

JARPER

TABLERO

HOROMETRO

CAJA DE CAMBIOS

HOMBRE MUERTO

DISP. SEGURIDAD

ESTADO Y/O MEDIDA

CINTURON DE SEGURIDAD

PORTA BASTON

GATA

ZAPA

CUÑA

ASIENTO

EXTINTOR

TRABAJOS REALIZADOS

Inspeccion - Limpieza General del equipo y conboy Grambys.

Desmontaje - Engrase General del sistema de freno

PINES, BRAZOS DE ARTICULACION, REGULADORES (INFERIORES-SUPERIOR);

CAJAS DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS DE CORONA.

SE CAMBIO 4 PERNOS DE PUENTE DE CONBOY DE CARROS GRAMBYS.

ENGASE DE LAS RUEDAS Y STA RUEDAS DE CONBOY DE GRAMBYS.

SE REGULO EL FRENO Y PROVISION DE TORNAMESA.

OBSERVACIONES

Equipo queda operativo, se Realizo las pruebas con el operador quedando OK.

DISPONIBILIDAD MECÁNICA

$$\frac{H.P. - H.I.}{H.P.} (100\%) = D.M.$$

$$\frac{10 - 3.66}{10} (100\%) = D.M$$

$$63.4\% = D.M$$

$$\frac{40}{60} = 0.66.$$


FIRMA OPERADOR
NOMBRE: Simón Nezaya
DNI: 21139189

V*B* SUPERVISOR


GMI
MAESTRO MAESTRANZA
Nº 1 JEFE DE AREA
 2023
SERAFINA DE AREA

Anexo 5. Registro de cartilla de mantenimiento diversos anterior

GMI		FORMATO		Código: FOR-MAN-ME-021	
CARTILLA DE MANTENIMIENTO DIVERSOS					
MANTENIMIENTO		REPARACION		FABRICACION	
EJECUTADO POR		FIRMA		FECHAS EJECUCION	
Benito Claver Rasinolado		<i>[Signature]</i>		INICIO	15 03 2024
VEINSAQUEZ ROJAS Henry		<i>[Signature]</i>		ACTUAL	
CHRISTIAN CASTEL ALDO		<i>[Signature]</i>		TERMINO	15 03 2024
SUPERVISOR					
Kevin Ore Santes					
ZONA		NIVEL			
Letos Esperanza		18			
SERVICIO SOLICITADO:					
LOCOMOTORA	☒	GRAMBY	☒	ROMPE BANCO	
BOMBA ESTACIONARIA		WIN DE IZAJE		CUCHARA DE SCOOP	
BOMBA DE PULPA		WIN DE RASTRILLAJE		TOLVAS DE DAMPER	
HIDRO CICLONES		AGUITADORES		EQUIPO LINEA AMARILLA	
PARRILLAS CONVENCIONALES		PARRILLA PARA R/B		PUENTE GRUA MANUAL	
TOLVA DE VOLQUETE		TOLVA PARA MINERAL		TECLES MECANICOS	
BOMBAS RITZ		PULMON DE AIRE		BARRENADO	
PORTICO		TORNO		MOTOSIERRA	
				OTROS.....	
CODIGO INTERNO DE EQUIPO		Nº 8			
MATERIALES UTILIZADOS					
Tropes, 1/2 Kg					
grasa 2 Kg					
desengrasante 1 Gl.					
TRABAJOS REALIZADOS					
- Inspeccion - limpieza del equipo y cambio gramby.					
- Desmontaje de fierro, engrase, cambio de pintas, bridas.					
- Engrase de la chumacera; Inspeccion de los chubrones.					
- Engrase a la granta ovelo, Engrase de Tornillos					
- Se realiza engrase al combay de cono gramby.					
PENDIENTES					
- Proxima 1 mantenimiento cambio de roscas.					
- cambio de repuestos flexibles en 5 mm.					
<i>[Signature]</i> V"B" OPERADOR		<i>[Signature]</i> V"B" SUPERVISOR		 MANTENIMIENTO <i>[Signature]</i> FABRICACION DE AREA V"B" EL JEFE DE AREA	

Anexo 6. Registro PETAR

GMI		FORMATO	Código: FOR-SSO-012
		PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)	Versión: 02
			Página: 1 de 1
AREA:	Maestranza		HORA INICIO: 8:50 pm
LUGAR:	NV-18		HORA FINAL:
FECHA:	06-01-2024		NUMERO: 40334
1.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE ALTO RIESGO:			
Reparación de Equipo CARRO GRADY			
2.- RESPONSABLES DEL TRABAJO:			
NOMBRES	OCUPACIÓN	FIRMA INICIO	FIRMA TÉRMINO
DEIASQUEZ ROJAS, HENRY	Mecánico		
Carito Vilcar Vialberta	Mecánico		
Piero Alca Elvardo	Mecánico		
Javier Alarza GORSON	Mecánico		
3.- EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO			
OTROS:			
CASCO ☒			
MAMELUCO ☒			
GUANTES DE JEJE ☒			
BOTAS DE JEJE ☒			
PROTECTOR VISUAL ☒			
RESPIRADOR CIGASES, POLVO ☒			
MORRAL DE LONA ☒			
ARNES DE SEGURIDAD ☒			
CORREA PARA LAMPARA ☒			
BARBIQUEJO ☒			
PROTECTOR DE OÍDOS ☒			
ROPA DE JEJE ☒			
LINEA DE VIDA ☒			
GUANTES DE CUERO ☒			
RODILLERA ☒			
CARETA FACIAL ☒			
ESCARPIN ☒			
ZAPATO CON PUNTA DE ACERO ☒			
ROPA DE CUERO ☒			
CARETA COLORED ☒			
4.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL:			
1. MAQUINA DE SOLDAR	6. ESCUADRA	11. ELECTRODO	
2. MAQUINA DE CORTE PLASMA	7. COMBA	12. ACCESORIO DE CORTE (PLASMA)	
3. EQUIPO OXICORTE	8. EXTENSION	13. NIVEL	
4. AMOLADORA	9. RECTIFICADORA	14. EXTINTOR	
5. ESMERIL DE BANCO	10. JUEGO DE LLAVES	15.	
5.- PROCEDIMIENTO / PLAN DE TRABAJO:			
6. PROCEDIMIENTO: (registrar el nombre del procedimiento asociado a la actividad)			
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO DE TRABAJOS DE SOLDADURA CON MAQUINA DE SOLDAR - GMI-MAN-ME-PET-261			
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO DE CORTE CON EQUIPO PLASMA V.03 GMI-MAN-ME-PET-257			
7.- AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN (NOMBRE Y FIRMAS)			
CARGO	NOMBRES	FIRMA	
Supervisor	Ore Santos Kevin		
Jefe de Área	Jose Rueda Torres		
8. VERIFICACIÓN DEL ÁREA DE SEGURIDAD POR LA DOCUMENTACIÓN ADJUNTA:			
"El supervisor solicitante es responsable de cumplir los requisitos documentarios y de campo, antes de solicitar la autorización e iniciar el trabajo"			

Anexo 7. Entrevista 1 realizada

Entrevista: Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de Locomotoras y Carros Mineros en la Empresa Alpayana

Datos Generales del Entrevistado:

- Nombre: TITOEO CRISTIAN SANCHEZ
- Cargo: Mecánico
- Área de Trabajo: MOESTRONZA
- Tiempo en la Empresa: 2 años

Sección 1: Conocimiento del Plan de Mantenimiento

1. ¿Está familiarizado(a) con el Plan de Mantenimiento implementado en la empresa?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ En parte

2. En su opinión, ¿cuáles son los principales objetivos de este plan?

AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LO LOCOMOTORAS

3. ¿Recibió información o capacitación relacionada con el plan antes de su implementación?

- ☒ Sí
- ☐ No

4. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿cuánto evaluó la capacitación proporcionada?

- ☒ Excelente
- ☐ Buena
- ☐ Regular
- ☐ Mala
- ☐ Comentarios: _____

Sección 2: Impacto del Plan de Mantenimiento

5. ¿Ha notado mejoras en la disponibilidad de locomotoras y carros mineros desde la implementación del plan?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ No estoy seguro/a

6. ¿Qué cambios específicos ha observado en las operaciones relacionadas con el mantenimiento?

LA IMPLEMENTACION DE UN PORTICO PARA LA REPARACION
LA IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS.

7. ¿Considera que los tiempos de inactividad de los equipos se han reducido?

☒ Sí

☐ No

☐ No estoy seguro/a

8. En términos de seguridad laboral, ¿ha contribuido el plan a minimizar riesgos relacionados con el mantenimiento?

☒ Sí

☐ No

☐ No estoy seguro/a

☐ Comentarios: SE EVIDENCIA QUE LOS CAMBIOS GANAN Y NO SE DESCARTAN

ción 3: Ejecución del Plan y Recursos

9. ¿Cómo evalúa la planificación de las actividades de mantenimiento?

☒ Excelente

☐ Buena

☐ Regular

☐ Mala

☐ Comentarios: EL MANTENIMIENTO NOS DYO A REFORZAR.

10. ¿Considera que los recursos disponibles (herramientas, repuestos, personal) son suficientes para ejecutar el plan?

☒ Sí

☐ No

☐ Comentarios: _____

11. ¿Existen áreas o procesos específicos que, en su opinión, necesitan mejoras para la correcta implementación del plan?

MEJORAR EN EL AREA DE MANEJO

ción 4: Sugerencias y Observaciones

12. ¿Qué aspectos considera que se deberían reforzar en el Plan de Mantenimiento para mejorar su efectividad?

EJECUTAR Y CUMPLIR CON LOS MANTENIMIENTOS.

13. ¿Tiene algún comentario adicional sobre cómo optimizar la gestión de mantenimiento en la empresa?

NO

Anexo 8. Entrevista 2 realizada

Entrevista: Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de Locomotoras y Carros Mineros en la Empresa Alpayana

Datos Generales del Entrevistado:

- Nombre: Brenito Chavez Rosmendo.
- Cargo: Mecánico J
- Área de Trabajo: Mantenedor.
- Tiempo en la Empresa: 8 años.

Sección 1: Conocimiento del Plan de Mantenimiento

1. ¿Está familiarizado(a) con el Plan de Mantenimiento implementado en la empresa?
 - ☒ Sí
 - ☐ No
 - ☐ En parte
2. En su opinión, ¿cuáles son los principales objetivos de este plan?
Minimizar las paradas por correctivos
Cumplir con el plan para mejorar la disponibilidad.
3. ¿Recibió información o capacitación relacionada con el plan antes de su implementación?
 - ☒ Sí
 - ☐ No
4. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿cuánto evaluó la capacitación proporcionada?
 - ☐ Excelente
 - ☒ Buena
 - ☐ Regular
 - ☐ Mala
 - ☐ Comentarios: Si recibió la capacitación ab como geutor.
El plan de mantenimiento.

Sección 2: Impacto del Plan de Mantenimiento

5. ¿Ha notado mejoras en la disponibilidad de locomotoras y carros mineros desde la implementación del plan?
 - ☒ Sí
 - ☐ No
 - ☐ No estoy seguro/a

6. ¿Qué cambios específicos ha observado en las operaciones relacionadas con el mantenimiento?

Se evidencian pocos parados por falta de locomotora.

7. ¿Considera que los tiempos de inactividad de los equipos se han reducido?

- ☒ Sí
☐ No
☐ No estoy seguro/a

8. En términos de seguridad laboral, ¿ha contribuido el plan a minimizar riesgos relacionados con el mantenimiento?

- ☒ Sí
☐ No
☐ No estoy seguro/a
☐ Comentarios: *Se ve la implementación del taller*

Sección 3: Ejecución del Plan y Recursos

9. ¿Cómo evalúa la planificación de las actividades de mantenimiento?

- ☒ Excelente
☐ Buena
☐ Regular
☐ Mala
☐ Comentarios: _____

10. ¿Considera que los recursos disponibles (herramientas, repuestos, personal) son suficientes para ejecutar el plan?

- ☒ Sí
☐ No
☐ Comentarios: *En proceso de mejora*

11. ¿Existen áreas o procesos específicos que, en su opinión, necesitan mejoras para la correcta implementación del plan?

- Ninguno

Sección 4: Sugerencias y Observaciones

12. ¿Qué aspectos considera que se deberían reforzar en el Plan de Mantenimiento para mejorar su efectividad?

** Se debe de mejorar aporte del plan la coordinación en el reparto de guardia con los jefes de operaciones.*

13. ¿Tiene algún comentario adicional sobre cómo optimizar la gestión de mantenimiento en la empresa?

Ninguno.

Anexo 9. Encuesta realizada 1

Encuestas

1. Datos Generales (Opcional)

- Área de trabajo:

☒ Mantenimiento

☐ Operaciones

☐ Logística

☐ Otros: _____

- Cargo: Mecánico

- Años de experiencia en la empresa: 4 años
-

2. Evaluación General del Plan

1. ¿Considera que el plan de mantenimiento ha mejorado la disponibilidad de locomotoras y carros mineros?

☐ Sí, significativamente

☒ Sí, de forma moderada

☐ No ha habido mejoras significativas

☐ No ha mejorado

2. ¿Cómo calificaría la planificación de las actividades de mantenimiento?

☒ Excelente

☐ Buena

☐ Regular

☐ Mala

3. ¿Cree que los recursos disponibles (repuestos, herramientas, personal) son suficientes para ejecutar el plan?

☒ Sí

☐ No

3. Impacto en las Operaciones

4. ¿Ha observado una reducción en los tiempos de inactividad de los equipos?

☒ Sí

- No

- No estoy seguro/a

5. ¿El plan ha contribuido a mejorar la seguridad en las operaciones?

- ☒ Sí
- No
 - No estoy seguro/a

6. ¿Qué tan satisfecho(a) está con el impacto del plan en la productividad general?

- ☒ Muy satisfecho/a
- Satisfecho/a
 - Neutral
 - Insatisfecho/a

4. Capacitación y Participación

7. ¿Recibió capacitación adecuada para implementar las actividades del plan de mantenimiento?

☒ Sí

- No

8. ¿Se siente involucrado(a) en las decisiones relacionadas con el mantenimiento de los equipos?

☒ Sí

- No

Sí en la ejecución y cumplimiento del plan.

5. Sugerencias y Opiniones

9. ¿Qué aspectos del plan de mantenimiento cree que se podrían mejorar?

Recibir mas capacitaciones que sean continuas.

10. ¿Tiene alguna sugerencia adicional para optimizar el plan?

las capacitaciones deben ser externas.

Agradecemos su tiempo y

Anexo 10. Encuesta realizada 2

Encuestas

1. Datos Generales (Opcional)

- Área de trabajo:
 - ☒ Mantenimiento
 - ☐ Operaciones
 - ☐ Logística
 - ☐ Otros: _____
 - Cargo: Mecánico I
 - Años de experiencia en la empresa: 3 años
-

2. Evaluación General del Plan

1. ¿Considera que el plan de mantenimiento ha mejorado la disponibilidad de locomotoras y carros mineros?
 - ☒ Sí, significativamente
 - ☐ Sí, de forma moderada
 - ☐ No ha habido mejoras significativas
 - ☐ No ha mejorado
 2. ¿Cómo calificaría la planificación de las actividades de mantenimiento?
 - ☐ Excelente
 - ☒ Buena
 - ☐ Regular
 - ☐ Mala
 3. ¿Cree que los recursos disponibles (repuestos, herramientas, personal) son suficientes para ejecutar el plan?
 - ☒ Sí
 - ☐ No
-

3. Impacto en las Operaciones

4. ¿Ha observado una reducción en los tiempos de inactividad de los equipos?
 - ☒ Sí
 - No

- No estoy seguro/a

5. ¿El plan ha contribuido a mejorar la seguridad en las operaciones?

- ☒ Sí
- ☐ No
- ☐ No estoy seguro/a

6. ¿Qué tan satisfecho(a) está con el impacto del plan en la productividad general?

- ☐ Muy satisfecho/a
- ☒ Satisfecho/a
- ☐ Neutral
- ☐ Insatisfecho/a

4. Capacitación y Participación

7. ¿Recibió capacitación adecuada para implementar las actividades del plan de mantenimiento?

- ☒ Sí

- No

8. ¿Se siente involucrado(a) en las decisiones relacionadas con el mantenimiento de los equipos?

- ☒ Sí
- ☐ No

5. Sugerencias y Opiniones

9. ¿Qué aspectos del plan de mantenimiento cree que se podrían mejorar?

Realizar de el cumplimiento del plan.

10. ¿Tiene alguna sugerencia adicional para optimizar el plan?

Ninguna.

Agradecemos su tiempo y