

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA EQUIPOS DE ACARREO
DE MINERAL EN LA RAMPA 1 Y 2 DE LA UNIDAD MINERA
KOLPA – HUANCAMELICA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

MARX ESCOBEDO PORTAL

Callao, 2020

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Marx Escobedo Portal".

Bach. Marx Escobedo Portal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Marx Escobedo Portal".

CIP. N° 99890

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán

Presidente

Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri

Secretario

Mg. Juan Carlos Huamán Alfaro

Vocal

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez

Asesor

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES.....	5
1.1. Objetivos.....	5
1.1.1 Objetivo General.....	5
1.1.2 Objetivos Específicos	5
1.2. Organización de la empresa o institución	6
1.2.1. Organigrama.....	9
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	11
2.1. Marco teórico.....	11
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	42
2.2.1. Descripción general de la obra.....	44
2.2.2. Funciones desempeñadas.....	46
III. APORTES REALIZADOS	48
3.1. Aportes a la empresa	48
3.2. Procedimientos de la obra.....	50
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	93
4.1. Discusión.....	93
4.2. Conclusiones.....	94
V. RECOMENDACIONES.....	95
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1	Ubicación de la U.E.A Huachocolpa Uno	8
FIGURA Nº 2	Organigrama de la empresa MCEISA	10
FIGURA Nº 3	Clasificación de equipos de carguío	29
FIGURA Nº 4	Clasificación del flujo de transporte	30
FIGURA Nº 5	Scoop o LHD	35
FIGURA Nº 6	Camión eléctrico de bajo perfil	36
FIGURA Nº 7	Camión rígido subterráneo (supra)	37
FIGURA Nº 8	Plano técnico de camión VOLVO FMX 8x4R	40
FIGURA Nº 9	Plano técnico de camión VOLVO FMX 6x4R	41
FIGURA Nº 10	Equipos volquetes - CÍA. Minera Kolpa	42
FIGURA Nº 11	Mapa de procesos del Taller de Mantenimiento	44
FIGURA Nº 12	Taller de Mantenimiento en superficie	75
FIGURA Nº 13	Taller de Mantenimiento interior de mina, Rampa Nº1	76
FIGURA Nº 14	Taller de Mantenimiento interior de mina, Rampa Nº2	76
FIGURA Nº 15	Equipos Volvo FMX 480 - Compañía Minera Kolpa	77
FIGURA Nº 16	Zona de Reparación de equipos en superficie	77

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1	Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo	15
CUADRO N° 2	Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo	17
CUADRO N° 3	Ventajas y desventajas del mantenimiento proactivo	18
CUADRO N° 4	Tipos de transporte	31
CUADRO N° 5	Consumo de combustible de volquetes enero 2019	52
CUADRO N° 6	Consumo de combustible de volquetes febrero 2019	52
CUADRO N° 7	Consumo de combustible de volquetes marzo 2019	53
CUADRO N° 8	Consumo de combustible de volquetes abril 2019	53
CUADRO N° 9	Consumo de combustible de volquetes mayo 2019	54
CUADRO N° 10	Consumo de combustible de volquetes junio 2019	54
CUADRO N° 11	Consumo de combustible de volquetes julio 2019	55
CUADRO N° 12	Consumo de combustible de volquetes agosto 2019	55
CUADRO N° 13	Consumo de combustible de volquetes setiembre 2019	56
CUADRO N° 14	Consumo de combustible de volquetes octubre 2019	56
CUADRO N° 15	Consumo de combustible de volquetes noviembre 2019	57
CUADRO N° 16	Consumo de combustible de volquetes diciembre 2019	57
CUADRO N° 17	Consumo de combustible flota volquetes meses de enero a junio del 2019	58
CUADRO N° 18	Consumo de combustible flota volquetes meses de julio a diciembre del 2019	58
CUADRO N° 19	Viajes de mineral y desmonte de los meses enero a junio 2019	59
CUADRO N° 20	Viajes de mineral y desmonte de los meses julio a diciembre 2019	59
CUADRO N° 21	Formato Check List de volquetes Volvo	61
CUADRO N° 22	Formato Check List de volquetes Volvo (Continuación)	62
CUADRO N° 23	Formato de llamadas de volquetes	63

CUADRO N° 24	Formato de reporte diario de equipos	64
CUADRO N° 25	Formato de solicitud de repuestos	65
CUADRO N° 26	Formato de envío de componentes	66
CUADRO N° 27	Formato de Orden de Trabajo	67
CUADRO N° 28	Estadística de seguridad año 2019	68
CUADRO N° 29	Disponibilidad mecánica de los volquetes enero a junio del 2019	69
CUADRO N° 30	Utilización de la flota de volquetes enero a junio del 2019	70
CUADRO N° 31	Confiabilidad de la flota de volquetes enero a junio del 2019	71
CUADRO N° 32	Formato de Control de gases de combustión	74
CUADRO N° 33	Costo del presupuesto de mantenimiento	78
CUADRO N° 34	Evaluación de costos de mantenimiento 2019	79
CUADRO N° 35	Disponibilidad Mecánica de los Volquetes julio a diciembre del 2019	80
CUADRO N° 36	Utilización de la Flota de los Volquetes julio a diciembre del 2019	81
CUADRO N° 37	Confiabilidad de la Flota de los Volquetes julio a diciembre del 2019	82
CUADRO N° 38	Sistema de Mantenimiento de los Volquetes	83
CUADRO N° 39	Comparativo de la Disponibilidad de la Flota de los Volquetes de enero a junio vs. julio a diciembre	84
CUADRO N° 40	Comparativo de la Utilización de la Flota de los Volquetes	85
CUADRO N° 41	Valorización del Servicio 2019	86
CUADRO N° 42	Comparativos de viajes mineral y desmonte	87
CUADRO N° 43	Toneladas transportadas por mes año 2019	88
CUADRO N° 44	Valorización de volquetes año 2019	89
CUADRO N° 45	Valorización de volquetes planificado/real año 2019	90
CUADRO N° 46	Control de neumáticos delanteros Birla y posteriores Westlake	91
CUADRO N° 47	Control de neumáticos delanteros Westlake y posteriores Haulmax	91

I.ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Implementar las estaciones de mantenimiento preventivo para equipos de acarreo de mineral y desmonte en la rampa 1 y 2 de la Unidad Minera Kolpa - Huancavelica

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descentralizar el mantenimiento preventivo de los volquetes para mejorar los viajes de traslado de mineral y desmonte.
- Mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes.

1.2. Organización de la empresa o institución

Martínez contratistas e ingeniería S.A. (MCEISA) es una empresa contratista minera dedicada a la ejecución de proyectos y servicios especializados en la actividad minera, es así como brinda este tipo de servicios a la Compañía Minera KOLPA S.A. que es una empresa dedicada a la exploración, explotación y tratamiento de minerales polimetálicos con contenidos de plomo, zinc, cobre y plata.

- Misión

Martínez contratistas e ingeniería S.A. (MCEISA) es una empresa con tendencia a ser líder en servicios especializados en la industria minera y construcción civil en el Perú y el extranjero, orientados a la satisfacción de nuestros clientes y proveedores.

- Visión

Martínez contratistas e ingeniería S.A (MCEISA) es una empresa especializada que presta servicios a la industria minera y construcción civil, con altos estándares en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de sus colaboradores, cuidando el Medio Ambiente, cumpliendo con estándares de Calidad y generando rentabilidad a sus accionistas.

- Valores

- La empresa respeta: los recursos humanos, la naturaleza y la comunidad en su búsqueda del fortalecimiento y mejora continua.
- Aplica y cumple La Ley y sus normas, así como estándares y conceptos de mejores prácticas para garantizar la eficiencia, la seguridad laboral, la conservación ambiental y un impacto social positivo; estimulando la participación y comunicación entre todos los niveles de la empresa.

- Políticas
 - Mejora continua en el desempeño en Seguridad, Salud y Medio Ambiente identificando las fuentes de riesgo y previniendo lesiones y deterioros en la salud de los trabajadores, daños al medio ambiente y fallas en los procesos
 - Cumplir los requisitos legales de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Calidad aplicables a sus actividades
 - Ejecutar continuos programas de capacitación basadas en los requerimientos y desarrollo de competencias
 - Innovar los procesos con tecnología de punta para asegurar la calidad de los productos y servicios y la consiguiente satisfacción de sus clientes
 - Sensibilizar a las partes interesadas predicando con el ejemplo
 - Asegurar el respeto de los valores y costumbres de las comunidades y poblaciones vecinas, para impulsar el desarrollo sustentable de la empresa y la sociedad

- **Servicio en la Unidad Huachocolpa**

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno de la Compañía Minera Kolpa S.A geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, en el Distrito minero de Huachocolpa, Provincia y Región de Huancavelica a una altitud de 4480 m.s.n.m. se muestra en la figura N° 1.

Las reservas probadas (1 575 108 T.M.) y probables (303 947 T.M.) en la Veta Bienaventurada hacen que la Compañía Minera KOLPA S.A continúe con los trabajos de exploración y explotación de reservas minerales, los que serán transportados para su tratamiento a la Planta de Beneficio de la unidad económica administrativa (U.E.A.) Huachocolpa Uno, que opera a una capacidad instalada de 1200 TM.

La empresa MCEISA presta el servicio de transporte y acarreo del mineral para lo cual cuenta con un área de mantenimiento de equipos de acarreo-volquetes en la Unidad Minera Kolpa, que se encarga de mantener en buen estado de conservación al equipo. El área de mantenimiento mecánico, que es el área donde se enfoca la presente investigación, tiene actualmente 9 trabajadores de los cuales son 3 mecatrónicos, 3 mecánicos y 3 ayudantes por guardia las otras 2 personas son ingenieros y su participación resulta necesaria para cumplir con su principal función, que es el acarreo de mineral o desmonte programados en la guardia.

FIGURA N° 1
Ubicación de la U.E.A Huachocolpa Uno



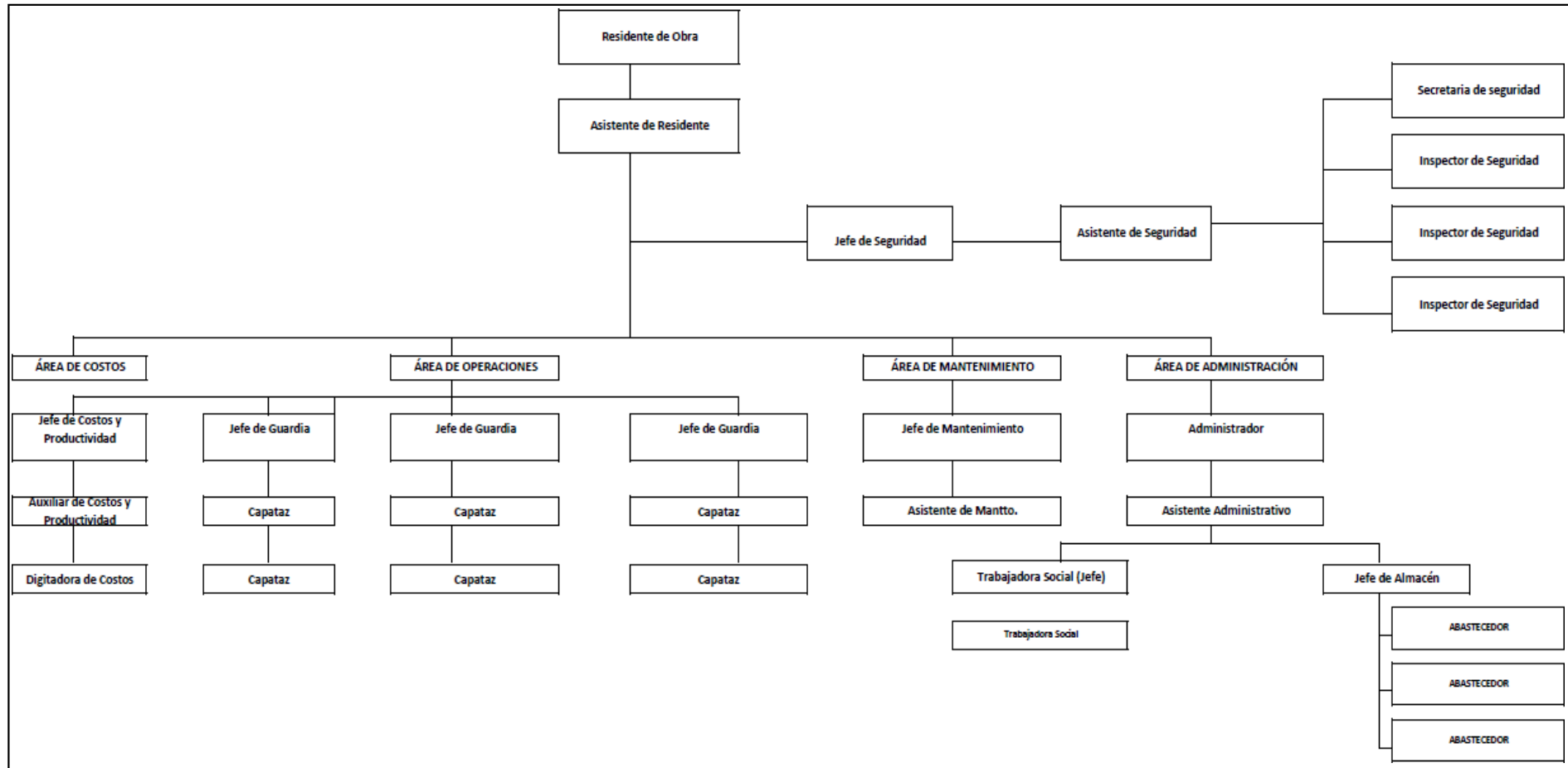
Fuente: Google, 2020

1.2.1. Organigrama

La organización de la empresa Martínez contratistas e ingeniería S.A. se ilustra en la figura N° 2 cuenta con las ubicaciones jerárquicas para cumplir con sus funciones correspondientes en las áreas ejecutivas y ejecutoras que se encuentran configuradas de la siguiente forma:

- Gerente General Corporativo: Ing. Pascual Martínez Rosales
- Sub Gerente Corporativo: Ing. Francisco Martínez Tipe
- Gerente de Operaciones Corporativo: Ing. Javier Martínez Tipe
- Gerente de Operaciones Técnico: Ing. Oscar Neyra
- Gerente de SSOMA Corporativo: Ing. Pedro Martínez Tipe
- Gerente de Proyectos Corporativo: Ing. Luis Martínez Tipe
- Director de Mantenimiento Corporativo: Ing. Orlando Pardo Gonzales
- Gerente de Operaciones Unidad Minera Kolpa: Ing. Cesar Lévano Tipe
- Residente de Unidad Minera Kolpa: Ing. Vladimir Herrera Bautista
- Asistente de Residente Unidad Minera Kolpa: Ing. Jaime Rodrigo Correa
- Jefe de SOMA Unidad Minera Kolpa: Ing. Roy Vargas Quijada
- Jefe de Mantenimiento Unidad Minera Kolpa: Ing. Hipólito Mantari Ortiz
- Administrador Unidad Minera Kolpa: Lic. Juan Carlos Cornejo
- Asistentia Social Unidad Minera Kolpa: Lic. Paola Huaroc Eulogio
- Jefe de Logística Unidad Minera Kolpa: Tec. Alberto Pozo Vargas

FIGURA N° 2
Organigrama de la empresa MCEISA



Fuente: Propia

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico

- **Marco conceptual del mantenimiento**

Se generaliza al mantenimiento en un breve concepto así: “como un proceso que está compuesto por un grupo de métodos con el objetivo de prevalecer o conservar el buen estado de un equipo y sus componentes” (García, 2003).

Los componentes que aclaran las características del mantenimiento son definidos según las normas de diversos países industrializados como sigue:

Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) menciona que los mantenimientos son: “Todas las acciones para mantener o restaurar un bien en un estado o en condiciones especificadas para proporcionar un servicio específico”.

Institución de Normas Británicas (BSI) dice que el mantenimiento es: “La combinación de todas las acciones técnicas y administrativas asociadas tendientes a conservar un ítem o restablecerlo a un estado tal que pueda realizar la función requerida”. Indica además que la función requerida puede ser definida como una condición dada.

Además, el mantenimiento busca: “que instalaciones, máquinas o equipos presten un servicio durante el mayor tiempo posible, garantizando un alto nivel de calidad en un producto final. Al concepto de mantenimiento se adiciona la utilización óptima de recursos económicos atribuidos a la mano de obra, repuestos e insumos para finalmente conceptualizarse como gestión de mantenimiento” (Dumagualla, 2014).

Según Parra y Crespo (2015) afirman: la moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión

que determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento (que se definen como las metas asignadas y aceptadas por la dirección del departamento de mantenimiento), las estrategias (definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir esas metas u objetivos), y las responsabilidades en la gestión. Lo anterior permitirá luego, en el día a día, implementar estas estrategias planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos relevantes para la organización.

- **Importancia de la gestión de mantenimiento**

La demanda de un mercado global requiriendo productos de alta calidad ha obligado a los fabricantes a adoptar la automatización y realizar altas inversiones en maquinaria, Dumaguila (2014) dice: la creciente competencia obliga a bajar costes; por tanto, la máquina o el equipo tiene que ser confiable y capaz de mantenerse en ese estado sin que se den paros o reparaciones costosas con el objetivo de recuperar la inversión aumentando la disponibilidad.

Los costos también están influenciados por el consumo y el stock de materiales que se emplean durante el mantenimiento, para lo cual un estudio de implantación y desarrollo de estrategias de mantenimiento deben de cumplir los resultados de acuerdo a los objetivos de la empresa.

- **Tipos y filosofías de mantenimiento**

Durante la historia, se ha generado una infinidad de tipos y filosofías de mantenimiento, “siendo un reto conocerlas todas y la selección adecuada para aplicarlas a una organización. La división de los tipos de mantenimiento es una concepción

académica con fines formativos y no es aplicable a un equipo en particular; siendo más práctico aplicar un modelo de mantenimiento, el cual se considera como la mezcla de diferentes tipos de mantenimiento” Dumagualla (2014).

En la planificación del mantenimiento García (2003) dice: que se debe tener en cuenta de las rutas diarias es muy sencilla: por definición, hay que realizarlas todos los días, por lo que será necesario sencillamente determinar a qué hora se realizarán, y quién es el responsable de llevarlas a cabo. La planificación de las rutas semanales exige determinar qué día de la semana se ejecuta cada una de ellas y, como siempre, quién será el responsable de realizarla. Es muy importante determinar con precisión este extremo. Si se elabora una gama o una ruta, pero no se determina con claridad quién o quiénes son los responsables de realizarla, estaremos dejando indeterminaciones que se traducirán, casi invariablemente, en la no realización de estas tareas.

A medida que se lleva a cabo el plan y se van realizando las distintas gamas de mantenimiento, se detectan mejoras que es posible introducir: tareas a las que hay que cambiar la frecuencia, tareas que resultan innecesarias y que no aportan ninguna mejoría en el estado de la instalación o en el coste del mantenimiento; tareas que se habían olvidado y que aparecen como necesarias.

Con un programa informático de Gestión de Mantenimiento, esta tarea es conveniente hacerla igualmente sobre soporte papel, y después transferir los datos al programa.

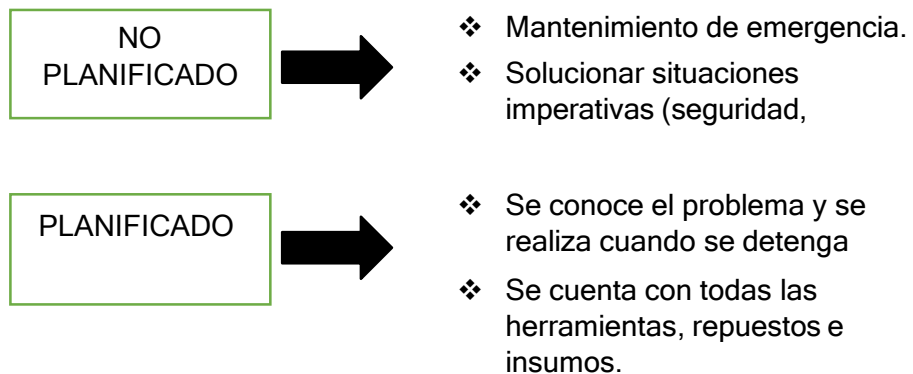
Las empresas aplican filosofías del mantenimiento, como son “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad conocido por RCM: Reliability Centered Maintenance” y Mantenimiento Productivo Total conocido por sus siglas en inglés como TPM: Total Productive Maintenance” Dumagualla (2014).

- **Evolución del mantenimiento en minería subterránea**

Los equipos en minería subterránea han evolucionado: “rápidamente gracias a los avances tecnológicos y a las exigencias de cada Empresa del rubro extractivo y consecuentemente también han evolucionado las formas y métodos de la realización de los mantenimientos de los equipos, de acuerdo a los planes y objetivos que tienen las Empresas en el corto, mediano y largo alcance en las actividades que desempeñan” Muñoz (2018).

- **Tipos de mantenimientos**

A) Mantenimiento Correctivo. – “El que se lleva a cabo por corregir (reparar) una falla en el equipo.



Es aceptable cuando: No hay problema de seguridad, de operación o grandes consecuencias de costo.

Ventajas:

- Bajo costo en equipos no críticos.

Desventajas:

- Puede ser mal aplicado en equipos críticos.
- Baja calidad.
- Impacto de la producción.
- Conflictos de trabajo
- Repuestos” Moubray (2016).

CUADRO N° 1

Ventajas y desventajas de Mantenimiento Correctivo

VENTAJAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	DESVENTAJAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
No hay costos relacionados con monitoreo y mantenimiento predictivo.	Pérdidas de tiempo por no existir un planeamiento anticipado.
Las maquinas no están expuestas a labores de mantenimiento adicional.	Daños secundarios y fallos catastróficos.
	Pérdidas de producción.
	Altos costos de reparación.

Fuente: Jhon Moubray

B) Mantenimiento preventivo

“Es la programación de las intervenciones en los equipos, con el objetivo principal de inspeccionar, reparar, conservar, y/o reemplazar componentes” Moubray (2016).

- Las intervenciones se realizan aun cuando la maquina esté operando satisfactoriamente.
- Son actividades repetitivas y de rutina.
- Se basa en la confiabilidad del equipo.

Según Moubray (2016) señala lo siguiente:

Características:

- Detecta fallas antes de que se desarrollen en una fractura u otra interferencia.
- Basados en inspecciones, medidas y control de nivel de condición de los equipos.

- Conocido también como mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo indirecto, mantenimiento por condición, (CBN-Condition Based Maintenance).

Ventajas:

- El mantenimiento se lleva a cabo en un momento conveniente de una manera adecuada.
- Las paradas innecesarias se reducen.
- Reducción de fallas graves.
- Menos interrupciones durante el funcionamiento del equipo.

Desventajas:

- Las maquinas son frecuentemente reparadas cuando no se requieren.
- Existen todavía la posibilidad de fallos imprevistos.
- El plan de mantenimiento es igual para todas las máquinas. No es específico el requerimiento para cada máquina y su tiempo de vida esperado.
- La reparación y las inspecciones son programadas antes de la falla.
- Requieren registro del historial de equipo y componentes.
- Las inspecciones pueden resultar muy caras.
- Las partes o componentes se pueden reemplazar muy pronto.
- El equipo suele dañarse por desmontajes frecuentes.

C) Mantenimiento Predictivo.

Monitoreo de la condición del equipo mientras se encuentra trabajando.

Las acciones recomendadas según Moubray (2016) están en función de:

- Importancia del equipo
- Límites de deterioro del equipo.

- Impacto del deterioro del equipo.
- Análisis de la tendencia.
- Predice la falla futura y el tiempo en que pueda ocurrir.

Los síntomas de las fallas son monitoreados y las reparaciones son efectuadas antes de la falla del equipo. Monitoreo del progreso de la falla utilizando ensayos no destructivos.

La reparación de la maquina es programada antes de que ocurra las averías Catastróficas.

CUADRO N° 2

Ventajas y desventajas de Mantenimiento Predictivo

MANTENIMIENTO PREDICTIVO VENTAJAS	MANTENIMIENTO PREDICTIVO DESVENTAJAS
Se reducen perdidas de tiempos innecesarias.	Altos costos de instrumentos, sistemas, servicios y personal.
Solo se solicitan repuestos cuando son necesarios.	No asegura una prolongación de la vida de la máquina.
Solo se realiza mantenimiento cuando es necesario.	

Fuente: Jhon Moubray

D) Mantenimiento proactivo.

Moubray (2016) dice sobre el mantenimiento proactivo que:

- Pretende maximizar la vida útil operativa de las máquinas identificando y corrigiendo las causas que origina la falla.
- También es conocido como “mantenimiento basado en la fiabilidad”.
- Basado inclusive a adelantarse al inicio de las fallas.

- Se toma el termino proactivo, porque más allá de esperar el fallo, se toma la determinación de reducir la probabilidad de que falle.
- A diferencia del mantenimiento preventivo (que renueva componente cuando se requiere), aquí se encuentra la raíz del problema y se corrige.
- La filosofía es “Ajústalo una vez y hazlo bien”.

CUADRO N° 3

Ventajas y desventajas de Mantenimiento Proactivo

MANTENIMIENTO PROACTIVO VENTAJAS	MANTENIMIENTO PROACTIVO DESVENTAJAS
Aumenta la vida del equipo	Aumento en los costos de instrumentos, servicios, mano de obra, etc.
Mejora la fiabilidad del equipo	Se requiere habilidades adicionales.
Pocos fallos y por lo tanto menores errores secundarios.	Aumento de la inversión.
Reduce la pérdida de tiempo	Cambio de la filosofía en todos los niveles de la organización.

Fuente: Jhon Moubray

E) Mantenimiento descentralizado

De acuerdo con Rey Sacristán (2001) afirma: el mantenimiento descentralizado, también llamado de zona-área, implica la división de la planta en áreas, cada una con su propia cuadrilla de mantenimiento. Esto se hace para mayor eficiencia y economía, porque las oficinas centrales de mantenimiento de área y los talleres se sitúan en la proximidad de los departamentos de producción a los que sirven.

Este tipo de organización normalmente se controla por la supervisión de producción de nivel superior, que a menudo utiliza a los empleados de producción como refuerzos de las fuerzas de mantenimiento para casos de emergencia.

El personal resulta eficiente en la conservación de equipo dentro de sus propias áreas, pero cuando se le utiliza en otras áreas, en las que las personas no conocen el equipo, es posible que hagan que aumenten los costos de mantenimiento.

Cuando el sistema de áreas está adecuadamente organizado, proporciona las órdenes de trabajo que se originan dentro del área, ya sea por mantenimiento o producción, y emanadas directamente de la superintendencia de producción a los departamentos que harán el trabajo. El trabajo realizado dentro de las áreas de producción; como talleres que sirven de apoyo, normalmente se autoriza a través de una requisición escrita y firmada por el capataz o supervisor que solicita el trabajo.

Bajo este arreglo, el superintendente de áreas debe decidir los aspectos de prioridad. Si el trabajo va a ser enviado fuera de su área, la responsabilidad y prioridad se convierte en un problema de los supervisores que deben realizar el trabajo. Si varias áreas solicitan trabajos de emergencia al mismo tiempo, el problema de prioridad tiene que resolverse en niveles superiores.

La oficina del superintendente de áreas debe tener los esquemas de los programas y se le debe avisar de las fechas de terminación de los trabajos. Tal información, que tiene que ver con el trabajo realizado afuera del área, debe transmitirse a la supervisión de mantenimiento dentro del área. Los departamentos que colaboran como, costos, tiempo y

almacenes, normalmente reciben su notificación directa de los departamentos que están llevando a cabo el trabajo. La fuerza laboral requerida en el mantenimiento por áreas, normalmente es mayor que en el mantenimiento centralizado, debido a la dificultad de desplazarse el trabajador de un área a otra.

La organización recibe su autoridad del gerente de producción. La gerencia de producción dirige su autoridad a los diferentes niveles de supervisores de mantenimiento y a los diferentes talleres. Cuando el mantenimiento depende de estos talleres, por lo que se refiere a trabajo para satisfacer lo que se le asigna, se encontrará con demoras, a menos que se haya establecido un centro de compensación para controlar las prioridades de dichos talleres. Debido a que una cantidad de áreas se disputan los servicios de los talleres, las líneas de autoridad deben ser definitivas, o el sistema no funcionará.

Cuando el área de mantenimiento está sujeta al control de producción, la inspección es normalmente una función del personal de mantenimiento. Si se detectan complicaciones, o se esperan fallas, la decisión de que procedimiento seguir se toma como regla, a nivel superior.

Ventajas del Mantenimiento Descentralizado:

- El personal es eficiente en la conservación de los equipos dentro de su propia área.
- Responsabilidad supervisora única.
- Fácil programación.
- No es posible que los costos se salgan de control, por el tipo de organización y por el estrecho contacto de la supervisión de área con su equipo y con las cuadrillas

de mantenimiento.

Desventajas del Mantenimiento Descentralizado:

- Competencia entre cuadrillas.
- Multiplicación del inventario de repuestos.
- Desconocimientos de otras áreas.
- La fuerza laboral es mayor. Esto puede originar mantenedores ociosos cuando todo el equipo de un área esté en buenas condiciones.
- Origina problemas complejos como prioridades, transporte, compras, etc.

Mantenimiento Centralizado Vs. Descentralizado

Según Llanos (2019) dice: los criterios a considerar para decidir una "descentralización" mayor o menor del servicio de mantenimiento son:

- Dispersión de las instalaciones o talleres.
- Número de fábricas o talleres.
- Especialización mayor o menor de los mismos.
- Proceso de fabricación continuo o discontinuo.
- Costo de las paradas.

El planteamiento inicial deberá ser la centralización, por las ventajas de este sistema en cuanto al control de personal, mejor distribución del trabajo y una dotación de los talleres y almacenes ventajosa con respecto a los sistemas descentralizados. Es evidente que, en fábricas pequeñas, con una sola especialización y con un costo de paradas pequeño, el sistema ideal es el centralizado.

En el otro extremo, fábricas de gran extensión, con muchos talleres dispersos, de fabricaciones muy especializadas o de

marcha continua y con costos de paradas muy elevados no resistirían los inconvenientes de un sistema centralizado. En este caso habría que pensar en una descentralización sin embargo esta traería consigo una dispersión notable de los efectivos de mantenimiento con un menor aprovechamiento global de los mismos. El control es mediocre, es necesario equipar a todos los talleres, pueden producirse conflictos de autoridad con los mandos de producción y, en general, la utilización de los elementos disponibles es baja.

En este tipo de empresa ninguno de los dos sistemas es la solución' óptima para las dificultades en la distribución de los trabajos.

En este caso un sistema de mantenimiento en el que coexisten ambos tipos, ha resultado ser el más efectivo, con ello se consigue una mayor utilización y aprovechamiento de la maquinaria y dotación de utillaje, mejores reparaciones y en general un mantenimiento más homogéneo debido al mejor control en los talleres centrales.

Para la solución adoptada se tendrán siempre en cuenta los principios generales de organización, haciendo hincapié de un modo especial en la importancia de las personas y en que un contacto más estrecho y una buena comprensión de las tareas, funciones y responsabilidades facilitarán mucho la cooperación entre las unidades de producción y el servicio de mantenimiento.

Se pueden establecer y mantener normas para dirigir la práctica de reparaciones y construcciones, los métodos y procedimientos de mantenimiento, los tiempos estándares para elementos de trabajo, los trabajos de mantenimientos preventivos y similares.

- **Indicadores de mantenimiento usados**

Según Tavares (1999) menciona: los indicadores que se usan nos permiten medir la gestión de mantenimiento, estos son:

A) Disponibilidad Mecánica (D.M.)

Permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible. El valor mínimo que se tiene como objetivo es mayor al 85%.

Fórmula

DM: Disponibilidad Mecánica,

H TOTAL: Horas totales,

INSP: Inspección de equipo,

PREV: Mantenimiento preventivo,

CTVO: Mantenimiento correctivo,

ACC: Reparación de fallas.

$$DM = \frac{H \text{ TOTAL} - (INSP + PREV + PROG + CTVO + ACC)}{H \text{ TOTAL}}$$

B) Tiempo medio entre falla.

Indica el intervalo del tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla. Se maneja un valor como mayor a 60 horas (MCEISA tiene como valor mayor 50 horas). Este indicador es si se toma una muestra mensual.

Fórmula:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

$$MTBF = \frac{HORAS DE TRABAJO}{N^{\circ} FALLAS}$$

C) Tiempo Medio para Reparación

Este indicador mide la efectividad en restituir el equipo a condiciones óptimas de operación una vez que el equipo se encuentre fuera de servicio por un fallo, dentro de un periodo determinado.

Este indicador es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. Nos indica que tan eficaces somos al dar solución a una falla, el valor aceptado es menor a 6 horas.

Fórmula:

MTTR: Tiempo medio para reparaciones

$$\text{MTTR} = \frac{\text{INS} + \text{PREV} + \text{PROG} + \text{CTVO} + \text{ACC}}{\text{N}^\circ \text{ FALLAS}}$$

D) Confiabilidad.

Tiene que ver con los tiempos medios entre fallas y tiempo medio en reparación.

Fórmula:

CONF: Confiabilidad

$$\text{CONF} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

E) Mantenibilidad.

La mantenibilidad es una cualidad o característica de una máquina, equipo instalación, que permite que ella sea reparada con facilidad. La mantenibilidad comprende a la combinación tanto cualitativa como cuantitativa de las características de diseño, de materia y de instalación que permita el logro de los objetivos operacionales con un mínimo

de consumo de capacidad humana y de habilidad personal, de equipo de Pruebas, de información técnica, bajo las condiciones ambientales operacionales en las cuales el mantenimiento, programado o no, se ejecutará.

F) Disponibilidad.

Es la probabilidad de que un equipo o sistema, al ser utilizado bajo condiciones establecidas y en un ambiente, opere satisfactoriamente en cualquier momento. La disponibilidad va a determinar los requerimientos de confiabilidad y de efectividad en el abastecimiento de partes, ambas condiciones van a determinar el tiempo en que el equipo considerado puede estar parado o este equipo debe poder volver a estar en servicio.

- **Las fallas y sus causas**

García (2006) dice: la falla se puede definir como el cambio en algún elemento o parte de la maquinaria lo cual provoca que no pueda operar satisfactoriamente. Se dice que una pieza que conforma un equipo ha fallado cuando el comportamiento de la misma ha disminuido notablemente.

A) Etapas que preceden a la falla final

- Defecto incipiente.
- Daño incipiente
- Malestar del equipo,
- Deterioro.
- Daño generalizado

B) Causas normales de falla

Se dice que una pieza ha fallado por desgaste normal cuando esta ha tenido un vida útil, similar o mayor que la calculada.

Desgaste o deterioro anormal o prematuro. Se considera que una pieza ha fallado por desgaste anormal cuando la vida útil de la misma es mucho menor que la calculada o estimada. Pruebas, de información técnica, bajo las condiciones ambientales operacionales en las cuales el mantenimiento, programado o no, se ejecutará.

C) Causas en deterioro anormal

- Montajes defectuosos.
- Falta de mantenimiento.
- Operación defectuosa.
- Mal desafío
- Falla de material

• Taller de mantenimiento minero:

“Taller en que se encuentran la Mecánica y los Trackles de la mina donde se realiza la refacción y el mantenimiento a los equipos livianos y pesados de la mina además sirve para almacenar las herramientas utilizadas por el personal y principalmente para realizar el mantenimiento a los equipos livianos y pesados de la mina” Arenas (2017).

En este mismo lugar se realizan las labores de inspección de los equipos mineros.

• Estación de mantenimiento minero:

De acuerdo con Herrera (2009) dice: para efectuar un adecuado mantenimiento preventivo, es preciso dividir el parque de maquinaria en dos grupos:

a) Equipos móviles

- Volquetes
- Tractores de neumáticos
- Tractores de orugas

- Palas cargadoras
- Mototraillas
- Vehículos auxiliares (motoniveladora, camión de riego, compactador, berlina, etc.)

b) Equipos pesados semiestáticos

- Excavadoras
- Dragalinas
- Perforadoras
- Subestaciones, etc.
- Rotopalas

Para la asistencia y atención de los equipos más móviles, será necesario y lógico disponer de una estación de servicio y de lavado que permitirá, especialmente a los volquetes, repostar de combustible, aire, aceite y grasas, en el menor tiempo posible. Por el contrario, para el grupo de los equipos pesados semiestáticos será preciso diseñar los correspondientes vehículos de engrase y revisión que llevarán hasta ellos los elementos humanos, los elementos de consumo rutinario y los materiales precisos.

La estación de servicio, cuyas funciones son las propias de un mantenimiento preventivo, debe disponer de:

- Tanques independientes y de capacidad suficiente para el repostado diario de gas-oil y gasolina. 24
- Estación de despacho de combustible. Con el preciso control de caudales.
- Naves de aceites y grasas sin fosos de engrase.
- Naves o stocks de neumáticos. Maquinaria de montaje.
- Tanques de aceites y grasas.
- Almacén suficiente para varias semanas y previsión de recogida de los excedentes.

- Cisternas de aceites usados.
- Compresores de aire y bombas de nitrógeno.
- Instalación de distribución de aire comprimido.
- Equipos de soldadura. Pequeños y mínimos.
- Naves de carga de baterías y equipos eléctricos.
- Planta de lavado con diseño para evacuar las aguas sucias y el barro, que pasará a ser un fuerte problema en ciertas épocas del año.
- Equipos de lavado a presión y temperatura.

- **Transporte en Mina Subterránea**

El transporte consiste en el accionamiento de acuerdo con Abanto, Carrillo, Flores, Sánchez & Tirado (2018) dicen: las instalaciones, mecanismos y disposiciones necesarias para desplazar los materiales mineros desde el punto de carga hasta su lugar de descarga o su destino final. Las funciones que debe realizar el transporte son las siguientes:

- Mover el mineral arrancado, materia prima que es el fundamento de la mina que se explota.
- Mover el estéril que se produce como consecuencia de la explotación del yacimiento.
- Mover el material necesario para realizar las labores.
- Mover la maquinaria y útiles necesarios para efectuar el arranque con garantías.
- Mover el relleno si el post taller lo requiere.
- Mover el material de aprovechamiento de huecos.
- Mover al personal necesario
- Accionar todas las instalaciones que sean capaces de efectuar esos movimientos y desplazamientos

- **Clasificación de equipos de carguío y transporte**

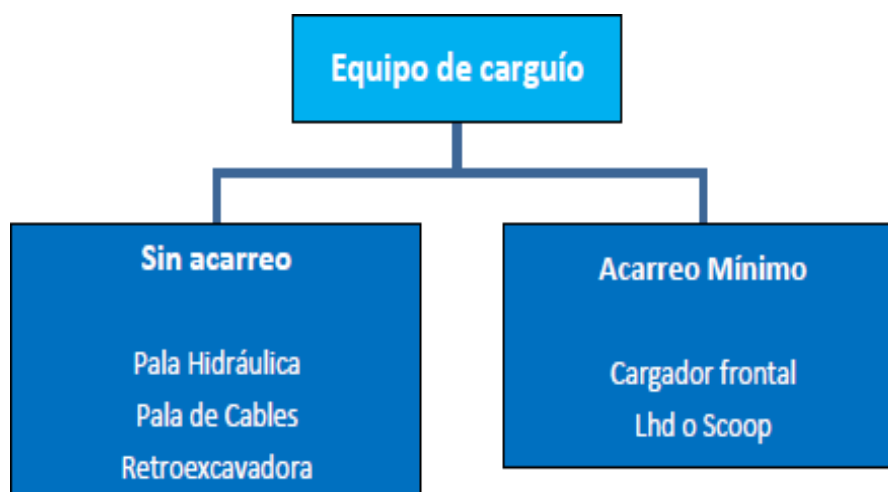
Según INACAP los equipos se clasifican según su función:

En equipos de carguío, de transporte y mixtos. Otras formas de diferenciar los equipos de carguío son en equipos sin acarreo (su base no se desplaza en cada operación de carguío) y equipos con acarreo mínimo (pueden desplazarse a cortas distancias) como se ilustra en la figura N° 3. Los equipos de transporte tienen como función desplazar el material extraído por el equipo de carguío hacia un punto de destino.

Cuentan con camino fijo como es el caso de trenes con sus líneas férreas, o pueden desplazarse por circuitos definidos, como los camiones. Se pueden dividir en unidades discretas, como es el caso de camiones y trenes, o equipos de transporte de flujo continuo como las correas transportadoras lo cual se puede observar en la figura N° 4. Los equipos mixtos realizan en una sola operación el carguío y transporte de material.

FIGURA N° 3

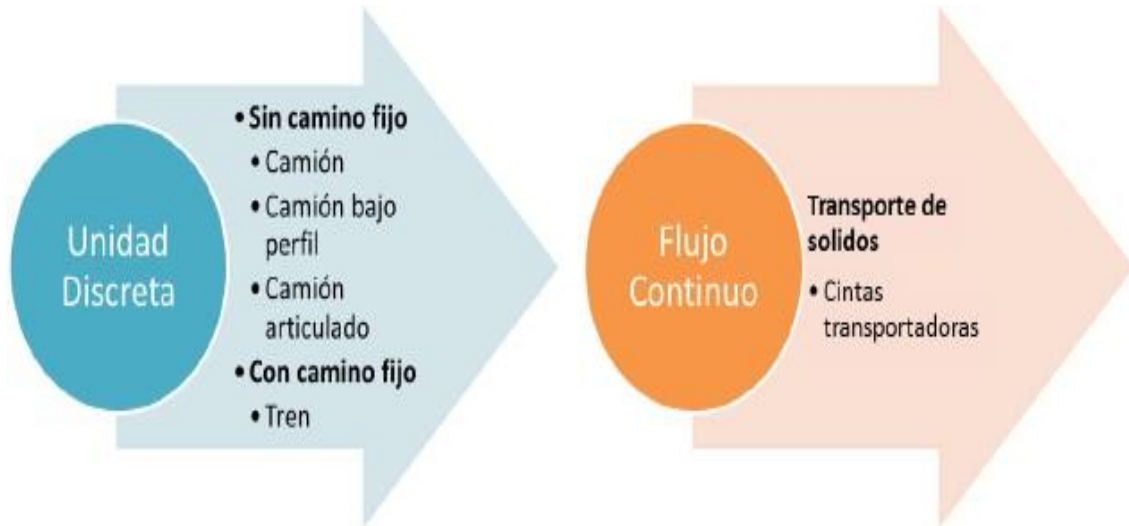
Clasificación de equipos de carguío



Fuente: INACAP

FIGURA N° 4

Clasificación del flujo de transporte



Fuente: INACAP

A. Equipos de transporte:

- Carga del material desde la frente de trabajo hacia un equipo de transporte que llevará el material a un determinado destino
- Unidades discretas o de flujo continuo
- Unidades sin acarreo o con acarreo

B. Equipos de carguío:

- Desplazar el material extraído por el equipo de carguío hacia un punto de destino definido por el plan minero.
- Unidades de camino fijo o de desplazamiento libre.
- Unidades discretas o de flujo continuo.

C. Equipos mixtos:

- Pueden realizar en una sola operación el carguío y transporte del material

CUADRO N° 4
Tipos de transporte

TIPOS DE TRANSPORTE	CONCEPTOS
Según su situación	Transporte interior (desde el taller de arrastre hasta el embarque interior) o de superficie (parte del embarque y llega hasta la preparación, la zona de descarga).
Según su dirección	Transporte horizontal (en galerías y transversales), inclinado (con una cierta inclinación), y vertical (extracción desde el interior hasta el exterior de la mina).
Según su sentido	Transporte ascendente o descendente
Según el lugar	Transporte de explotación (por gravedad, manual o mecánico), en galerías (manual por vagones, semoviente por mulas o mecánico), o extracción por planos inclinados y por pozos (desde los embarques interiores de la mina hasta los exteriores).
Según el ciclo de transporte	Transporte simple (se transportan unidades llenas o vacías sucesivamente, nunca a la vez) o doble (se transportan unidades llenas y vacías simultáneamente).
Según el tipo de minería	Transporte de carbón, sal, minería metálica u otras minerías.
Según la masa que se transporta	Transporte de mineral, de estéril, de material, de maquinaria, de elementos de repuesto, de relleno del post taller y material para aprovechamiento de huecos, de lodos o de personal (tren de personal, cinta transportadora, telemina, telesilla o monorraíl).
Según el tipo de proceso	Transporte continuo o discontinuo. Transporte discontinuo sobre ruedas: Cada vez más los carriles son un obstáculo y se tiende a la minería sin vías (tracklesmining), a utilizar el transporte rodado sobre neumáticos, o vehículos de tipo FSV (furgón de salvamento).

Fuente: José Abanto, Antony Carrillo, Flores, Bladimir Sánchez Eduardo, Tirado Kenny.

Cada vez más los carriles son un obstáculo y se tiende a la minería sin vías (tracklesmining), al tener que utilizar el transporte rodado sobre neumáticos. Por el tipo de proceso según Abanto, Carrillo, Flores, Sánchez & Tirado (2018) dicen que los vehículos para transporte se clasifican en:

- **Transporte discontinuo**

- A. Vehículos para transporte de personal: Son jardineras para uso de personal dotadas de asientos.

- B. Vehículos para el transporte del material: Se dedican únicamente al transporte de material, normalmente de material muy determinado como los elementos de entibación.

- C. Vehículos para transporte de mineral: El primer vehículo que cabe mencionar son las palas de perfil bajo. Pero, además, en este grupo se tiene el shuttle car o camión lanzadera, el volquete minero, el camión articulado o vehículos más especiales como el camión de tipo kiruna.

- **Transporte continuo**

- A. Por chapas: Es un transporte continuo por canales fijos o chapas metálicas de acero al carbono o aluminio galvanizadas o esmaltadas, habitualmente de 2 m de longitud y 1,5 mm de espesor. Las chapas se colocan consecutivamente montadas una sobre otra, con una pestaña.

- B. Por transportador blindado: se denomina también panzer en el argot minero. Es muy robusto, su robustez hace que aguante muy bien los golpes del mineral y roca que se descargan sobre él provenientes directamente del arranque o de un sistema de carga (como el de la pala o de las patas de cangrejo), así como los desprendimientos de mineral y roca del techo que caen en el taller o en el

frente de explotación

C. Por cinta transportadora: Es un sistema basado en una cinta sinfín colocada sobre unos rodillos locos, en forma de artesa, que es arrastrada por adherencia sobre dichos rodillos, por medio de una cabeza motriz formada por un tambor o tambores y por un grupo motor-reductor. Sobre ella se vierte el mineral, el estéril o se coloca el personal a ser transportado.

- **Rampa**

De acuerdo con INACAP (2016) define: a la rampa como el camino en pendiente que permite el tránsito de equipos desde la superficie a los diferentes bancos de extracción. Tiene un ancho útil de 25 m, de manera de permitir la circulación segura de camiones de gran tonelaje en ambos sentidos. Se construyen en pendiente con el objetivo de unir los diferentes niveles. Sus características principales están dadas por su forma, pendiente, radio de giro y sección. La pendiente dada por equipos es de 10-12% para camiones y de 14° para correas transportadoras.

Se recomiendan las rampas menores al 10% para maximizar la vida útil de los neumáticos, minimiza los cambios de transmisión, mantiene una mayor velocidad promedio y permite un esfuerzo de frenado más constante en regresos. La pendiente debe desplazar las precipitaciones máximas esperadas de manera adecuada, con formación mínima de charcos, pozos o entrada de agua a la sub base del camino

- **Maquinaria de Carguío y Transporte**

“El mineral tronado se carga directamente en los frentes de trabajo. El espesor del manto, las dimensiones de los espacios y de los accesos disponibles, y la capacidad productiva de la faena, determinan el nivel de mecanización

que es posible utilizar. En mantos de gran potencia, sin problemas de espacio, se usan cargadores frontales y camiones normales. Con restricciones de espacio, se prefieren los cargadores LHD conjuntamente con camiones especiales de bajo perfil. En labores con cierta inclinación se utiliza winches neumáticos o eléctricas con rastrillo” Abanto, Carrillo, Flores, Sánchez & Tirado (2018).

- **Equipos para carguío de mineral**

“La carga de mineral volado en una mina utiliza algún medio para sacarlo del punto de arranque. La carga y el transporte se pueden integrar en una unidad mecánica o bien separada en una unidad clara de carga y un sistema de transporte independiente. Los sistemas de transportes en las minas subterráneas se pueden definir en:

- Transporte sobre carriles (locomotoras)
- Transporte Carga-Acarreo-Descarga (LHD)
- Transporte con camiones Dumper
- Transporte con fajas
- Uso de winches
- Carguío con palas sobre rieles y palas cavo” Abanto, Carrillo, Flores, Sánchez & Tirado (2018).

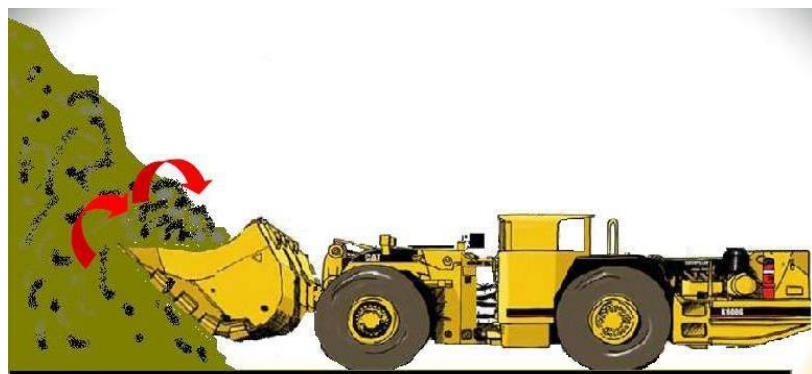
- **Equipos para carguío y transporte en minería subterránea**

A juzgar por Abanto, Carrillo, Flores, Sánchez & Tirado (2018) afirman: los equipos de carguío para interior mina, fueron diseñados bajo el concepto de Cargar - Transportar y Descargar surge como la solución para compatibilizar la terna Rendimiento - Capacidad - Maniobrabilidad para minimizar el desarrollo de infraestructura y costo que implica construir accesos a labores subterráneas.

A. Scoop o LHD: Se puede definir como una pala auto cargadora de gran capacidad o una cargadora frontal de bajo perfil y mayor capacidad. Es una máquina dotada de un balde de grandes dimensiones, para transportar el material (tolva). Posee dispositivos hidráulicos, el volteo del balde se logra mediante dos cilindros hidráulicos centrales al equipo, y el levantamiento con dos cilindros ubicados bajo los dos brazos. Sirve para cargar Camiones de bajo perfil y camiones de altura convencional, también descarga sobre piques de traspaso o sobre el suelo para que otro equipo continúe con el carguío. Existen dos tipos de Scoop de impulsión diésel y eléctricos, los cuales se diferencian en Scoop de impulsión diésel las limitaciones más importantes, el producir un ambiente contaminado, un alto nivel del ruido, un alto consumo de combustible, etc. Pero es Autónomo, se puede desplazar a cualquier lugar, el Scoop eléctrico es un equipo ecológico, no emite ruidos, no sofoca las labores mineras, consume menos aire de la ventilación, pero tiene interrupciones en su proceso productivo.

FIGURA N° 5

Scoop o LHD



Fuente: INACAP

B. Camión articulado de bajo perfil: Son equipos pesados HD o camiones que poseen la capacidad de trasladar grandes cantidades de material por las galerías subterráneas. Es un volquete articulado que está diseñado para minado de vetas angostas y ofrece alta maniobrabilidad en lugares confinados. Estos equipos poseen su alta relación “potencia/peso” que asegura la subida veloz en rampas empinadas pueden ser cargados mediante los equipos de carga LHD que generalmente se encuentran situados en el nivel de producción para luego transportar el material a las zonas de recepción de material para su posterior descarga.

Características generales del equipo:

- Capacidad de llenado de 15 a 60 m³
- Cargado desde buzones en puntos de transferencia.
- Buen rendimiento en labores estrechas y rectas.
- Accionamiento diésel y/o eléctrico.
- Potencia de 485 kW de 650 HP y radio de giro 42,5”
- Posee siete velocidades hacia adelante y dos en reversa.

FIGURA N° 6

Camión eléctrico bajo perfil



Fuente: INACAP

A continuación, se compara entre camiones eléctricos y diésel respecto a sus velocidades de traslado, capacidades y necesidad de ventilación. Se observa que camiones eléctricos son más rápidos que los diésel al momento de ir cargados, es decir se demoraran menos en llegar a las zonas de recepción y tardaran más tiempo en regresar al frente de trabajo que los equipos diésel.

- C. Camión rígido minería subterránea (supra): Pueden ser a motores diésel y eléctricos son camiones de bajo perfil y en la mina sirven para transportar el mineral hacia los echaderos, a planta concentrado y también para trasladar los desmontes.

La construcción sólida y mantenimiento fácil garantizan una larga vida útil con costos de operación bajos. Diseñado para ser cómodo y productivo, fabricado para durar.

FIGURA N° 7

Camión rígido subterráneo (supra)



Fuente: INACAP

- **Camión volquete volvo FMX**

El camión Volvo FMX según Martínez (2019) dice: incluye un chasis con acero de alta resistencia y bajo peso, además de una cabina con suspensiones de resortes y amortiguadores. Las labores en mina requieren de unidades capaces de soportar largas horas de operación con exigencias al máximo. Este vehículo registra características propias en el modelo mencionado tal es así que se contaba con los modelos FMX 6x4R y FMX 8x4R.

El modelo D13A 400 tiene una potencia de 400 CV, mientras el modelo D13A 440 cuenta con una potencia máxima de 440 CV, D13A 480 con una potencia de 480 CV y D13A 520 con una potencia máxima de 520 CV. Dichos impulsores poseen un desplazamiento de 12.8 dm³, y respetan la normativa de emisiones Euro III.

Los tipos de caja de transmisión, si bien son de 14 marchas, se diferencian por sus relaciones. En lo que refiere a las suspensiones, están conformadas por muelles parabólicos y semielípticos, así como por amortiguadores de doble acción. Por otro lado, la referida unidad de Volvo tiene una capacidad de carga en el eje delantero de 8 mil kgf y de 26 mil kgf en el eje posterior, con lo que acumula un peso bruto vehicular técnico de 34 mil kgf.

El chasis es el mismo que el del modelo con tracción 8x4R, al estar compuesto por largueros en perfil "C", con acero de alta resistencia y bajo peso. Las propiedades de aquel permiten su tránsito en zonas de difícil acceso y ha sido fabricado para soportar vibraciones y posibles choques que puedan ocurrir en ambientes de trabajo rudo.

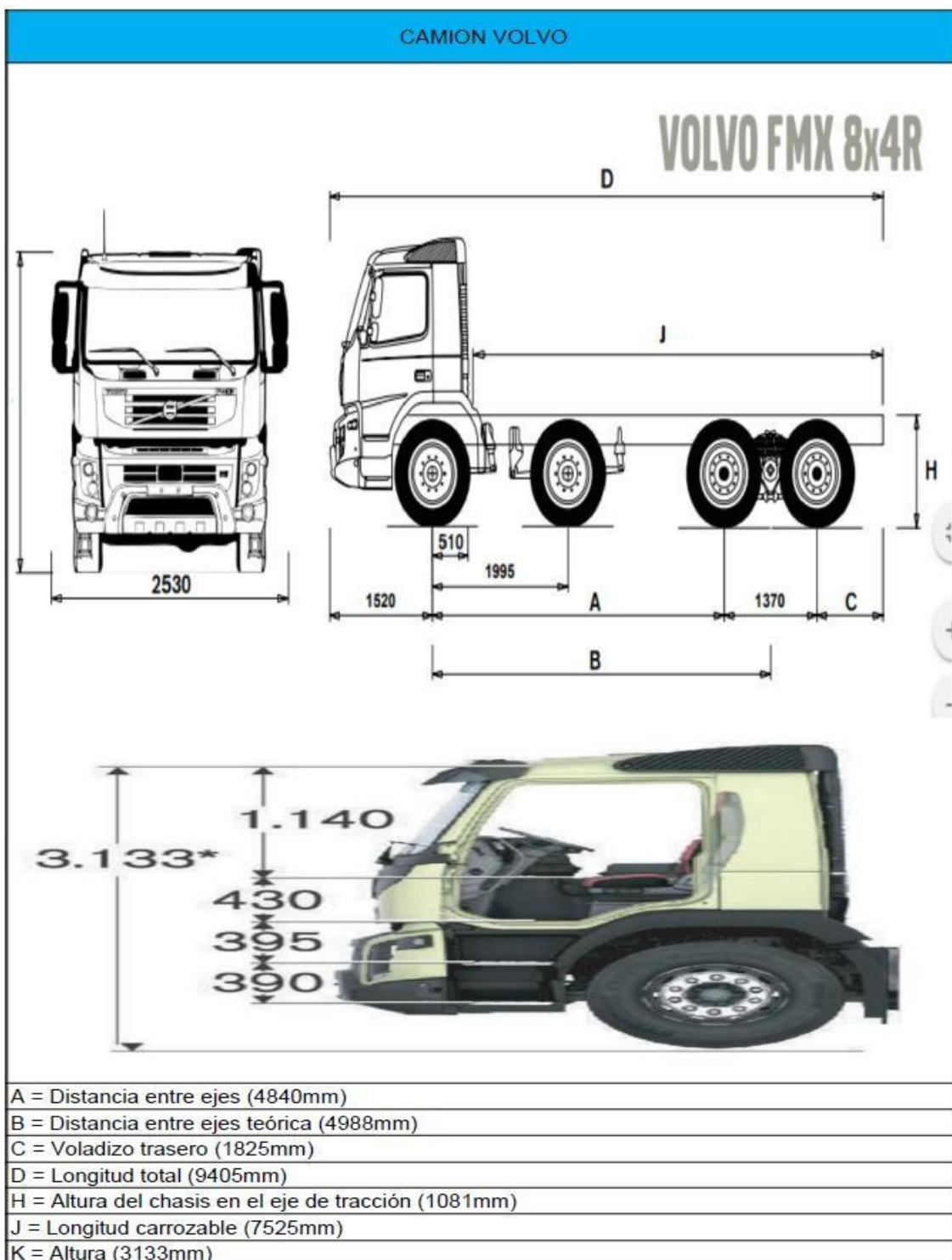
La cabina del camión Volvo FMX, cuenta con suspensiones que equipan resortes y amortiguadores, brindando así mayor comodidad al operador. Además, con la apertura de puertas

de 90 grados y los peldaños antideslizantes, el ingreso a la unidad pesada es más sencillo y seguro. La unidad de Volvo, potencia su uso en el sector minero con una tolva de volquete cuyas propiedades, le posibilitan resistir materiales de alta y baja densidad.

En cuanto al camión Volvo FMX-480 de acuerdo con Reyes (2020) dice: es una máquina diseñada para minería porque está sometido a realizar trabajos en condiciones extremas, es sencillo de operar porque lleva una caja de cambios automática y una dirección hidráulica. Facilita al operador conducir el camión dentro de interior mina, este tipo de camión tiene tolvas de fierro adaptadas, permite el tránsito vehicular en las diferentes vías de acceso dentro de la mina y tiene dos modelos de tracción. El primer modelo de tracción del camión es 6x4R, tiene un peso neto (kg) de 25000 y el segundo modelo de tracción 8x4R, tiene un peso neto (kg) de 35000, para el cumplimiento del traslado de mineral, también lleva el sistema antivuelco en las cabinas para proteger de algunos choques contra las cunetas, cámaras de carguío, tuberías y las condiciones de vías en general. También cuenta con otras características:

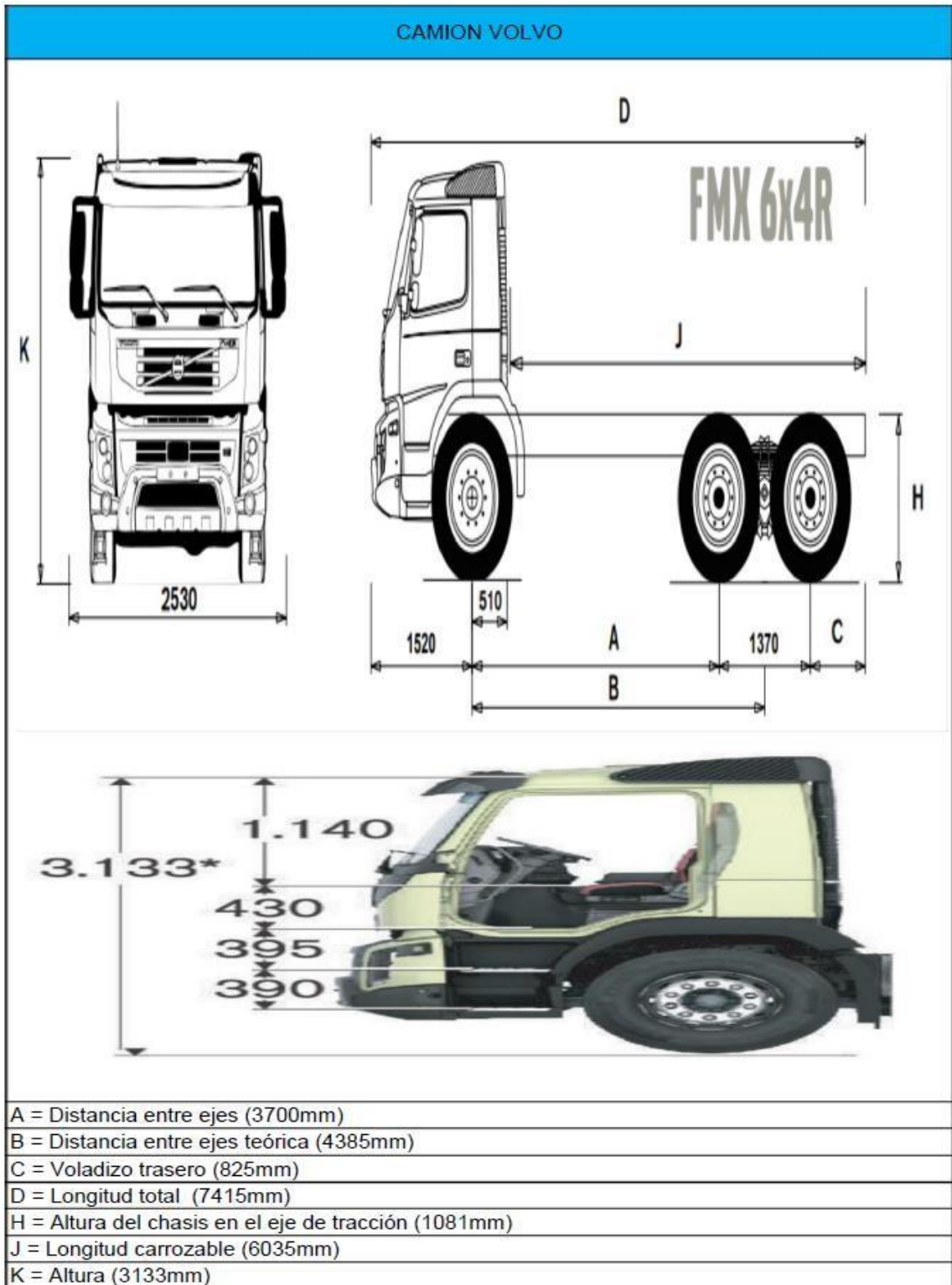
- La innovación de dirección hidráulica es revolucionaria en el sistema para camiones de ejes delanteros dobles.
- La caja de cambios más inteligente, resistente y con software de ahorro de combustible.
- Es un camión resistente está diseñado para aumentar la disponibilidad.
- Al usar el bloqueo para diferenciales solo cuando se necesita, ahorra combustible y minimiza el desgaste de la transmisión.
- Los ejes locos o impulsores de accionamiento hidráulico le permiten lograr un giro sorprendente pequeño.

FIGURA N° 8
Plano técnico del camión VOLVO FMX 8x4R



Fuente: Volvo Trucks

FIGURA N° 9
Plano técnico del camión VOLVO FMX 6x4R



Fuente: Volvo Trucks

FIGURA N° 10
Equipos volquetes - CIA Minera Kolpa



Fuente: Propia, 2019

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

La empresa MCEISA tiene su taller de mantenimiento en la Unidad Minera Kolpa cuya política de trabajo de mantenimiento se enmarca bajo el mapa de procesos que se ilustra en la figura N° X.

Las principales actividades desarrolladas fueron las siguientes:

- Evaluación del equipo

Como parte del mantenimiento preventivo de los volquetes a diario se realizó una revisión y limpieza de cada uno de ellos, para detectar alguna anomalía o falla en los mismos, evitando de esta manera paradas imprevistas en cuanto al acarreo de mineral se refiere; si se observa que un equipo tiene alguna falla concerniente a lubricantes, refrigerantes o algún mecanismo; de

inmediato se hace cargo el personal especializado con conocimiento de mecatrónica que cuentan con un software (IMPAC) para diagnosticar fallas y repararlos.

– Desmontaje del equipo

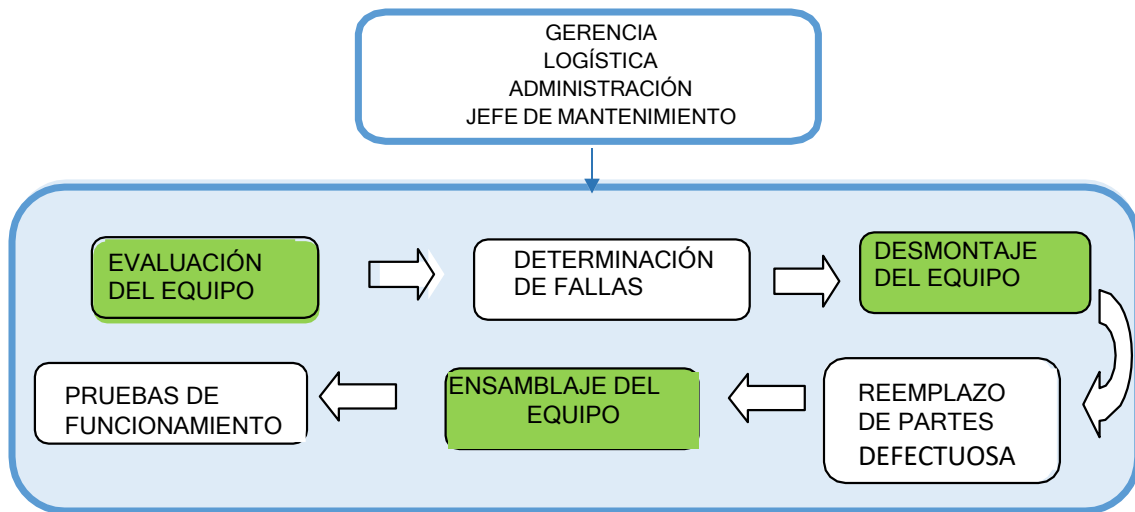
Una vez detectada la falla en los volquetes, los técnicos idóneos inician el desmontaje de la parte afectada para reparar la falla ya sea reemplazando la parte defectuosa o efectuando la reparación correspondiente del elemento de máquina teniendo en cuenta las características técnicas según el manual del fabricante y todos los servicios adicionales que sean necesarios para la correcta ejecución de las actividades para los trabajos del taller; de tal manera que continúe operativo los volquetes.

– Ensamblaje del equipo

Los equipos luego de pasar por la respectiva revisión general, donde se detectan las fallas y se reparan las partes dañadas; pasan a ser ensambladas para la prueba de funcionamiento y su posterior puesta en marcha.

Con estos procesos u operaciones realizadas en las estaciones de mantenimiento en interior mina, se desarrolla una inspección rápida y confiable descentralizado el mantenimiento preventivo de los volquetes mejorando la disponibilidad de los equipos de acarreo de mineral y desmonte, donde se ahorra tiempo al dejar de trasladarse hacia el taller mecánico central de superficie; cumpliendo de esta manera los objetivos específicos del presente trabajo.

FIGURA N° 11
Mapa de procesos del taller de mantenimiento



Fuente: Propia, 2019

221. Descripción general de la obra

El área de mantenimiento mecánico de la empresa se encontraba centralizada en una sola zona dificultando el mantenimiento preventivo diario de los volquetes que presentan una alta ocurrencia de fallas imprevistas y paradas forzosas.

En su gran mayoría, los trabajos diarios que se ejecutan, son solo reparaciones menores o intervenciones cuando falla el equipo, esta operación se realiza cada vez que se presentan las fallas ocasionando paradas de equipo y el retraso en el proceso de acarreo del mineral, debido a que no existe una descentralización en el mantenimiento preventivo para volquetes por lo que el estado de los equipos, se ven afectados en su mayoría y con la misma tendencia para los equipos de menor y reciente tiempo de instalación. Esto es un problema que afecta a los equipos de acarreo disminuyendo su disponibilidad, acortando su vida útil y su funcionalidad en el proceso de obtención del mineral, con el tiempo se produce una degradación del rendimiento económico por necesidad de mantenimiento y aumento del consumo de energía, llamándose a esto envejecimiento, el cual se

evidencia cuando es preciso gastar cada vez más, obteniendo cada vez menos productividad. Esto sumado al tiempo que conllevan las actividades de mantenimiento preventivo diario que se pierde en el transporte de los equipos al taller mecánico central.

En las estaciones o áreas de mantenimiento mecánico preventivo los operadores deberán realizar por cuenta propia las revisiones diarias y detectar algún defecto que pueda producir fallas futuras. Otra tarea que realizará el operador de cada camión será la revisión de luces en general prender todas las luces y verificar el funcionamiento, revisar el estado de los faros; si están sin daño o si presentan roturas o rajaduras. Realizar la revisión de la cabina verificando si presentan roces o choques, el funcionamiento del limpia parabrisas, el estado de los espejos, el funcionamiento de las lunas y puertas verificando el estado de los estribos del lado derecho e izquierdo. El operador inspecciona que los dispositivos de seguridad estén completos y en buen estado. Así mismo, el operador realizará la inspección mecánica; revisará los niveles de: aceite de motor, hidrolina, refrigerante y combustible, probará el estado y funcionamiento de los frenos, el arranque del motor, muelles delanteros o posteriores a los cuales se les darán mantenimiento a los pernos de muelle usando un lubricante con base de litio. Debe engrasar hasta que la grasa anterior salga del sello en ambos lados y se vea fluyendo la grasa nueva. Si la grasa no fluye, deberá usar una barra para hacer palanca en los extremos de las muelles y abrirlas para que la grasa fluya. Para llevar a cabo este procedimiento el eje debe colgar libremente. Consulte la Publicación de Servicio apropiada en el Grupo de Función 7. La tolerancia de desgaste para el perno de muelle y el buje es de 5 mm (3/16 pulg).

Por último, revisará el estado de los neumáticos verificando que no haya cortes, que las llantas no estén bajas y las condiciones de la banda de rodadura (cocada) estén conformes, una vez realizada la inspección diaria se deben programar los trabajos preventivos. Esta

labor de inspección es útil para determinar con cuantos volquetes se inicia el traslado de mineral.

Como parte de las acciones del mantenimiento preventivo se realizaron las capacitaciones e instrucciones en el campo de trabajo para los operadores, mecánicos y ayudantes, esto permitió asegurar la mejora de sus habilidades técnicas y operativas para cumplir con una mejor inspección preventiva para detectar rápidamente cualquier falla.

En cuanto al estado actual del equipo, se puede decir que una parte se encuentran en la empresa desde sus inicios, por su gran tiempo de uso y reparaciones que se han realizado a través del tiempo, algunos están deteriorados pero operativos y funcionando en la actualidad.

Recopilando información suministrada por la empresa MCEISA sobre el historial de reparaciones y paradas del equipo, se registró una reducción en el número de paradas del equipo en los últimos 6 meses debido a que se implementó dos estaciones de mantenimiento preventivo en las dos rampas de la Unidad Minera Kolpa.

2.2.2 Funciones desempeñadas

A continuación, se detalla cual fue mi participación en la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.-MCEISA, desde el 1 de diciembre del año 2018, donde fui destacado a la Unidad Minera Atacocha Cerro de Pasco; pues en esta unidad minera Kolpa había información exigua y resultados pobres sobre la gestión de mantenimiento de los equipos de acarreo, así como baja disponibilidad de los mismos.

El trabajo inicial que elaboré fue conocer la flota de equipos que disponía, así como el terreno en el cual trabajaban. En la cual me sorprendió sobremanera las condiciones en las cuales trabajaban los equipos (volquetes), las vías en mal estado, ventilación deficiente, solamente se contaba con un taller en superficie, se carecían de talleres en interior mina, no se contaba con un equipo LHD (Scooptram) para el carguío de los volquetes produciéndose muchas demoras operativas en el carguío de mineral y desmonte.

En el año 2018 se contaba con una flota de volquetes de 9 unidades y al realizar el seguimiento en campo de las demoras operativas (se realizaban pocos viajes de mineral y desmonte) en promedio 80 de los 100 viajes diarios que se debería realizar para que sea rentable el negocio. El problema de realizar pocos viajes también se debía a que se tenía una flota muy grande para el área de recorrido de los equipos y había mucho tráfico, perdiendo en promedio solo por darse pase y esperar equipos de carguío (scooptram) en promedio 30min. Que se hizo al respecto se disminuyó la flota de volquetes de 9 unidades a 7 unidades y si con la flota de 9 unidades se trasladaba material de interior mina a superficie, al rubro (desmonte) y a planta (mineral) en promedio se realizaba 5 viajes cuando se disminuyó la flota a 7 unidades se aumentó los viajes, 7 viajes en promedio por volquete, por turno es decir al día se realizaba 98 viajes (día y noche). Cabe mencionar que con la flota de 9 volquetes solamente se disponía de 7 operativos y realizaban 5 viajes en promedio es decir un acumulado de 70 viajes (día y noche). Debo señalar al respecto que el requerimiento de los volquetes se hacía más determinantes después de medio día ya que en ese turno tanto en guardia de día como en turno noche se tenía que trasladar si o si mineral a planta concentradora.

III. APORTES REALIZADOS

3.1. Aportes a la empresa

En MCEISA Kolpa se logró realizar importantes aportes que a continuación se detalla:

- Se estableció el procedimiento para la implementación, ejecución y puesta en operación de los talleres en la rampa 1 y 2 de la Unidad Minera Kolpa, para mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes.
- Se logró reducir el alto consumo de combustible. El consumo de combustible se encontraba en promedio de 3.0 galones por hora; en una flota de 9 unidades como se ilustra en el cuadro N° 17 y se logró reducir a un promedio de 2.7 galones por hora en una flota de 7 volquetes como se ilustra en el cuadro N°18. Al realizar el análisis de dichos cuadros también se puede observar un ahorro en el consumo de combustible de 18 452 galones por 6 meses; es decir 193 747 soles en 6 meses, esto significa un ahorro de 32 291.16 soles por mes.
- Se realizó el control de neumáticos delanteros y posteriores según los cuadros N°46 y N°47 donde se observa que en los meses de enero a junio con una flota de 9 volquetes se trabajó con la marca Birla para neumáticos delanteros y Westlake para los neumáticos posteriores. Esto quiere decir que cada 42 días se debió invertir 6300 dólares para cambiar neumáticos delanteros y cada 72 días se tenía que invertir 29088 dólares para reemplazar los neumáticos posteriores. Con la implementación de las mejoras en la gestión de mantenimiento que va desde el mes de julio a diciembre con una flota de 7 volquetes se logró estos resultados con la marca Westlake cada 64 días se debió invertir 5656 dólares para cambiar neumáticos delanteros y cada 168 días se tenía que invertir 25032 dólares para reemplazar los neumáticos posteriores en la marca

Haulmax. Este proceso de gestión de neumáticos nos permitió un ahorro de 4700 dólares en el cambio de neumáticos de la flota de volquetes.

- Se redujo la flota de volquetes de 9 unidades a 7, porque no eran rentables los viajes y en consecuencia las valorizaciones. Analizando los cuadros N°19 que se consideran 9 volquetes en los meses de enero a junio del 2019 así como el cuadro N° 20 que se considera 7 volquetes en los meses de julio a diciembre del mismo año se puede observar lo siguiente, en el cuadro N°19 el número de viajes de mineral y desmonte son 133 y 113 viajes respectivamente al mes en promedio; sin embargo en el cuadro N° 20 el número de viajes de mineral y desmonte es de 166 y 135 viajes respectivamente al mes en promedio, esto significa que con 7 volquetes se realiza más viajes de mineral en 33 viajes y 22 viajes de desmonte el cual se traduce en un ahorro de 1125.6 dólares al mes.
- Se observa en el cuadro N° 35 el incremento de la disponibilidad mecánica, paso de un 79.2% a un 85%.
- En el cuadro N° 43, se puede observar que el tonelaje total transportado desde enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes es de 248112.01 toneladas, y el tonelaje transportado desde julio a diciembre del 2019 con una flota de 7 volquetes es de 298066.4 toneladas. Es decir 49954.39 toneladas de diferencia en 6 meses que también se puede decir que se transportó 8325.73 toneladas más en cada mes.
- En el cuadro N° 44, se puede observar que la valorización total desde enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes es de 595468.56 dólares y la valorización total desde julio a diciembre del 2019 con una flota de 7 volquetes es de 715359.84 dólares. Es decir 119891.28 dólares de diferencia en 6 meses que también se puede decir que se ahorró 19981.88 dólares más en cada mes a partir de julio a diciembre.

3.2. Procedimientos de la obra

Se estableció el procedimiento para la implementación, ejecución y puesta en marcha de los talleres en la rampa 1 y 2 de la Unidad Minera Kolpa, donde se minimizaron los riesgos de posibles fallas donde se creó una base de datos para la empresa MCEISA de acuerdo a las inspecciones y seguimientos en campo de la vida útil de componentes en los volquetes. Según la contrata MCEISA entra en operación con 9 volquetes para el acarreo de mineral y desmonte ya sea en interior mina o en superficie. Ante la deficiente información concerniente a la gestión de mantenimiento, se procedió a realizar la implementación de dichas herramientas de gestión; para poder evaluar resultados en base a datos reales realizados en campo con el personal de mantenimiento.

El presente trabajo contrasta resultados del mes de enero a junio del año 2019 con una flota de 9 volquetes y los meses de julio a diciembre del mismo año con una flota de 7 volquetes.

El porqué de la reducción de la flota de 9 volquetes a 7:

- El gasto más elevado en la administración de una flota de volquetes está en realizar el control del alto consumo de combustible. Lo que realizamos fue bajar la flota de 9 a 7 unidades como se puede observar en los cuadros de rendimientos de combustible que van del cuadro N°5 al cuadro N°10 del mes de enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes y los cuadros del N° 11 al N° 16 de los meses de julio a diciembre del 2019 con una flota de 7 volquetes. El consumo de combustible se encontraba en promedio de 3.0 galones por hora; en una flota de 9 unidades como se ilustra en el cuadro N° 17 y se logró reducir a un promedio de 2.7 galones por hora como se ilustra en el cuadro N°18. Al realizar el análisis de dichos cuadros se puede observar un ahorro en

el consumo de combustible de 18 452 galones por 6 meses; es decir 193 747 soles en 6 meses, esto significa un ahorro de 32 291.16 soles por mes.

- Se redujo la flota de volquetes de 9 unidades a 7, porque no eran rentables los viajes que se realizaron y en consecuencia las valorizaciones. Analizando el cuadro N°19 donde se consideran 9 volquetes de los meses de enero a junio del 2019 así como el cuadro N° 20 donde se consideran 7 volquetes de los meses de julio a diciembre del mismo año se puede observar lo siguiente, que en el cuadro N°19 con 9 volquetes el número de viajes de mineral y desmonte son 133 y 113 viajes por volquete al mes en promedio; sin embargo en el cuadro N° 20 con 7 volquetes el número de viajes de mineral y desmonte es de 166 y 135 viajes por volquete al mes en promedio, esto significa que con 7 volquetes se realiza más viajes de mineral en 33 viajes y 22 viajes de desmonte el cual se traduce en un ahorro de 1125.6 dólares al mes.
- En el control de neumáticos delanteros y posteriores según los cuadros N°46 y N°47 se observa que en los meses de enero a junio con una flota de 9 volquetes se trabajó con la marca Birla para neumáticos delanteros y Westlake para los neumáticos posteriores. Esto quiere decir que en la marca Birla cada 42 días se debió invertir 6300 dólares para cambiar neumáticos delanteros y cada 72 días se debió invertir 29088 dólares para reemplazar los neumáticos posteriores de la marca Westlake de la flota de 9 volquetes. Se implementó las mejoras en la gestión de mantenimiento que va del mes de julio a diciembre con una flota de 7 volquetes y se logró estos resultados con la marca Westlake cada 64 días se debió invertir 5656 dólares para cambiar neumáticos delanteros y cada 168 días debo invertir 25032 dólares para reemplazar los neumáticos posteriores en la marca Haulmax.

CUADRO N° 5

Consumo de combustible de los volquetes mes de enero del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE	HOROMETRO DE	CONSUMO DE GLNS. X	COSTO POR	COSTO DE
				PETROLEO GLNS. MES	RECORRIDO AL MES	HORA	HORA AL MES S/.	PETROLEO X MES en S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	E N E R O	1710	483.5	3.5	37.1	17955
2	VOLQUETE	MVV-02		1643	473.2	3.5	36.5	17252
3	VOLQUETE	MVV-03		1630	490.0	3.3	34.9	17120
4	VOLQUETE	MVV-04		1526	465.0	3.3	34.5	16023
5	VOLQUETE	MVV-05		1729	497.0	3.5	36.5	18155
6	VOLQUETE	MVV-06		959	307.4	3.1	32.8	10070
7	VOLQUETE	MVV-07		1623	455.0	3.6	37.5	17046
8	VOLQUETE	MVV-09		1506	484.3	3.1	32.7	15813
9	VOLQUETE	MVV-10		402	172	2.3	24.5	4221
TOTAL				12729	425.3	3.2	34.1	133655

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 6

Consumo de combustible de los volquetes mes de febrero del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES en S/.	COSTO DE PETROLEO X MES EN S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	F E B R E R O	1417	460	3.1	32.3	14879
2	VOLQUETE	MVV-02		1481	480	3.1	32.4	15551
3	VOLQUETE	MVV-03		1077	420	2.6	26.9	11309
4	VOLQUETE	MVV-04		1808	510	3.5	37.2	18984
5	VOLQUETE	MVV-05		1423	461	3.1	32.4	14942
6	VOLQUETE	MVV-06		1301	440	3.0	31.0	13661
7	VOLQUETE	MVV-07		810	260	3.1	32.7	8505
8	VOLQUETE	MVV-09		1293	410	3.2	33.1	13577
9	VOLQUETE	MVV-10		403	140	2.9	30.2	4232
TOTAL				11013	397.9	3.1	32.0	115640

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 7

Consumo de combustible de los volquetes mes de marzo del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES EN S/.	COSTO DE PETROLEO X MES EN S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	M A R Z O	1384	493	2.8	29.5	14532
2	VOLQUETE	MVV-02		1453	508.02	2.9	30.0	15257
3	VOLQUETE	MVV-03		1583	501.56	3.2	33.1	16622
4	VOLQUETE	MVV-04		1685	487.7	3.5	36.3	17693
5	VOLQUETE	MVV-05		1679	498.4	3.4	35.4	17630
6	VOLQUETE	MVV-06		1535	508.2	3.0	31.7	16118
7	VOLQUETE	MVV-07		1623	524.8	3.1	32.5	17046
8	VOLQUETE	MVV-09		1060	382.03	2.8	29.1	11130
9	VOLQUETE	MVV-10		629	185	3.4	35.7	6605
TOTAL				12632	454.3	3.1	32.6	132633

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 8

Consumo de combustible de los volquetes mes de abril del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES EN S/.	COSTO DE PETROLEO X MES EN S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	A B R I L	1464	452.2	3.2	34.0	15372
2	VOLQUETE	MVV-02		1398	502.1	2.8	29.2	14679
3	VOLQUETE	MVV-03		1448	486.3	3.0	31.3	15204
4	VOLQUETE	MVV-04		1294	451.9	2.9	30.1	13587
5	VOLQUETE	MVV-05		1401	471.9	3.0	31.2	14711
6	VOLQUETE	MVV-06		967	291.1	3.3	34.9	10154
7	VOLQUETE	MVV-07		1371	474	2.9	30.4	14396
8	VOLQUETE	MVV-09		979	336	2.9	30.6	10280
9	VOLQUETE	MVV-11		1255	474.9	2.6	27.7	13178
TOTAL				11577	437.8	3.0	31.0	121561

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 9

Consumo de combustible de los volquetes mes de mayo del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETR O DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES EN S/.	COSTO DE PETROLEO X MES EN S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	M A Y O	1304	471	2.8	29.1	13692
2	VOLQUETE	MVV-02		1544	514.8	3.0	31.5	16212
3	VOLQUETE	MVV-03		1547	485.8	3.2	33.4	16244
4	VOLQUETE	MVV-04		1403	498.2	2.8	29.6	14732
5	VOLQUETE	MVV-05		1250	403.1	3.1	32.6	13125
6	VOLQUETE	MVV-06		1386	475.7	2.9	30.6	14553
7	VOLQUETE	MVV-07		1471	505.2	2.9	30.6	15447
8	VOLQUETE	MVV-09		369	357	1.0	10.9	3875
9	VOLQUETE	MVV-11		945	474.9	2.0	20.9	9923
TOTAL				11219	465.1	2.6	27.7	117803

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 10

Consumo de combustible de los volquetes mes de junio del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETR O DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES EN S/.	COSTO DE PETROLEO X MES EN S/.
1	VOLQUETE	MVV-01	J U N I O	1228	465.8	2.6	27.7	12894
2	VOLQUETE	MVV-02		1458	522.3	2.8	29.3	15309
3	VOLQUETE	MVV-03		992	338.4	2.9	30.8	10416
4	VOLQUETE	MVV-04		1023	325.4	3.1	33.0	10742
5	VOLQUETE	MVV-05		1019	348.7	2.9	30.7	10700
6	VOLQUETE	MVV-06		1551	461	3.4	35.3	16285
7	VOLQUETE	MVV-07		1332	494.2	2.7	28.3	13986
8	VOLQUETE	MVV-10		676	263.4	2.6	26.9	7098
9	VOLQUETE	MVV-11		372	158	2.4	24.7	3906
TOTAL				9651	375.2	2.8	29.6	101336

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 11

Consumo de combustible de todos los volquetes mes de julio 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	J U L I O	1449	501.1	2.9	30.4	15215
2	VOLQUETE	MVV-02		1241	475.3	2.6	27.4	13031
3	VOLQUETE	MVV-03		1189	413.6	2.9	30.2	12485
4	VOLQUETE	MVV-04		1535	480.2	3.2	33.6	16118
5	VOLQUETE	MVV-05		1326	468	2.8	29.8	13923
6	VOLQUETE	MVV-09		1161	501.2	2.3	24.3	12191
7	VOLQUETE	MVV-10		1317	482.8	2.7	28.6	13829
TOTAL				9218	474.6	2.8	29.2	96792

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 12

Consumo de combustible de los volquetes mes de agosto del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	A G O S T O	1284	430	3.0	31.4	13482
2	VOLQUETE	MVV-02		1200	475.3	2.5	26.5	12600
3	VOLQUETE	MVV-03		1298	413.6	3.1	33.0	13629
4	VOLQUETE	MVV-04		1569	480.2	3.3	34.3	16475
5	VOLQUETE	MVV-05		1222	468	2.6	27.4	12831
6	VOLQUETE	MVV-09		1570	501.2	3.1	32.9	16485
7	VOLQUETE	MVV-10		628	482.8	1.3	13.7	6594
TOTAL				8771	464.4	2.7	28.4	92096

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 13

Consumo de combustible de los volquetes mes de septiembre del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	SEPTIEMBRE	1243	451	2.8	28.9	13051
2	VOLQUETE	MVV-02		1280	485	2.6	27.7	13440
3	VOLQUETE	MVV-03		1325	415.4	3.2	33.5	13913
4	VOLQUETE	MVV-04		1364	479.5	2.8	29.9	14322
5	VOLQUETE	MVV-05		1427	472.3	3.0	31.7	14984
6	VOLQUETE	MVV-09		1480	459	3.2	33.9	15540
7	VOLQUETE	MVV-10		992	378	2.6	27.6	10416
TOTAL				9111	448.6	2.9	30.4	95666

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 14

Consumo de combustible de los volquetes mes de octubre del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	OCTUBRE	1346	472	2.9	29.9	14133
2	VOLQUETE	MVV-02		1320	482	2.7	28.8	13860
3	VOLQUETE	MVV-03		1474	471	3.1	32.9	15477
4	VOLQUETE	MVV-04		1644	519	3.2	33.3	17262
5	VOLQUETE	MVV-05		1343	495	2.7	28.5	14102
6	VOLQUETE	MVV-09		114	77	1.5	15.5	1197
7	VOLQUETE	MVV-10		208	317	0.7	6.9	2184
TOTAL				7449	404.7	2.4	25.1	78215

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 15

Consumo de combustible de los volquetes mes de noviembre del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	NOVIEMBRE	1422	451	3.2	33.1	14931
2	VOLQUETE	MVV-02		1545	500.3	3.1	32.4	16223
3	VOLQUETE	MVV-03		1012	391.3	2.6	27.2	10626
4	VOLQUETE	MVV-04		956	347.3	2.8	28.9	10038
5	VOLQUETE	MVV-05		1450	449	3.2	33.9	15225
6	VOLQUETE	MVV-09		960	349.3	2.7	28.9	10080
7	VOLQUETE	MVV-10		797	387	2.1	21.6	8369
TOTAL				8142	410.7	2.8	29.4	85492

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 16

Consumo de combustible de los volquetes mes de diciembre del 2019

ITEM	EQUIPO	CODIGO EQUIPO	MES	CONSUMO DE PETROLEO GLNS. MES	HOROMETRO DE RECORRIDO AL MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO POR HORA AL MES	COSTO DE PETROLEO X MES
1	VOLQUETE	MVV-01	DICIEMBRE	1482	495	3.0	31.4	15561
2	VOLQUETE	MVV-02		1408	449.4	3.1	32.9	14784
3	VOLQUETE	MVV-03		1218	434	2.8	29.5	12789
4	VOLQUETE	MVV-04		1506	501.7	3.0	31.5	15813
5	VOLQUETE	MVV-05		333	483.5	0.7	7.2	3497
6	VOLQUETE	MVV-09		1325	428	3.1	32.5	13913
7	VOLQUETE	MVV-10		406	174	2.3	24.5	4263
TOTAL				7678	423.7	2.6	27.1	80620

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 17

Consumo de combustible flota volquetes mes enero a junio del 2019
con una flota de 9 volquetes

ITEM	MES	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GLNS. MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO DE COMBUSTIBLE X MES EN S/.
1	ENERO	12729	3.2	133655
2	FEBRERO	11013	3.1	115640
3	MARZO	12632	3.1	132633
4	ABRIL	11577	3	121561
5	MAYO	11219	2.6	117803
6	JUNIO	9651	2.8	101336
TOTAL		68821	3.0	722628

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 18

Consumo de combustible flota volquetes mes julio a diciembre del 2019

ITEM	MES	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GLNS. MES	CONSUMO DE GLNS. X HORA	COSTO DE COMBUSTIBLE X MES EN S/.
1	JULIO	9218	2.8	96792
2	AGOSTO	8771	2.7	92096
3	SEPTIEMBRE	9111	2.9	95666
4	OCTUBRE	7449	2.4	78215
5	NOVIEMBRE	8142	2.8	85492
6	DICIEMBRE	7678	2.6	80620
TOTAL		50369	2.7	528881

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 19

Viajes de mineral y desmonte mes de enero a junio del 2019

ITEM	MES	TOTAL VIAJES MINERAL AL MES	TOTAL DE VIAJES DESMONTE AL MES	TOTAL DE VIAJES AL MES	COSTO POR VIAJE DE MINERAL EN \$	COSTO POR VIAJE DE DESMONTE EN \$	COSTO TOTAL POR VIAJE DE MINERAL Y DESMONTE EN \$	PROMEDIO VIAJES MINERAL CON 9 VOLQUETES AL MES	PROMEDIO VIAJES DESMONTE CON 9 VOLQUETES AL MES
1	ENERO	1342	1003	2345	30543.9	17241.6	47785.5	149	111
2	FEBRERO	1169	909	2078	26606.4	15625.7	42232.2	130	101
3	MARZO	1310	1025	2335	29815.6	17619.8	47435.4	146	114
4	ABRIL	1117	1145	2262	25422.9	19682.6	45105.5	124	127
5	MAYO	1124	1071	2195	25582.2	18410.5	43992.7	125	119
6	JUNIO	1105	932	2037	25149.8	16021.1	41170.9	123	104
TOTAL		7167	6085	13252	163120.9	104601.2	267722.1	133	113

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 20

Viajes de mineral y desmonte mes de julio a diciembre del 2019

ITEM	MES	TOTAL VIAJES MINERAL AL MES	TOTAL DE VIAJES DESMONTE AL MES	TOTAL DE VIAJES AL MES	COSTO POR VIAJE DE MINERAL EN \$	COSTO POR VIAJE DE DESMONTE EN \$	COSTO TOTAL POR VIAJE DE MINERAL Y DESMONTE EN \$	PROMEDIO VIAJES MINERAL CON 7 VOLQUETES AL MES	PROMEDIO VIAJES DESMONTE CON 7 VOLQUETES AL MES
1	JULIO	1142	944	2086	25991.9	16227.4	42219.3	163	135
2	AGOSTO	1074	910	1984	24444.2	15642.9	40087.1	153	130
3	SEPTIEMBRE	1218	1036	2254	27721.68	17808.8	45530.5	174	148
4	OCTUBRE	1179	976	2155	26834.0	16777.4	43611.5	168	139
5	NOVIEMBRE	1156	967	2123	26310.6	16622.7	42933.3	165	138
6	DICIEMBRE	1187	826	2013	27016.12	14198.9	41215.1	170	118
TOTAL		6956	5659	12615	158318.6	97278.2	255596.8	166	135

- **Controles implementados en la gestión de mantenimiento**

Para realizar una buena gestión de mantenimiento se implementaron varios controles que todos los colaboradores del área tuvieron que familiarizarse y utilizar a diario, para ello se capacito con el correcto uso y manejo de estos formatos que ayudaron a minimizar las paradas de equipo.

- Backlog de equipos: “acumulación de trabajo no completado” permite tener registrado los trabajos pendientes en los equipos los cuales tienen que ser corregidos en el plazo más corto sin exceder los 7 días desde su fecha de reporte inicial.

CUADRO N° 21
Formato Check List de volquetes Volvo

 MCEISA <small>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</small>					Código: MVV-01				
	CHECK LIST DE VOLQUETES VOLVO				Versión: VO1				
	VOLQUETE: AVJ-760				Pág.: 1 DE 1				
FECHA:					TIPO DE MTTO.:				
COD. INTERNO:					HOROMETRO:				
MECANICO:					KILOMETRAJE:				
OPERADOR:					SUPERVISOR:				
HORA INICIO:					HORA FINAL TRABAJO:				
Antes de salir a operaciones los operadores deberán realizar su backlog (check list de preuso de la maquina)									
		TIPO DE INSPECCION				ESTADO			
ITEM	DESCRIPCION	500HRS.	1000HRS.	1500HRS.	2000HRS.	S I	NO	OBSERVACIONES	
MOTOR									
1	ACEITE DE MOTOR								
2	MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR								
3	FILTRO DE ACEITE MOTOR								
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE								
5	FILTRO SEPARADOR DE AGUA								
6	FILTRO DE AIRE PRIMARIO								
7	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO								
8	FILTRO BLOW BY								
9	REFRIGERANTE								
10	VERIFICAR ESTADO Y TENSION DE CORREA POLY V								
11	CONTROL DE TUBOS DE ASPIRACION DE MOTOR								
12	VERIFICAR ESTADO Y FIJACION DE SISTEMA DE ESCAPE								
13	CONTROL DE ESTADO DE SOPORTES DE MOTOR								
TRANSMISION									
14	ACEITE DE TRANSMISION								
15	MUESTRA DE ACEITE DE TRANSMISION								
16	ACEITE DE CORONA								
17	ACEITE DE MANDOS FINALES								
18	MUESTRA DE ACEITES DE MANDOS FINALES								
19	LIQUIDO DE EMBRAGUE								
20	SISTEMA DE EMBRAGUE								
21	RETEN DE RUEDA POSTERIOR								
DIRECCION									
22	FILTRO DE DIRECCION HIDRAULICA								
23	ACEITE DE DIRECCION HIDRAULICA								
24	MUESTRA DE ACEITE DE DIRECCION HIDRULICA								
25	FUGAS DE HIDROLINA EN LA CAJA DE DIRECCION								

Fuente: MCEISA

- **Formatos implementados en la gestión de mantenimiento**

- Check list de inspección y engrase de equipos:
Permiten realizar un adecuado engrase del equipo y evitar desgaste prematuro de articulaciones, pines y bocinas.
- Formato de reporte de llamadas: Este formato es de mucha ayuda para llevar el control de todas las llamadas del área de mantenimiento sobre fallas en los equipos; es usado un formato por guardia (día / noche).

CUADRO N° 23

Formato de llamadas de volquetes

MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA		REPORTE DE LLAMADAS DE VOLQUETES										
C O D . E Q U I P O :		O P E R A D O R										
H O R O M E T R O I N I C I A L		K I L O M E T R A J E I N I C I A L										
H O R O M E T R O F I N A L :		K I L O M E T R A J E F I N A L				T U R N O		D		N		
I T E M	F r e n t e	E Q. D e c a r g u i o	O r i g e n	D e s t i n o	H o r a l n i c i o	H o r a f i n	Actividada	T o t a l m i n .	D e m o r a s O p e r a t i v a s			T o t a l m i n .
							De s c r i p c i o n		D e s a	R e p a r a c i o n e s	R e p a r a c i o n e s	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												


Fuente: MCEISA

- **Formato de reporte mecánico**

Este formato es llenado por los técnicos (mecánicos y electricistas) cuando intervienen un equipo pesado; ayuda mucho para contrastar información con el área operativa y no haya ninguna discrepancia ya que lleva la firma del operador del equipo.

CUADRO Nº 24

Formato de reporte diario de equipos

 MCEISA <small>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</small>	REPORTE DE FALLAS		Version: 01	
			Fecha: 01/01/20	
			Rev.: MANT. RAJHO	
			Aprob.: GERENTE GENERAL	
ENCARGADOS DE LA INSPECCION				
APELLIDOS Y NOMBRES		DNI	FIRMA	
OPERADOR:				
MECANICO:				
FECHA:				
DATOS DEL VEHICULO/MAQUINARIA				
MARCA: MODELO: PLACA: CODIGO:				
DETECCION DE LA FALLA				
1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
6)				
7)				
8)				
9)				
10)				
DIAGNOSTICO (PARTES DEL VEHICULO/MAQUINARIA Y DEFECTOS ENCONTRADOS)				
PARTE DEL VEHICULO MAQUINARIA	FALLAS PRESENTADAS Y SU POSIBLE CAUSA	POSIBLES SOLUCIONES	REQUERIMIENTO	
1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
6)				
7)				
8)				
9)				
10)				
RECIBIDO POR:		CARGO:	FIRMA:	


Fuente: MCEISA

- **Formato de pedido de repuestos:**

Usados por los técnicos (mecánicos y electricistas) para que realicen los pedidos de repuestos para el equipo, el formato es auto copiante y lleva la firma del técnico, planeamiento y jefatura de mantenimiento, una copia se lleva el técnico para como sustento de su pedido.

CUADRO N° 25

Formato de solicitud de repuestos

		FORMATO DE SOLICITUD DE REPUESTOS				Version: 01 Fecha: 15-12-19 Rev.: MANT. Aprob.: GERENTE GENERAL	
EQUIPO					PRIORIDAD		ALTA MEDIO BAJA
FECHA INICIAL							
FECHA DE ENTREGA							
FECHA DE GENERACION							
SISTEMA DE FALLA							
CAUSA							
SINTOMA							
REPUESTOS Y MATERIALES							
N° DE PARTE	CODIGO MCEISA	CANTIDAD	DESCRIPCION	STOCK DE ALMACEN	ORDEN DE COMPRA	OBSERVACION	
JEFE DE MANTENIMIENTO					REDIGENCIA KOLPA		
JEFE DE LOGISTICA							


Fuente: MCEISA

• **Formato de envío de componentes:**

Este formato de fácil llenado permite enviar y recepcionar componentes identificándolos respectivamente.

CUADRO N° 26


Formato de envío de componentes

 MCEISA <small>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</small>		FORMATO DE PROTOCOLO DE ENVIO Y/O RECEPCIÓN DE COMPONENTE	
FECHA		MOTIVO DE SALIDA	
UNIDAD DE SALIDA		UNIDAD DE LLEGADA	
DATOS DEL COMPONENTE			
DESCRIPCIÓN			
MARCA			
MODELO			
N° DE PARTE			
N° DE SERIE			
CODIGO MCEISA ARTICULO REPARADO			
EQUIPO EN EL QUE ESTABA INSTALADO			
CODIGO DE ACTIVO DEL EQUIPO			
HORAS TRABAJADAS EN EL EQUIPO			
HORAS TOTALES EN LA UNIDAD MINERA			
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA DEL COMPONENTE			
TÉCNICO		JEFE DE MANTENIMIENTO	

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 27

Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO							
 <small>Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</small>		ORDEN DE TRABAJO N°					
Equipo		Marca	Serie				
Tipo de Servicio			Obra				
Frente			RECIBIDO		FECHA	HORA	
			TERMINADO				
OPERADOR:		CODIGO	PLACA	HOROMETRO		KILOMETRAJE	
DESCRIPCION DE TRABAJO							
ITEM							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
ITEM	V.SALIDA	DESCRIPCION DE REPUESTO			CANTID	UNIDAD	TIPO DE SERV
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL				CANTID	UNIDAD	TIPO DE SERVICIO
1							
2							
3							
4							
5							
ITEM	SERVICIO TERCEROS			PROVEEDOR	DOC	TIPO SERV	IMPORTE
1							
2							
3							
4							
5							
ITEM	MOTIVO REPARACION Y/O TRABAJOS PENDIENTE						
1							
2							
3							
4							
SUPERVISOR			POR LA PRESENTE DOY FE A QUE LOS TRABAJOS ARRIBA ESPECIFICADOS HAN SIDO REALIZADOS ASI COMO LOS REPUESTOS HAN SIDO INSTALADOS A LA UNIDAD				
			MECANICO				

Fuente: MCEISA

- **Evaluación de salida:**


Al culminar el año 2019 se realizó el balance de la gestión del área de mantenimiento de la empresa MCEISA en la unidad minera Kolpa, obteniendo lo siguiente.

- **Nivel de logro**

Durante en el año 2019 se logró: bajar los índices de accidentes, aumentar la disponibilidad mecánica, utilización y controlar las operaciones de los equipos.

CUADRO Nº 28

Estadística de seguridad del año 2019

 MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA		CUADRO ESTADISTICO DE SEGURIDAD AÑO 2019											
N° TRABAJADORES	227	229	229	228	220	215	211	191	199	209	187	187	2532
N° EMPLEADOS	71	67	71	71	71	71	69	63	64	66	65	66	815
N° OBREROS	156	172	158	157	149	144	142	128	135	143	135	121	1740
INCIDENTES	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	3	10
INCIDENTES PELIGROSOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC. CON DAÑO A LA PROPIEDAD	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
ACC. LEVES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
ACC. INCAPACITANTES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ACC. MORTALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DÍAS PERDIDOS	4	0	0	0	0	24	31	31	30	31	18	0	169
H.H.T	400 39	3732 0	446 67	402 20	398 20	375 90	375 62	3722 2.5	368 18	329 60	358 10	358 10	455838.5
INDICES DE FRECUENCIA (IF)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27. 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
INDICES DE SEVERIDAD (IS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	638. 5	825. 3	832.8	814. 8	940. 5	502. 7	0.0	361.4
INDICES DE ACCIDENTABILIDAD (IA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17. 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 29

Disponibilidad Mecánica de los Volquetes enero a junio del 2019

MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	AÑO 2019	OBSERVACIONES
ITEM	PLACA	CODIGO	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM PROMEDIO	
			85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
1	AVJ-760	MW-01	92.60%	88%	82.54%	86.26%	89%	83.15%	86.9%	
2	AVJ-787	MW-02	89.40%	82%	84.45%	91.26%	88.2%	89.44%	87.5%	
3	AVJ-830	MW-03	57.50%	81%	79.31%	90.30%	89.5%	59.12%	76.1%	INOPERATIVO DESDE EL 1/06/2019 HASTA EL 9/06/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUES Y SERVODIRECCION. INOPERATIVO DESDE EL 1/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS. 1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.
4	AVK-709	MW-04	74%	86%	83.58%	85.21%	86.6%	60.91%	79.4%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENSOS, CRUCETAS DE CARDAN BB. INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPATAS DE FRENSOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS. INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.
5	AVJ-712	MW-05	87%	77%	80.16%	86.75%	68.7%	64.09%	77.3%	INOPERATIVO DESDE EL 12/06/2019 HASTA EL 19/06/2019 A LA ESPERA DE DISCO DE EMBRAGUE Y RODAJES DELANTEROS POS.1 Y POS.2.
6	AVJ-728	MW-6	49.60%	87%	81.51%	51.73%	84.4%	84.98%	73.2%	INOPERATIVO DESDE EL 4/11/2019 HASTA EL 29/11/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO BOCAMASA POSTERIOR, RODAJES DELANTEROS, ZAPATAS, KIT DE FRENSOS. INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE Y PROBLEMAS DE MARCHA, NO INGRESAN LOS CAMBIOS.
7	AVJ-717	MW-07	38%	87%	83.83%	85%	88.0%	85.59%	77.9%	INOPERATIVO DESDE EL 8/09/2019 HASTA EL 30/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO DISCOS DE EMBRAGUE Y SENSOR DE PRESION DE FRENO. MUÑON DELANTERO POS.2, BOCAMASA POSATERIORES Y REALY DE ALTERNADOR.
8	ARF-847	MW-09	89.10%	73%					81.1%	DESDE EL 14/01/2019 HASTA EL 17/11/2019 ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE REENVIO.
9	AMP-819	MW-10	73.70%	49%	77.95%	88.41%	63.1%	89.3%	73.6%	EN FEBRERO DEL 2019 PRESENTO PROBLEMAS DE RODAJES DELANTEROS, EN EL MES DE MAYO DESDE EL 21/05/2019 HASTA EL 29/05/2019 INOPERATIVO A LA ESPERA DE BRIDA DE ACRODAN BB. EN EL MES DE OCTUBRE ESTUVO INOPERATIVO EL EQUIPO DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA. Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGUE DE ALTA Y BAJA.
			72.3%	79%	81.7%	83.1%	82%	77%	79.2%	

Fuente: MCEISA

- La disponibilidad mecánica en la flota volquetes, no se alcanzó al 85% en los seis primeros meses del año 2019; puesto que se contaba con 9 volquetes en las operaciones, como se ilustra en el presente cuadro por la demora en la atención de los repuestos; lo que conllevó a tener paradas imprevistas y prolongadas afectando el cumplimiento en el acarreo de materiales.

CUADRO Nº 30

Utilización de la flota de los Volquetes enero a junio en el año 2019



ITEM	PLACA	CODIGO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	ANO 2019	OBSERVACIONES
			UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTILIZACIÓN	
			85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
1	AVJ-760	MVV-01	74.50%	82.30%	87.62%	79.43%	80%	84.88%	81.5%	INOPERATIVO DESDE EL 6/07/2019 HASTA EL 31/08/2019 DEBIDO A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO LA FUNDA DEL SEGUNDO EJE DE TRACCION, MUÑON DELANTERO POS.1, CAMBIO DE DISCOS Y PLATOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE BATERIAS.
2	AVJ-787	MVV-02	80%	82.30%	88.20%	83.37%	88.5%	88.78%	85.2%	
3	AVJ-830	MVV-03	75.60%	83.50%	92.73%	81.60%	82.2%	86.74%	83.7%	INOPERATIVO DESDE EL 1/06/2019 HASTA EL 9/06/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUES Y SERVODIRECCION.INOPERATIVO DESDE EL 1/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS.1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.
4	AVK-709	MVV-04	82.80%	86.50%	85.58%	80.36%	87.2%	85.93%	84.7%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENOS, CRUCETAS DE CARDAN BB.INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPTAS DE FRENOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS.INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.
5	AVJ-712	MVV-05	80%	79.50%	91.17%	82.43%	89.0%	80.39%	83.7%	INOPERATIVO DESDE EL 12/06/2019 HASTA EL 19/06/2019 A LA ESPERA DE DISCO DE EMBRAGUE Y RODAJES DELANTEROS POS.1 Y POS.2.
6	AVJ-728	MVV-6	81.90%	78.90%	91.42%	85.27%	85.4%	85.13%	84.7%	INOPERATIVO DESDE EL 4/11/2019 HASTA EL 29/11/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO BOCAMASA POSTERIOR, RODAJES DELANTEROS, ZAPATAS ,KIT DE FRENOS.INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE Y PROBLEMAS DE MARCHA , NO INGRESAN LOS CAMBIOS.
7	AVJ-717	MVV-07	68.30%	83.40%	91.80%	84.50%	87.0%	88.62%	83.9%	INOPERATIVO DESDE EL 8/09/2019 HASTA EL 30/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO DISCOS DE EMBRAGUE Y SENSOR DE PRESION DE FRENO.MUÑON DELANTERO POS.2, BOCAMASA POSATERIORES Y REALY DE ALTERNADOR.
8	ARF-847	MVV-09	76.70%	81.90%					79.3%	DESDE EL 14/011/2019 HASTA EL 17/11/2019 ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE REENVIO.
9	AMP-819	MVV-10	67.40%	47.90%	74.25%	81.40%	85.7%	78.9%	72.6%	EN FEBRERO DEL 2019 PRESENTO PROBLEMAS DE RODAJES DELANTEROS,EN EL MES E MAYO DESDE EL 21/05/2019 HASTA EL 29/05/2019 INOPERATIVO A LA ESPERA DE BRIDA DE ACRDAN BB.EN EL MES DE OCTUBRE ESTUVO INOPERATIVO EL EQUIPO DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA, Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGIUE DE ALTA Y BAJA.
			76.36%	78.47%	87.85%	82.30%	86%	85%	82.2%	

Fuente: MCEISA

- En este cuadro, se ilustra la utilización de la flota volquetes en su totalidad con 9 unidades disponibles.

CUADRO Nº 31

Confiabilidad de la flota de los volquetes enero a junio del año 2019



			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	AÑO 2019	
ITEM	PLACA	CODIGO	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONFIABILIDAD	OBSERVACIONES
1	AVJ-760	MVV-01	96.50%	90.95%	80.55%	83.30%	87%	80.73%	86.4%	
2	AVJ-787	MVV-02	93.10%	82.84%	82.73%	89.69%	86.8%	88.26%	87.2%	
3	AVJ-830	MVV-03	53.10%	86%	78.04%	88.37%	87.6%	55.64%	74.8%	INOPERATIVO DESDE EL 1/06/2019 HASTA EL 9/06/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUES Y SERVODIRECCION.INOPERATIVO DESDE EL 1/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS.1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.
4	AVK-709	MVV-04	73.10%	89.19%	81.33%	82.24%	84.9%	64.58%	79.2%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENOS, CRUCETAS DE CARDAN BB.INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPTAS DE FRENOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS.INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.
5	AVJ-712	MVV-05	89.60%	76.98%	78.65%	84.37%	66.1%	58.93%	79.1%	INOPERATIVO DESDE EL 12/06/2019 HASTA EL 19/06/2019 A LA ESPERA DE DISCO DE EMBRAGUE Y RODAJES DELANTEROS POS.1 Y POS.2.
6	AVJ-728	MVV-6	46.50%	89.35%	80.12%	47.75%	82.2%	82.81%	71.5%	INOPERATIVO DESDE EL 4/11/2019 HASTA EL 29/11/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO BOCAMASA POSTERIOR, RODAJES DELANTEROS, ZAPATAS ,KIT DE FRENOS.INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE Y PROBLEMAS DE MARCHA , NO INGRESAN LOS CAMBIOS.
7	AVJ-717	MVV-07	30.10%	89.02%	82.63%	82.72%	86.4%	84.03%	75.8%	INOPERATIVO DESDE EL 8/09/2019 HASTA EL 30/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO DISCOS DE EMBRAGUE Y SENSOR DE PRESION DE FRENO.MUÑON DELANTERO POS.2, BOCAMASA POSATERIORES Y REALY DE ALTERNADOR.
8	ARF-847	MVV-09	91%	72.15%					81.6%	DESDE EL 14/011/2019 HASTA EL 17/11/2019 ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE REENVIO.
9	AMP-819	MVV-10	68.50%	33.76%	72.42%	86.13%	59.5%	86.8%	67.8%	EN FEBRERO DEL 2019 PRESENTO PROBLEMAS DE RODAJES DELANTEROS,EN EL MES E MAYO DESDE EL 21/05/2019 HASTA EL 29/05/2019 INOPERATIVO A LA ESPERA DE BRIDA DE ACRDAN BB.EN EL MES DE OCTUBRE ESTUVO INOPERATIVO EL EQUIPO DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA.Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGIUE DE ALTA Y BAJA.
			71.3%	78.9%	79.6%	80.6%	80%	75.2%	78.2%	

Fuente: MCEISA

- De la gráfica disponibilidad real de volquetes 2019; los meses comprendidos de enero a junio se tiene una baja disponibilidad mecánicas (79.2% D.M.) lo que implica que los equipos están fuera de servicio por varias horas por fallas mecánicas, los meses de julio a diciembre se obtiene un 85% D.M. y se evidencia una mejora continua en el valor de la disponibilidad mecánica que como valor aceptable debe ser mayor o igual a 85%.

– **Mejoras en la Ejecución de mantenimiento**

En base a la selección de estrategias adecuadas para llevar adelante la gestión de mantenimiento se pudo obtener resultados favorables en: mejorar la disponibilidad de los volquetes, ejecución de los mantenimientos preventivos en el tiempo que le tocaba, manejo a la defensiva en los volquetes, implementación de estaciones de mantenimiento en interior mina.

– **Mejoras en el engrase de equipos**

Debido a que en las labores donde operan los equipos pesados tienen la peculiaridad de que hay excesiva cantidad de agua, se optó por cambiar de grasa Shell Gadus S2 (fabricadas a partir de la dispersión de un aceite natural) a una grasa sintética Sentinel SL-M2 (es una grasa de aceite base 100% sintética Poli Alfa Olefina (PAO) graso ISO 460, formulada con disulfuro de molibdeno MoS_2 para obtener una óptima adherencia, calidad anti-fricción y resistencia a extremas presiones de hasta 450,000 PSI; lo que la hace una grasa sintética anti-desgaste y de ciclos prolongados de ubicación con una buena resistencia al lavado por el agua teniendo excelentes propiedades de sellado).

- **Control de límites permisibles CO**

Los motores diésel de los equipos de acarreo volquetes tiene un adecuado mantenimiento, lo cual es fundamental según la norma que señala el art. 104 del D.S.N°024-2016-EM donde se realizó semanalmente la medición de CO en los tubos de escape del motor diésel de los equipos pesados, los cuales no deben exceder de 500 ppm.

CUADRO N° 32
Formato de Control de gases de combustión

	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Código: PG-SGK-SSO-HO-002.1
	CONTROL DE MONITOREO DE GASES DE COMBUSTION EQUIPOS DIESEL	Versión: 02
		Fecha de Aprobación: 13-02-2020
		Página: 1 de 1

FECHA: ___/___/___ **VALIDO HASTA:** ___/___/___

AREA/EMPRESA: _____ **HORA:** _____

EQUIPO	MARCA	PLACA	CO (LMP 500 PPM)	NO2 (LMP 100 PPM)	OBSERVACIÓN

IMPORTANTE
<ul style="list-style-type: none"> • VIGENCIA EL presente registro es válido por 7 días. • DS 024-2016-EM Art. 253 Está terminantemente prohibido el ingreso de vehículos con motores de combustión a gasolina a minas subterráneas. • DS 023-2017-EM Art. 254 Inc.(e) Se prohibirá su ingreso a los equipos petroleros cuando la emisión de gases exceda de quinientos (500) ppm de monóxido de carbono o de cien (100) ppm de dióxido de nitrógeno.

Fuente: D.S. N° 024-2016-EM

- **Implementación de los talleres en interior de la mina Kolpa**

Se realiza implementación de las estaciones de mantenimiento en interior mina en la rampa N° 1 y N° 2 (Nv 380): biombos, carros porta herramientas, máquina de soldar, apiladores, esmeril de banco, tornillo de banco, herramientas e instrumentos diversos.

Figura N° 12

Taller de mantenimiento en superficie



Fuente: Propia

Se aplicó la estrategia de las 5S (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar, mantener), llegado en una aplicación efectiva hasta la tercera S es decir a mantener nuestros activos en el taller a mi cargo debidamente seleccionados, ordenados y limpios.

Figura N° 13

Taller de mantenimiento interior de mina rampa N° 1



Fuente: Propia

Figura N° 14

Taller de mantenimiento interior de mina rampa N° 2



Fuente: Propia

Figura N° 15

Equipos Volvo FMX 480 - Compañía Minera Kolpa



Fuente: Propia

Figura N° 16

Zona de reparación de equipos en superficie



Fuente: Propia

- **Presentación Resultados**

Con los valores obtenidos durante los 12 meses del año 2019 se logró graficar la disponibilidad y la utilización por equipos: acarreo-volquetes para analizar su evolución.

Se cuantifico los costos reales de mantenimiento durante el año 2019 y se comparó con el presupuesto asignado a inicios del año.

- Costo de mantenimiento

El presupuesto anual asignado al área de mantenimiento fue de \$ 549 504 y se gastó un total de \$ 168 971 Con una diferencia \$ 380 533 del presupuesto inicial; en costos a reparación por accidentes de equipos se gastó \$ 80 223 monto que fue asumido por el área de operaciones.

CUADRO N° 33

Costo del presupuesto de mantenimiento

MES	PRESUPUESTO 2019	PRESUPUESTO 2020
ENERO	\$ 15974	\$ 45792
FEBRERO	\$ 18047	\$ 45792
MARZO	\$ 20589	\$ 45792
ABRIL	\$ 18386	\$ 45792
MAYO	\$ 20976	\$ 45792
JUNIO	\$ 12647	\$ 45792
JULIO	\$ 10554	\$ 45792
AGOSTO	\$ 8758	\$ 45792
SEPTIEMBRE	\$ 14800	\$ 45792
OCTUBRE	\$ 10518	\$ 45792
NOVIEMBRE	\$ 9237	\$ 45792
DICIEMBRE	\$ 17722	\$ 45792
TOTAL	\$ 168 971	\$ 549 504

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 34

Evaluación de costos de mantenimiento 2019

COSTO DE MANTENIMIENTO 2019				
MES	PRESUPUESTO	REAL	Δ%	Accid./mes
Enero	\$ 45 792	\$ 15 974	35%	
Febrero	\$ 45 792	\$ 18 047	39%	
Marzo	\$ 45 792	\$ 20 589	45%	
Abril	\$ 45 792	\$ 18 386	40%	
Mayo	\$ 45 792	\$ 20 976	46%	
Junio	\$ 45 792	\$ 12 647	28%	
Julio	\$ 45 792	\$ 10 554	23%	
Agosto	\$ 45 792	\$ 8 758	19%	
Septiembre	\$ 45 792	\$ 14 800	32%	
Octubre	\$ 45 792	\$ 10 518	23%	
Noviembre	\$ 45 792	\$ 9 237	20%	
Diciembre	\$ 45 792	\$17 722	39%	
TOTAL	\$ 549 504	\$ 168 971	32%	

Fuente: MCEISA

- **Discusión de resultados**

Análisis de graficas disponibilidad / utilización de flota

A continuación, se ilustran, los nuevos resultados de los indicadores de mantenimiento teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Se redujo la flota de volquetes de un total de 9 unidades a 7, se consideró esta reducción en base a los tiempos muertos (volquetes parados a la espera de equipo de carguío y material a evacuar). También influyo la congestión vehicular y la deficiente infraestructura vial (pocos bypass y vías en mal estado).
- En los nuevos indicadores, se consideran los 6 meses del año 2019; a partir del mes de julio a diciembre.
- Se observa en el cuadro N° 39 el incremento de la disponibilidad mecánica. Paso de un 79.2% a un 85%.

CUADRO Nº 35

Disponibilidad Mecánica de los Volquetes julio a diciembre del año 2019



ITEM	PLACA	CODIGO								AÑO 2019	OBSERVACIONES
			JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DM PROMEDIO		
			DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM PROMEDIO		
			85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%		
1	AVJ-760	MVV-01	92.60%	88%	82.54%	86.26%	89%	83.15%	86.9%		
2	AVJ-787	MVV-02	85.33%	90.91%	90.66%	86.94%	90.86%	84.77%	88.2%		
3	AVJ-830	MVV-03	91.26%	92.47%	89.5%	92.60%	90.30%	27.77%	80.7%	INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS.1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.	
4	AVK-709	MVV-04	70.95%	92.57%	90.76%	91.28%	66.21%	89.90%	83.6%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENOS, CRUCETAS DE CARDAN BB. INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPTAS DE FRENOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS. INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.	
5	AVJ-712	MVV-05	81.11%	88.41%	90.13%	87.70%	87.94%	87.70%	87.2%		
8	ARF-847	MVV-09	90.32%	88.41%	89.3%	95.45%	79.56%	81.67%	87.5%		
9	AMP-819	MVV-10	90.12%	87%	90.32%	77.95%	90.07%	41.52%	79.5%	DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA. Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGUE DE ALTA Y BAJA.	
			86.0%	89.7%	89.0%	88.3%	84.8%	70.9%	85%		

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 36

Utilización de la Flota de los Volquetes julio a diciembre del año 2019



ITEM	PLACA	CODIGO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO 2019	OBSERVACIONES
			UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTIL.	UTILIZACIÓN	
			85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	
1	AVJ-760	MVV-01	74.50%	82.30%	87.62%	79.43%	80%	84.88%	81.5%	
2	AVJ-787	MVV-02	85.83%	82.13%	80.79%	81.29%	83.42%	79.08%	82.1%	
3	AVJ-830	MVV-03	83.37%	69.68%	82.2%	74.50%	81.60%	64.22%	75.9%	INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS.1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.
4	AVK-709	MVV-04	58.17%	77.85%	80.04%	83.31%	77.41%	81.83%	76.4%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENOS, CRUCETAS DE CARDAN BB. INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPTAS DE FRENOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS. INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.
5	AVJ-712	MVV-05	79.67%	73.91%	79.40%	82.06%	77.31%	79.58%	78.7%	
8	ARF-847	MVV-09	78.23%	81.40%	78.9%	64.17%	66.60%	76.81%	74.3%	
9	AMP-819	MVV-10	12.61%	78.90%	78.23%	74.25%	65.10%	53.68%	60.5%	DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA. Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGUE DE ALTA Y BAJA.
			67.5%	78.02%	81.0%	77.0%	76.0%	74.3%	75.6%	

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 37
Confiabilidad de la Flota de los Volquetes julio a
diciembre del año 2019



Martínez Contratistas e Ingeniería SA

			JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO 2019	
ITEM	PLACA	CODIGO	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONF.	CONFIABILIDAD	OBSERVACIONES
1	AVJ-760	MVV-01	96.50%	90.95%	80.55%	83.30%	87%	80.73%	86.4%	
2	AVJ-787	MVV-02	83.32%	89.15%	88.69%	84.40%	89.24%	81.49%	87.7%	
3	AVJ-830	MVV-03	89.69%	89.54%	87.6%	96.50%	88.37%	19.80%	83.1%	INOPERATIVO DESDE EL 10/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS, SENSOR Y RUEDA SENSORA DE LOS NEUMATICOS POS.1 Y POS.2, MUÑON DELANTERO POS.2, ESPERA DE RADIADOR, CARDAN BB.
4	AVK-709	MVV-04	58.70%	90.65%	88.71%	89.71%	60.27%	87.92%	78.3%	INOPERATIVO DESDE EL 22/06/2019 HASTA EL 30/06/2019 ESPERA DE DISCOS DE EMBRAGUE, ESPERA DE KITS DE REPARACION DE FRENOS, CRUCETAS DE CARDAN BB. INOPERATIVO DESDE EL 1/07/2019 HASTA EL 7/07/2019 ESPERA DE ZAPTAS DE FRENOS POSTERIORES Y RODAJES DELANTEROS. INOPERATIVO DESDE EL 17/11/2019 HASTA EL 22/11/2019 A LA ESPERA DE SENSOR DE VELOCIDAD DEL EJE INTERMEDIO.
5	AVJ-712	MVV-05	85.51%	84.94%	87.88%	85.40%	84.93%	85.02%	78.0%	
8	ARF-847	MVV-09	87.95%	86.13%	86.8%	86.52%	72.17%	77.39%	87.0%	
9	AMP-819	MVV-10	11.9%	89.35%	87.95%	72.42%	85.52%	27.59%	70.3%	DESDE EL 5/10/2019 HASTA EL 9/10/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS POR PROBLEMAS DE LA TOMA FUERZA. Y EN DICIEMBRE EL EQUIPO ESTUVO INOPERATIVO DESDE EL 16/12/2019 HASTA EL 31/12/2019 A LA ESPERA DE REPUESTOS COMO COMPRESORA DE AIRE, RODAJE DELANTERO Y EMBRAGUIE DE ALTA Y BAJA.
			73.4%	88.7%	86.9%	85.5%	81.0%	65.7%	81.5%	

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 38

Sistemas de Mantenimiento de los volquetes 2019

SISTEMA DE MANTTO	MES	PERSONAL DE MANTTO	1° ETAPA		2° ETAPA		3° ETAPA	
			N° EQUIPO	%DM	N° EQUIPO	%DM	N° EQUIPO	%DM
Sistema de mantenimiento normal como se viene trabajando	Ene	10	10	72.3	10	72.3	10	72.3
	Feb	10	10	79.0	10	79.0	10	79.0
	Mar	10	10	81.7	10	81.7	10	81.7
	Abr	10	10	83.1	10	83.1	10	83.1
	May	10	10	82.0	10	82.0	10	82.0
	Jun	10	10	77.0	10	77.0	10	77.0
Mejora Sistema Gestión de mantenimiento	Jul	8	9	66.9	8	75.3	7	83.8
	Ago	8	9	70.0	7	89.0	7	89.0
	Sep	8	9	70.1	8	78.8	7	86.8
	Oct	8	9	75.9	6	85.7	6	85.7
	Nov	8	9	73.6	8	73.0	7	81.7
	Dic	8	9	64.9	7	71.8	5	86.7

Fuente: MCEISA

Del cuadro N° 38 se obtiene, en la primera etapa se incluye a todos los equipos que trabajaron o no. En la segunda etapa se considera solo a equipos que trabajaron; y en la tercera etapa se considera también a los equipos con baja DM menores al 50% porque son equipos que tuvieron falla y no se podían realizar los trabajos en la mina sino llevarlos a Lima como resultado a partir de Julio nuestros equipos suben su disponibilidad mecánica.

En el cuadro N° 39, se puede observar que desde el mes de enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes y 12 personas en total del área de mantenimiento (4 personas de turno por guardia) se alcanzó una disponibilidad mecánica de 79.2%, sin embargo, con la mejora del sistema de mantenimiento que va desde el mes de julio a diciembre del 2019 se alcanzó una disponibilidad mecánica del 85%. En el caso específico del mes de diciembre porque no se alcanzó el 85% de disponibilidad mecánica, se debe a que el volquete MVV-03 presento problemas de muñón delantero pos.2, rueda censorsa y sensor delantero; así como el volquete MVV-10 presento problemas de toma fuerza y la demora en la atención de repuestos provocó no llegar a la disponibilidad de 85%.

CUADRO N° 39

Comparativos de Disponibilidad Mecánica de la Flota de los Volquetes enero a junio vs. julio a diciembre del año 2019

SITEMA DE MANTTO	MES	PERSONALDE MANTTO.	1° ETAPA		% DM PROMEDIO
			CANTIDAD DE VOLQUETES	% DM	
Sistema de mantenimiento que se trabajo desde el mes de enero a junio del 2019	ENERO	12	9	72.3	79.2
	FEBRERO	12	9	79	
	MARZO	12	9	81.7	
	ABRIL	12	9	83.1	
	MAYO	12	9	82	
	JUNIO	12	9	77	
Mejora del sistema de mantenimiento desde el mes de julio a diciembre del 2019	JULIO	9	7	86	85.0
	AGOSTO	9	7	89.7	
	SEPTIEMBRE	9	7	89	
	OCTUBRE	9	7	88.3	
	NOVIEMBRE	9	7	85	
	DICIEMBRE	9	7	71	

Fuente: MCEISA

En el cuadro N° 40, se puede observar claramente que en ningún caso la utilización de los equipos es óptima; es decir mayor o igual a una disponibilidad mecánica óptima que sería 85%. En los meses de enero a junio del 2019 se logró una utilización de 82.7% y en los meses de julio a diciembre del 2019 se alcanzó una utilización de 76%, esto quiere decir que el área de operaciones mina debería utilizar mejor los recursos disponibles en este caso los volquetes.

CUADRO N° 40

Comparativos de Utilización Mecánica de la Flota de los Volquetes
enero a junio vs. julio a diciembre del año 2019

SITEMA DE MANTTO	MES	PERSONALDE MANTTO.	1° ETAPA		% UTILIZ. PROMEDIO
			CANTIDAD DE VOLQUETES	% UTILIZ.	
Sistema de mantenimiento que se trabajo desde el mes de enero a junio del 2019	ENERO	12	9	76.4	82.7
	FEBRERO	12	9	78	
	MARZO	12	9	87.9	
	ABRIL	12	9	82.3	
	MAYO	12	9	86	
	JUNIO	12	9	85	
Mejora del sistema de mantenimiento desde el mes de julio a diciembre del 2019	JULIO	9	7	68	76.0
	AGOSTO	9	7	78.02	
	SEPTIEMBRE	9	7	81	
	OCTUBRE	9	7	77	
	NOVIEMBRE	9	7	76	
	DICIEMBRE	9	7	74.3	

Fuente: MCEISA

En el cuadro N° 41, se puede analizar que en los primeros seis meses del año 2019 (enero a junio) con una flota de 9 volquetes se trasladó 13252 viajes de material transportado (mineral y desmonte); caso contrario a los meses de julio a diciembre del mismo año con una flota de 7 volquetes se trasladó 12615 viajes de material trasportado (mineral y desmonte), según dicho cuadro en los 6 primeros meses se trasladó más material transportado (mineral y desmonte) en 637 viajes con respecto al segundo bimestre del mismo año. Sin embargo si analizamos el cuadro N°19 y N°20 con respecto a los viajes

promedio de los volquetes en cada mes observamos lo siguiente, el promedio de viajes de mineral y desmante de enero a junio con una flota de 9 volquetes es de 133 y 113 viajes al mes respectivamente y con una flota de 7 volquetes en los meses de julio a diciembre del mismo año se observó que el promedio de viajes de mineral y desmante es de 166 y 135 viajes al mes respectivamente; realizando 33 viajes de mineral y 22 viajes de desmante de julio a diciembre del 2019 más con respecto a los meses de enero a junio. Si nosotros calculamos en dinero; el ahorro respecto a los viajes de mineral y desmante en 6 meses asciende a 25962 dólares que se logró con una flota de 7 volquetes desde el mes de julio a diciembre del año 2019. Si nosotros calculamos al año sería un ahorro de 51924 dólares al año. Si queremos saber cuánto es el ahorro en un mes es de 4327 dólares.

CUADRO N° 41

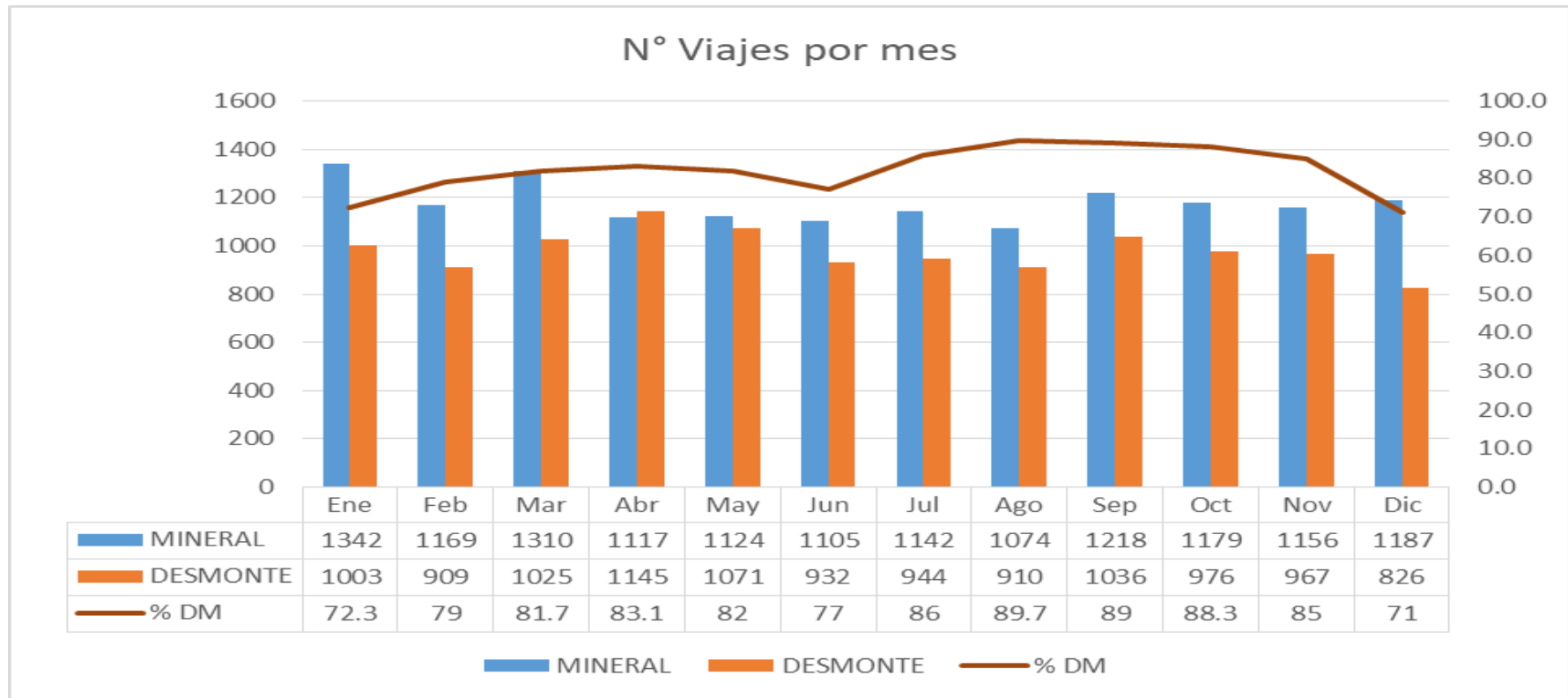
Valorización del servicio MCEISA 2019

ITEM	MES	MINERAL	DESMONTE	TOTAL MATERIAL TRANSPORTADO	% DM
1	ENERO	1342	1003	2345	72.3
2	FEBRERO	1169	909	2078	79
3	MARZO	1310	1025	2335	81.7
4	ABRIL	1117	1145	2262	83.1
5	MAYO	1124	1071	2195	82
6	JUNIO	1105	932	2037	77
7	JULIO	1142	944	2086	86
8	AGOSTO	1074	910	1984	89.7
9	SEPTIEMBRE	1218	1036	2254	89
10	OCTUBRE	1179	976	2155	88.3
11	NOVIEMBRE	1156	967	2123	85
12	DICIEMBRE	1187	826	2013	71

Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 42

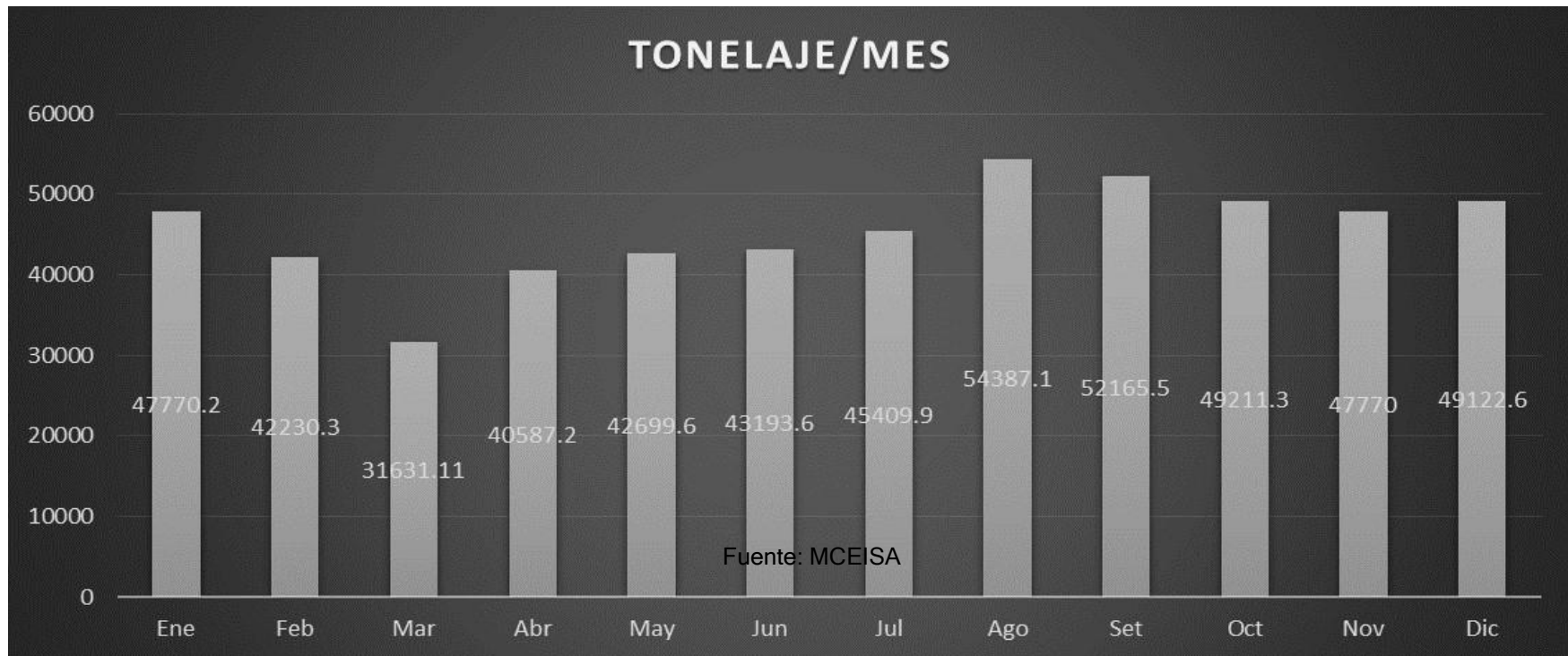
Comparativos de viajes mineral y desmonte



Fuente: MCEISA

CUADRO Nº 43

Toneladas transportadas por mes año 2019



Fuente: MCEISA

En el cuadro N° 43, se logró observar que el tonelaje total transportado desde enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes es de 248112.01 toneladas, y el tonelaje transportado desde julio a diciembre del 2019 con una flota de 7 volquetes es de 298066.4 toneladas. Es decir 49954.39 toneladas de diferencia en 6 meses que también se puede decir que se transportó 8325.73 toneladas más en cada mes a partir de julio a diciembre.

CUADRO N° 44

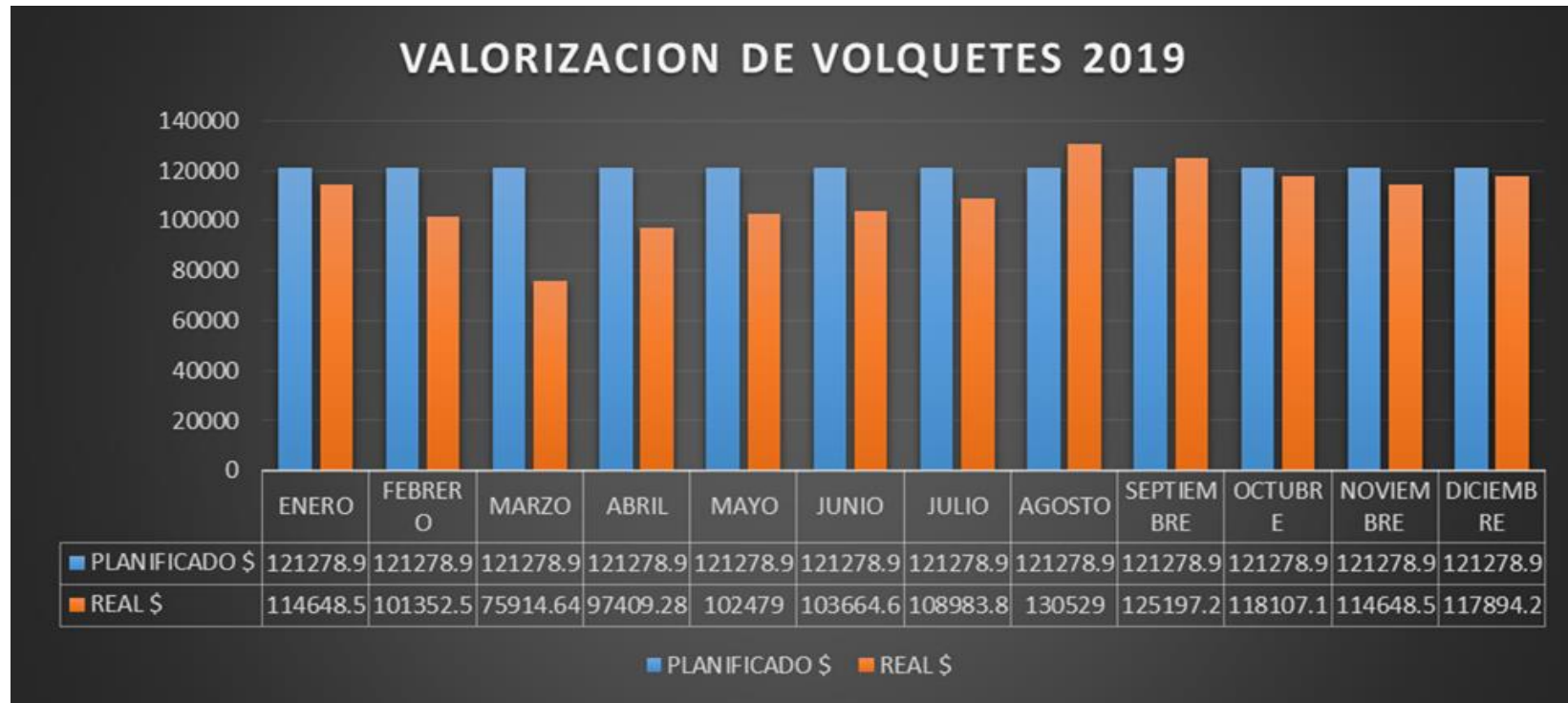
Valorización de volquetes año 2019

MES	PLANIFICADO \$	REAL \$
ENERO	121278.9	114648.48
FEBRERO	121278.9	101352.48
MARZO	121278.9	75914.64
ABRIL	121278.9	97409.28
MAYO	121278.9	102479.04
JUNIO	121278.9	103664.64
JULIO	121278.9	108983.76
AGOSTO	121278.9	130529.04
SEPTIEMBRE	121278.9	125197.2
OCTUBRE	121278.9	118107.12
NOVIEMBRE	121278.9	114648.48
DICIEMBRE	121278.9	117894.24
TOTAL	1455346.8	1310828.4

En el cuadro N° 44, se puede apreciar que la valorización total desde enero a junio del 2019 con una flota de 9 volquetes es de 595468.56 dólares y la valorización total desde julio a diciembre del 2019 con una flota de 7 volquetes es de 715359.84 dólares. Es decir 119891.28 dólares de diferencia en 6 meses que también se puede decir que se ahorró 19981.88 dólares más en cada mes a partir de julio a diciembre. Si bien es cierto tenemos un déficit de 12043.2 dólares al mes para que pueda ser rentable esta actividad, también se ve que si seguimos aplicando la gestión implementada se podrá alcanzar el objetivo.

CUADRO N° 45

Valorización de volquetes planificado/real año 2019



Fuente: MCEISA

CUADRO N° 46

Control de neumáticos delanteros de la marca Birla y posteriores de la marca Westlake

ITEM	CANTIDAD VOLQUETES	CANTIDAD DE NEUMATICOS DELANTEROS MARCA BIRLA	CANTIDAD DE NEUMATICOS POSTERIORES MARCA WESTLAKE	RENDIMIENTO PROMEDIO NEUMATICO DELANTERO BIRLA HORAS	RENDIMIENTO PROMEDIO NEUMATICO POSTERIOR WESTLAKE HORAS	COSTO DESGASTE POR HORA (\$) NEUMAT. DELANTERO	COSTO DESGASTE POR HORA (\$) NEUMAT. POSTERIOR	COSTO POR HORAS DE OPERACION (\$) FLOTA VOLQUETES NEUM. DELANT.	COSTO POR HORAS DE OPERACION (\$) FLOTA VOLQUETES NEUM. POST.
1	9	18	72	700	1198	0.5	0.3	6300	29088

Fuente: MCEISA

CUADRO N° 47

Control de neumáticos delanteros de la marca Westlake y posteriores de la marca Haulmax

ITEM	CANTIDAD VOLQUETES	CANTIDAD DE NEUMATICOS DELANTEROS MARCA WESTLAKE	CANTIDAD DE NEUMATICOS POSTERIORES MARCA HAULMAX	RENDIMIENTO PROMEDIO NEUMATICO DELANTERO WESTLAKE HORAS	RENDIMIENTO PROMEDIO NEUMATICO POSTERIOR HAULMAX HORAS	COSTO DESGASTE POR HORA (\$) NEUMAT. DELANTERO	COSTO DESGASTE POR HORA (\$) NEUMAT. POSTERIOR	COSTO POR HORAS DE OPERACION (\$) FLOTA VOLQUETES NEUM. DELANT.	COSTO POR HORAS DE OPERACION (\$) FLOTA VOLQUETES NEUM. POST.
1	7	14	56	1068	2793	0.4	0.2	5656	25032

Fuente: MCEISA

En el cuadro N° 46, se puede analizar el control de los neumáticos de la flota de volquetes de la parte delantera y de tracción, en los meses de enero a junio se trabajó con la marca Birla en el pos.1 y 2 y con la marca Westlake en tracción, es decir en el pos.3, pos.4, pos.5, pos.6, pos.7, pos.8, pos.9 y pos.10. El costo por hora de los neumáticos delanteros es de 0.5 soles/hora de desgaste por hora de recorrido y el de tracción es de 0.3 soles/hora de desgaste por hora de recorrido. Esto quiere decir que en la marca Birla cada 42 días debo invertir 6300 dólares americanos para cambiar neumáticos delanteros y cada 72 días debo invertir 29088 dólares americanos para reemplazar los neumáticos posteriores de la marca Westlake de la flota de 9 volquetes.

En el cuadro N° 47, se puede analizar el control de los neumáticos de la flota de volquetes de la parte delantera y de tracción, en los meses de julio a diciembre se trabajó con la marca Westlake en el pos.1 y 2 y con la marca Haulmax en tracción, es decir en el pos.3, pos.4, pos.5, pos.6, pos.7, pos.8, pos.9 y pos.10. El costo por hora de los neumáticos delanteros es de 0.4 soles/hora de desgaste por hora de recorrido y el de tracción es de 0.2 soles/hora de desgaste por hora de recorrido. Esto quiere decir que en la marca Westlake cada 64 días debo invertir 5656 dólares americanos para cambiar neumáticos delanteros y cada 168 días debo invertir 25032 dólares americanos para reemplazar los neumáticos posteriores en la marca Haulmax de la flota de 7 volquetes.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la labor diaria del acarreo del mineral y los desmontes por las rampas se observaba que había la necesidad de descentralizar el mantenimiento preventivo, ya que se perdía horas máquina cuando se trasladaba los equipos, principalmente volquetes al lugar donde se llevaba a cabo las tareas de mantenimiento, los cuales estaban centralizados en superficie. Es de esa manera que, cumpliendo con todas las normas de seguridad se implementa las estaciones de mantenimiento preventivo en interior de mina con la respectiva distribución y ubicación de los equipos respectivos; se instalaron talleres en cada rampa facilitando las actividades.

Cuando los volquetes necesitaban una reparación más general o completa, en ese caso necesariamente se tenían que llevar al taller que está ubicado en la superficie ya que en este, se encuentran equipos y herramientas suficientes y necesarias para realizar cualquier tipo de reparación.

En las estaciones de mantenimiento en mina, había más ventajas que desventajas, ya que en cuanto a disponibilidad de los volquetes no había ningún problema, solamente cuando había la necesidad de cambiar algunas piezas que requerían mayor tiempo en su montaje y desmontaje, necesariamente se preparaba la orden de trabajo haciendo las estimaciones respectivas de los tiempos de reparación.

Por último, los técnicos con este tipo de mantenimiento descentralizado, cada vez se especializaban más, sin necesidad de acudir a otros lugares para ser capacitados, demostrando de esta manera que la práctica es muy importante y si esta va acompañada de una buena teoría mejor aún.

4.2. Conclusiones

- Se logró poner en operación y/o funcionamiento las dos estaciones de mantenimiento en la rampa 1 y rampa 2 de la Unidad Minera Kolpa – Huancavelica.
- Se descentralizó los mantenimientos preventivos de los volquetes, al estar en funcionamiento las dos estaciones de mantenimiento tanto en la rampa 1 y 2 de la Unidad Minera Kolpa – Huancavelica y se mejoró los viajes de mineral y desmonte como se puede observar en el cuadro N°19 el número de viajes de mineral y desmonte son 133 y 113 viajes respectivamente al mes en promedio (enero a junio del 2019); sin embargo en el cuadro N° 20 el número de viajes de mineral y desmonte es de 166 y 135 viajes respectivamente al mes en promedio (julio a diciembre del 2019), esto significa que se realizaron más viajes en 33 de mineral y 22 de desmonte el cual significa un ahorro de 1 125.6 dólares al mes. Los 33 viajes de mineral y los 22 viajes de desmonte significan un incremento de 25% en viajes de mineral y un 19% en viajes de desmonte.
- Se mejoró la disponibilidad mecánica en los volquetes, como se observa en el cuadro N° 39 el incremento paso de un 79.2% a un 85%.

V.RECOMENDACIONES

- Se debería programar periódicamente los mantenimientos a las estaciones de la rampa 1 y rampa 2, para conservarlos en buen estado ya que son muy importantes para poder lograr los objetivos en el mantenimiento de los volquetes.
- Se tendría que cumplir los procedimientos escritos de trabajo seguro (pets) de mantenimiento preventivo de los volquetes en las estaciones descentralizadas; para poder garantizar los viajes de mineral y desmonte.
- Se debería trabajar conjuntamente con el área de logística en mina para poder abastecer adecuadamente las estaciones descentralizadas de mantenimiento con los repuestos; para poder garantizar la disponibilidad mecánica de los volquetes.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Arenas Velasquez, R. (2017). *Diseño de un Taller Integral de Mantenimiento para Well Services de Schlumberger*. Piura: Universidad de Piura. Recuperado el 30 de Abril de 2021
- Asociación Francesa de Normalización (S.F). (1994). *Norma AFNOR NF X 60 010*. Francia: Asociación Francesa de Normalización (AFNOR). Recuperado el 1 de Mayo de 2021, de http://www.academia.edu/9553128/NORMA_AFNOR_NF_X_60_010.
- Castillo Tejada , A. L. (2017). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Mejorar la Disponibilidad Mecánica del Camión Volquete Volvo FMX-440 en el Proyecto el Toro*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado el 4 de Mayo de 2021, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3663/Castillo%20Tejada.pdf?sequence=1>
- Díaz Aguado, M. (2006). *Carga, Transporte y Extracción en Minería Subterránea* (Primera ed.). España: Septem Ediciones. Recuperado el 29 de Abril de 2021, de <file:///C:/Users/PC13/Downloads/Carga%20Transporte%20y%20Extraccion%20en%20Mineria%20Subterranea%20%20minerosunsa.com.pdf>
- Dounce Villanueva , E. (2014). *La productividad en el Mantenimiento Industrial* (Tercera Edición ed.). México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 17 de Abril de 2021, de https://www.academia.edu/38584763/03_ED_DOUCEN_VILLANUEVA_ENRIQUE_LA_PRODUCCTIVIDAD_EN_EL_MANTENIMIENTO_INDUS TRIAL_pdf
- Dumagualla Encalada , E. M. (2014). *Gestión e Implementación del Plan de Mantenimiento en los Laboratorios del Área de Ingeniería Mecánica en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 18 de Abril de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6344>

- Fiallos, J. C. (24 de 06 de 2020). *Que es el Mantenimiento Centralizado Y descentralizado*. Recuperado el 17 de 05 de 2021, de Docsity.com: <https://www.docsity.com/es/mantenimiento-centralizado-y-descentralizado/5683790/>
- Fonseca López, J. E. (2016). *Propuesta de Plan de Mantenimiento de la Flota de Camiones Volquetes y Recolectoras de Basura Freightliner de la Alcaldía de Managua en el periodo comprendido 2015-2016*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/2589>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento* (Primera edición ed.). Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 15 de Abril de 2021, de https://www.academia.edu/41042547/Organizacion_y_gestion_integral_d_e_mante
- Herrera Herbert, J. (2009). *Introducción al Mantenimiento Minero*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid. Recuperado el 19 de Mayo de 2021, de <http://oa.upm.es/10485/>
- LLanos, J. L. (05 de julio de 2019). *LinkedIn*. Recuperado el 28 de abril de 2021, de <https://www.linkedin.com/pulse/mantenimiento-centralizado-vs-descentralizado-seg%C3%BAAn-doc-llanos/?originalSubdomain=es>
- Llontop Ramos, R. (2018). *Gestión de Mantenimiento y Disponibilidad Mecánica para el Equipo LH307 - Cargador Frontal de Bajo Perfil, Aplicado en Minería Subterránea*. Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 25 de Abril de 2021, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2767>
- Maldonado Aymachoque, N. (2019). *Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología: Optimización de Planes de Mantenimiento (PMO) para Incrementar la Confiabilidad de la Flota de Camiones 797F de Minera Chinalco Perú*. Callao: Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/4481>
- Mantari Martinez, F. (2018). *Introducción a la Minería*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado el 28 de Abril de 2021, de

https://www.academia.edu/34722974/UNDAC_INTRODUCCION_A_LA_MINERIA

- Martos Pardes , J. J., & Yopla Quispe, W. (2018). *Influencia del Tiempo Real del Ciclo de Carguío y Acarreo de Mineral en elos Ingresos desde el Banco 3300 hasta la Fase 4, en el Proyecto Minero el Toro, Huamachuco 2018*. Universidad Privada del Norte. Recuperado el 24 de Abril de 2020, de <http://hdl.handle.net/11537/14185>
- Montano Vargas, E. (2013). *Gestión del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad Aplicado para una Flota de Volquetes de 50 Toneladas para Acarreo de Material en la Mina Arasi*. Callao: Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 20 de Abril de 2021, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/253>
- Moubray, J. M. (2016). *Reliability Centered Maintenance* (Tercera Edición ed., Vol. I). Oxford: Butterworth & Heinemann.
- Muñoz Muñoz, F. F. (2018). *Gestión de Mantenimiento en Equipos Trackless para Disminuir las Horas de Parada por Fallas Mecánicas en Unidad Minera San Cristobal*. Callao: Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3561>
- Parra Márquez , C. A., & Crespo Márquez, A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos* (Segunda Edición ed.). Sevilla: Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento (INGEMAN). Recuperado el 2 de Mayo de 2021, de <https://es.scribd.com/doc/201219041/Ingenieria-de-Mantenimiento-y-Fiabilidad-aplicada-en-Gestion-de-Activos-Cap-1-y-2-Parra-Crespo>
- Rey Sacristán , F. (2001). *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa* (Vol. I). Madrid: Fundación Confemetal.
- Reyes Povich , E. N. (2020). *Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo Total en una Empresa de Transporte de Mineral para Aumentar la Disponibilidad de Flota*. Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Recuperado el 27 de Abril de 2021, de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3126>

- Rivas Laura, E. (2019). *Plan de Mantenimiento Preventivo del Equipo de Bajo Perfil Scooptran R1300G para mantener la disponibilidad en la empresa Aesa S.A.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro. Recuperado el 15 de Abril de 2021, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5847>
- Salvador Salvador, F. (2017). *Análisis de Costos de Mantenimiento para Determinar el Tiempo de Reemplazo de un Volquete Volvo FMX - en IESA U. M. Pallancata.* Huamcayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado el 26 de Abril de 2021, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3678>
- Sierra Alcázar, E., & Corrales Vizcarra, P. (2014). *Dirección de un Proyecto de Implementación de Taller de Mantenimiento Mecánico en el Sector Minero.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . Recuperado el 1 de Mayo de 2021, de <http://hdl.handle.net/10757/578373>
- Suarez Quijada , D. J., & Bravo, D. (2012). *Guía de Mantenimiento Mecánico.* Puerto la Cruz: Universidad Oriente. Recuperado el 3 de Mayo de 2021, de <https://vdocuments.site/download/guia-mantenimiento-mecanico>
- Villegas Arenas, J. C. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del área de Mantenimiento, para la Optimización del Desempeño de la Empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, Arequipa 2016.* Arequipa: Universidad Católica San Pablo. Recuperado el 27 de Abril de 2021, de <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15234>

ANEXOS

- Protocolo de gases de combustión




KOLPA		GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL			VERSION: 01
		MONITOREO DE GASES DE COMBUSTION - EQUIPOS DIESEL			FECHA DE APROBACION: 10-06-2019
FECHA :	4/10/2019	LUGAR DE MEDICIÓN :	AUTORIZADO SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
EQUIPO :	DRAGUER	CONTRATA/ÁREA AL QUE PERTENCE EL EQUIPO :	Bravo <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
NOMBRE DEL OPERADOR :	Julio Huilcas Albino	HORA :	M.C.E.I.S.A.		
SUPERVISOR QUE REALIZA LA MEDICIÓN:	Amanda Mastace Na	FECHA DE RE - MEDICIÓN:	7:23am		
EQUIPO	MARCA	PLACA	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO2)	OBSERVACIÓN
			LMP = 500 PPM	LMP = 100 PPM	
VOLQUETE #01	VOLVO	AUS-760	230.	4	

EL PRESENTE DOCUMENTO ES VÁLIDO POR 7 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE MEDICIÓN, DURANTE ESA FECHA CUIDE SU BOUCHER HASTA LA PRÓXIMA MEDICIÓN

RECOMENDACIÓN: LOS EQUIPOS QUE SE ENCUENTRAN de 500 ppm A MAS REQUIEREN MANTENIMIENTO.

DS.024-2016-EM : Art. 253 .RESTRICCIÓN : ESTA TERMINAMENTE PROHIBIDO EL INGRESO DE VEHÍCULOS CON MOTORES DE COMBUSTIÓN A GASOLINA A MINAS SUBTERRÁNEAS.

DS.024-2016-EM : Art. 254 Inc.(e), Está totalmente prohibido el ingreso a interior mina los equipos que superen el LMP de Monóxido de Carbono CO = 500 PPM, Dióxido de Nitrógeno NO2 = 100 PPM

 OPERADOR
 RESPONSABLE DE AREA
 RESPONSABLE DEL MONITOREO
 A.M.I.V