

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N°25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE MINERAL EMPLEANDO
INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA EMPRESA ESPECIALIZADA
MARTÍNEZ CONTRATISTAS E INGENIERÍA S.A. COMPAÑÍA MINERA
KOLPA S.A. HUANCVELICA – 2020**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

MINERÍA

PRESENTADO POR

Bach. LÓPEZ CHOCCA, Alex Manuel

Bach. ROJAS LIZANA, Carmen Rosa

ASESOR

Dr. GAVE CHAGUA, José Luis

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

HUANCAVELICA, PERÚ

2022

TITULO

**OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE MINERAL
EMPLEANDO INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA
EMPRESA ESPECIALIZADA MARTÍNEZ
CONTRATISTAS E INGENIERÍA S.A. COMPAÑÍA
MINERA KOLPA S.A. HUANCVELICA – 2020**

AUTOR

Bach. LOPEZ CHOCCA ALEX MANUEL

DNI:70886868

Bach. ROJAS LIZANA CARMEN ROSA

DNI:70429142

ASESOR

Dr. JOSÉ LUIS GAVE CHAGUA

ORCID:0000-0002-0434-3663

DNI:20728413

TABLA DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Título.....	iii
Autor	iv
Asesor.....	v
Tabla de Contenidos.....	vi
Tabla de Contenidos de Tablas	viii
Tabla de Contenidos de Figuras	x
Tabla de Contenidos de Imágenes.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	17
1.4. Justificación.....	17
1.5. Limitaciones	19

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases teóricas	25
2.3. Definición de términos	39
2.4. Hipótesis.....	41

2.5.	Variables.....	41
2.6.	Operacionalización de variables.....	42

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Ámbito temporal y espacial	44
3.2.	Enfoque de la investigación	45
3.3.	Tipo de investigación	45
3.4.	Nivel de investigación.....	45
3.5.	Diseño de investigación	46
3.6.	Población, muestra y muestreo	46
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	47
3.8.	Técnica de procesamiento y análisis de datos.....	47

CAPITULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1.	Presentación de resultados de los indicadores de desempeño.....	49
4.2.	Presentación de los resultados de la optimización del transporte de mineral ...	58
4.3.	Discusion de resultados.....	65
	Conclusiones	68
	Recomendaciones.....	69
	Referencias Bibliográficas	70
	Apéndices.....	74

TABLA DE CONTENIDOS DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	42
Tabla 2 <i>Coordenadas geográficas de la unidad minera</i>	44
Tabla 3 <i>Disponibilidad Mecánica de los volquetes Mayo- Octubre (2020)</i>	49
Tabla 4 <i>Disponibilidad mecánica real vs disponibilidad mecánica programada de los volquetes Mayo- Octubre (2020).</i>	50
Tabla 5 <i>Utilización de los volquetes por parte operativa Mayo-Octubre (2020).</i>	52
Tabla 6 <i>Utilización Real vs la utilización programada</i>	53
Tabla 7 <i>Confiabilidad de los volquetes Mayo- Octubre (2020)</i>	54
Tabla 8 <i>Confiabilidad real Vs confiabilidad Programada de Mayo- Octubre (2020).</i>	55
Tabla 9 <i>Cuadro comparativo DM, UTIL, CONF. Vs optimización de transporte Mayo- Octubre (2020)</i>	56
Tabla 10 <i>Demoras operativas de los volquetes durante el mes de Mayo, Junio, Julio, Agosto-Setiembre, Octubre 2020.</i>	58
Tabla 11 <i>Demoras mecánicas en mantenimiento de los meses Mayo- octubre del 2020.</i>	61
Tabla 12. <i>Cuadro de cumplimiento de programa de viajes promedio por mes mayo-octubre (2020)</i>	62
Tabla 13 <i>Rendimiento en Ton/Hora de los volquetes durante los meses de Mayo- Octubre del 2020.</i>	64
Tabla 14 <i>Matriz de consistencia</i>	75
Tabla 15 <i>Distribución de personal operación transporte de mineral.</i>	79
Tabla 16 <i>Base de datos de las rutas de recorrido de los volquetes en mina durante los meses Mayo –octubre 2020.</i>	80
Tabla 17 <i>Código de las actividades con sus respectivas descripciones</i>	82
Tabla 18 <i>Muestra de base de datos tomados por los operadores de cada volquete meses de mayo – octubre 2020.</i>	83
Tabla 19 <i>Registro de numero de viajes ambas guardias por volquete 2020.</i>	85
Tabla 20 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Mayo 2020.</i>	87
Tabla 21 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Junio 2020.</i>	87

Tabla 22 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Julio 2020 ..</i>	88
Tabla 23 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Agosto 2020</i>	88
Tabla 24 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Setiembre 2020</i>	88
Tabla 25 <i>Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Octubre 2020</i>	89
Tabla 26 <i>Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño mayo (2022)</i>	90
Tabla 27 <i>Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño Junio (2022)</i>	91

TABLA DE CONTENIDOS DE FIGURAS

Figura 1 Disponibilidad mecánica Real VS Disponibilidad mecánica Programada.	51
Figura 2 Utilización vs la incidencia de los volquetes en la operación Mayo-Octubre (2020).	53
Figura 3 Confiabilidad real vs confiabilidad programada Mayo- Octubre	55
Figura 4 Cuadro de resumen disponibilidad mecánica, utilización, confiabilidad Vs optimización de transporte.	57
Figura 5 Demoras operativas según el reporte de la supervisión y operadores de volquete Mceisa S.A.	60
Figura 6 Demoras mecánicas en mantenimiento meses Mayo-Octubre 2020	61
Figura 7 Cumplimiento del programa promedio día.	63
Figura 8 Promedio de rendimiento por mes de los volquetes en Tn/ Hr.	64
Figura 9 Performance de viajes por día en ambas guardias.	86

TABLA DE CONTENIDOS DE IMÁGENES

Imagen 1 <i>Estacionamiento de los volquetes con sus respectivos dispositivos de seguridad Kolpa S.A. (2020).</i>	97
Imagen 2 <i>Reparto de guardia de los operadores de volquete Mceisa S.A. 2020.</i>	98
Imagen 3 <i>Inducción de personal nuevo a cargo del inspector de seguridad 2020...</i>	98
Imagen 4 <i>Volquetes a la espera de la relación por mantenimiento Mceisa S.A.</i>	99
Imagen 5 <i>Taller de maestranza de los volquetes Mcesia S.A. 2020</i>	99
Imagen 6 <i>Taller asignado por compañía a Mcesia S.A (2020)</i>	100
Imagen 7 <i>Almacén de repuestos para la operación mina y volquetes Mcesia.</i>	100
Imagen 8 <i>Volquete llegando a balanza (2020)</i>	101
Imagen 9 <i>Volquete en el pesaje de tonelaje del mineral.</i>	101
Imagen 10 <i>Volquete 03 en la en la Cancha de acumulación de mineral para descargar proceder con la descarga de mineral.</i>	102
Imagen 11 <i>Procedimiento de descarga de mineral los volquetes.</i>	102

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo: Determinar la influencia de los indicadores de desempeño en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A., la metodología fue aplicada, nivel explicativo, empleando el instrumento fichas de observación, reportes de mantenimiento y operación; como muestra se contó con 11 unidades de volquetes; se obtuvo como resultado un incremento de disponibilidad mecánica de 76.71% a 87.68% , consiguientemente, la utilización de volquetes se añadió de 79.03% a 84.37%; por tanto la confiabilidad del mismo se amplió notablemente de 78.4% a 84.90%; optimizando la cantidad de viajes por mes con un cumplimiento promedio de 128.82% que superó el programa meta; por tanto como consecuencia muy favorable se arriba a expresar; que; a mayor porcentaje en los indicadores se extraen mayor cantidad de viajes de mineral; finalmente concluyendo; el uso de los indicadores claves de desempeño optimizan el transporte de mineral.

***Palabras clave:* optimización, disponibilidad mecánica, utilización, confiabilidad.**

ABSTRACT

The objective of this thesis was: To determine the influence of performance indicators in the optimization of ore transport in the Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A., the methodology was applied, explanatory level, using the instrument observation sheets, maintenance and operation reports; As a sample, there were 11 tipper units; As a result, an increase in mechanical availability from 76.71% to 87.68% was obtained, consequently, the use of dump trucks was added from 79.03% to 84.37%; therefore, its reliability increased significantly from 78.4% to 84.90%; optimizing the number of trips per month with an average compliance of 128.82% that exceeded the target program; therefore, as a very favorable consequence, it is expressed; that; the higher the percentage in the indicators, the greater the number of ore trips are extracted; finally concluding; the use of key performance indicators optimize ore transportation.

***Keywords:* optimization, mechanical availability, utilization, reliability.**

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tuvo como finalidad encontrar la incidencia de los indicadores de desempeño en el transporte de minerales en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.C. que realiza actividades en la Compañía Minera Kolpa S.A.

El transporte de minerales al ser una de las operaciones más costosas dentro del proceso minero requiere estrategias a fin de minimizar costos operativos a través de medios de ordenamiento acordes a objetivos predispuestos a corto, mediano y largo plazo influyendo en la dinámica de incremento de productividad y rentabilidad; por ello se ha tomado en consideración insertar controles mediante el uso de los indicadores claves de desempeño, permitiéndonos identificar factores que inciden en el bajo rendimiento de los volquetes para encaminar mejoras, impactando en la optimización de dicha operación; fin que se alcanzó a través de la presente investigación.

El trabajo está estructurado en cuatro capítulos: el primero, trata sobre el planteamiento y formulación del problema, los objetivos generales y específicos, así como la justificación y limitaciones del estudio.

En el segundo capítulo, se desarrolló el marco teórico, donde encontramos los antecedentes de la investigación, bases teóricas y conceptuales referentes a las variables adoptadas que son los indicadores claves de desempeño y la optimización del transporte de mineral, así como la definición de términos relevantes, planteamiento de hipótesis general y específicos; finalmente la operacionalización de las variables.

El tercer capítulo, contiene aspectos relacionados con la metodología de investigación, precisando el tipo y nivel de investigación, la población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, muestreo, además el análisis y procesamiento de los datos.

El cuarto capítulo, contiene resultados y discusión de resultados; finalmente están las conclusiones, sugerencias, bibliografía y anexos.

Los autores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La minería es un sector que contempla actividades específicas denominados procesos mineros; particularmente en el proceso de extracción se incluyen ciclos mineros que en general participan maquinarias de gran envergadura o caso contrario maquinarias con una alta tecnología, que se seleccionan en concordancia con la capacidad de producción requerida, entre otros parámetros que necesariamente tienen como fin fundamental lograr una dinámica eficiente de producción de minerales; es así que la industria minera involucra un alto nivel de equipos sofisticados que operan 24 horas al día subsecuentemente, por ello es necesaria su selección exhaustiva que conlleve a evitar consecuencias que afecten los cumplimientos de los programas y los costos operativos el cual reflejaría pérdidas cuantiosas.

Estos equipos deben cumplir necesariamente ante cualquier situación la labor para el cual fueron adquiridas a cabalidad y tener un alto rendimiento de trabajo; ya que los pormenores presentados tienen impacto en los ciclos determinados para la extracción, por ello no solamente la selección de estos equipos es una decisión crucial sino también el cuidado y el mantenimiento que estos reciben por parte de la organización; ya que los equipos que participan en la operación son productivos siempre y cuando operen bajo un mínimo de fallas, pues será imprescindible gestionar su mantenimiento preventivo con la finalidad de encontrar y corregir fallas menores antes que estos se acrecienten o degraden, por lo contrario asegurar correcto funcionamientoEl transporte de minerales en

la Cia Minera Kolpa es realizada bajo contrato por la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.C., la misma que es integrada por una flota de volquetes que no contaban con un control de sus parámetros; ya que muchas veces los volquetes al presentar problemas tardaban demasiado tiempo en reparar las averías o fallas encontradas que en su mayoría pudieron haber sido prevenidas si hubiera un control más exhaustivo de las maquinarias; lo que permitió, que los volquetes ostentaban bajas disponibilidades de operación por debajo del 85% y causando que los volquetes presenten bajos rendimientos y los viajes por hora o mensual fuesen mínimas no alcanzando lo programado, lo que trajo como consecuencia movilizar pocas toneladas de mineral y por ende baja productividad y rentabilidad a gran escala, tal inconveniente fue tomado en consideración; por tanto se ha optado decisiones de mejora en el sector transporte utilizando indicadores claves de desempeño (KPI) asociados al mantenimiento, con efectiva disponibilidad mecánica, utilización efectiva con alta confiabilidad; es decir, contengan los parámetros indicados para ejecutar eficientemente sus labores encomendadas, impactando en el mejor rendimiento de los volquetes, performance de equipos, incremento y optimización de la operación y producción; contribuyendo por su relevancia que fue de necesidad la investigación en el sector transporte en mina; contribuyendo a la mejora de eficiencias, con más productividad y reducción de costos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el uso de los indicadores de desempeño influirá en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A., Huancavelica – 2020?.

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿En qué medida incide la disponibilidad mecánica del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020?

PE2: ¿En qué medida incide la utilización del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020?

PE3: ¿En qué medida incide la confiabilidad del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de uso de los indicadores de desempeño en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

1.3.2. Objetivo específico

OE1: Determinar en qué medida la disponibilidad mecánica del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

OE2: Determinar en qué medida la utilización del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

OE3: Determinar en qué medida la confiabilidad del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

La investigación propuesta busca optimizar el transporte de mineral mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de los indicadores de desempeño como la utilización, confiabilidad,

mantenibilidad de los equipos, demoras operativas, demoras mecánicas, distribución de equipos y los ciclos de operación, ello nos permitirá contrastar los resultados al analizar durante la investigación.

1.4.2. Justificación metodológica.

Para lograr los objetivos de la investigación de estudio, se acude al empleo de las técnicas de observación, como las fichas, reportes de operación, Checklist de verificación de los equipos, apuntes de los acontecimientos ocurridos, y su procesamiento en una base de datos con ello se pretendió medir la incidencia de los indicadores claves de desempeño la optimización del transporte de mineral.

1.4.3. Justificación práctica.

De acuerdo a los objetivos de estudio es importante porque esencialmente permitirá encontrar soluciones concretas a los problemas del transporte de minerales permitiendo equipos con alto rendimiento efectivo de operación, lo que permitirá un incremento de la productividad total de la empresa, se minimizará a gran escala las demoras mecánicas y operativas y se podrá corregir los sistemas de gestión según corresponda hasta alcanzar los objetivos mínimos en un principio, por otro lado habrá una minimización de situaciones inesperadas por fallas impactando positivamente en la gestión de accidentes de la empresa y se fortalecerá la gestión del mantenimiento.

1.4.4. Justificación económica

La presente investigación permitirá a la empresa Martínez contratistas e ingenieros S.A. mejorar la rentabilidad en sus valorizaciones mensuales y a la compañía minera Kolpa S.A, en el cumplimiento de sus programas establecidos según a los objetivos, la cual representará una forma de incremento económico.

1.5. Limitaciones

La empresa no contaba con suficiente información respecto a los indicadores claves de desempeño, por lo que tomo mucho tiempo en crear una data con toda la información de los volquetes; además, solo se encontró información de entre 1 a 1.5 años, lo que dificultó el análisis para la toma de decisiones; también el personal de mantenimiento tenía poco conocimiento del uso de indicadores claves de desempeño lo que dificulto el avance para recolectar información.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Gaete (2019), realizó en su tesis de Pregrado *Interfaz computacional para gestión de KPI en operaciones de carguío y transporte de Mina Centinela*, en el Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile. La investigación tuvo como objetivo:

Implementar, mediante un software de inteligencia de negocios, una interfaz computacional que genere un ranking de operadores de la Superintendencia de Carguío y Transporte según KPI, con la cual potencie su gestión, se distribuyan las mejores prácticas y suba el desempeño en general, siendo utilizada la metodología identificar los indicadores claves de desempeño, identificar los equipos de carguío, los Equipos de transporte, la información a mostrar y los rangos de tiempo, para ser procesados en el software de interfaz computacional y analizarla para evaluar a los operadores de carguío y transporte considerada como la habilidad del operador, Obteniendo como resultados los rendimientos de los equipos de transporte mejorado significativamente, en la fase 5 ha incrementado en 3.02%, en la fase 6 ha incrementado en 3.9%, en la fase 8 ha incrementado en 4.4% y en el chancado ha incrementado 0.7%; llegado a la conclusión en elevar la productividad de camiones gracias al control mediante interfaz de los KPI en dicha operación.

Quiroga Ferruz (2016), realizó en su tesis de Pregrado *Diseño de herramienta computacional para control de KPI de operadores de carguío y transporte – Mina Los Bronces*; en el Departamento de Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile. La investigación tuvo como objetivo:

Diseñar una herramienta computacional de control de KPI de operadores de los principales equipos de Carguío y Transporte que permita dar una directriz al trabajo del Departamento de Capacitación, y apoyar al mejoramiento de las prácticas operacionales de los operadores y a la planificación de los programas de capacitación y entrenamiento, cuya metodología fue analizada y preparada directamente en la operación de la mina, para buscar la familiarización con la información referente a los estándares de seguridad, instalaciones y modelos operacionales, llegando a las conclusiones donde se ha podido mejorar el transporte de minerales, se disminuyó los tiempos de carguío y aumentado el factor de carga alrededor de 75%, el rendimiento de operación tuvo un incremento importante de 154 tn/min a 160 tn/min, la productividad tuvo un incremento a diferencia de los dos años anteriores en 12.4% bajo dicho control, junto a la eficiencia de operación del personal que maniobra dichos equipos consiguieron aumentar a 87% de los 75% existentes.

2.1.2. A nivel nacional

Pizarro Sánchez (2019), realizó en su tesis de Pregrado *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en Cia Minera Los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima – 2018*; en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. La investigación tuvo como objetivo:

Mejorar el carguío y acarreo de mineral con el uso de indicadores de desempeño (KPIs), de la disponibilidad mecánica, la utilización y los rendimientos de los equipos, a la vez se identificaron las causas y sub causas que afectan a la productividad, los cuales se analizaron haciendo

uso de diagramas de Pareto y diagramas de Ishikawa para así poder proponer soluciones que ayuden a interpretar los problemas de las demoras operativas y las bajas utilizations de los equipos en estudio, llegando a las siguientes conclusiones la utilización de los equipos de acarreo y carguío incrementaron su utilización efectiva desde 65 a 80%, llegando así alcanzar el ideal en la mejora de la operación, se logró determinar tiempos óptimos como el tiempo de ida con carga minimizándolo de 3.5 a 2.7 minutos, lo que resulto con un incremento de más viajes de mineral en 11% y producción en 1050 toneladas finalmente el rendimiento obtenido aumentó de 666 tn/dpia a 860 tn/día gracias al control de KPI como la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Rojas (2019), realizó en su tesis de Pregrado *Optimización del proceso de carguío y acarreo mediante el uso de KPI's en la fase de relleno del espaldón de la presa de relaves – Antamina* en la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Piura. La investigación tuvo como objetivo:

Controlar los procesos de Carguío y Acarreo mediante Indicadores Claves de Desempeño en la Fase de Relleno del Espaldón de la presa relavera, donde se dio a conocer que las utilizations de los indicadores de desempeños asisten al control de los Procesos de Carguío y Acarreo dado que estos cuantifican la actividad, logrando hacer un comparativo con el Presupuesto Base y saber el nivel de Rentabilidad del Proyecto, llegando al siguiente resultado de forma general en el proceso de Acarreo una Rentabilidad promedio de 23.74% siendo un resultado conveniente, en conclusión el uso de estos indicadores incrementan el rendimiento de equipos en 22.41% alcanzando tras su incremento de producción una rentabilidad del 50.98% más del anterior.

Cordova (2018), realizó en su tesis de Pregrado *Determinación de los KPI's de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la Mina Pierina 2017* en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. La investigación tuvo como objetivo:

Optimizar y gestionar el acarreo de material rocoso de la cantera América, para lo cual inicialmente se tomó datos de tiempos de los ciclos de acarreo en campo de la flota inicial de 3 cargadores y 11 camiones, para luego determinar sus indicadores clave de desempeño. Luego se determinó el índice de acoplamiento que resultó 1 para la flota de 2 cargadores y 18 camiones lo que nos indica la relación ideal entre cargadores y camiones. Para la nueva flota se tomó datos de los ciclos de acarreo en campo y se determinaron los indicadores claves de desempeño con los cuales ya se puede gestionar óptimamente la flota de acarreo en la cantera. la metodología empleada de este trabajo de investigación fue mediante el alcance descriptivo, el enfoque cuantitativo y el diseño de la investigación fue aplicativo y longitudinal. Los trabajos de acarreo en la cantera se realizaban de manera empírica y por lo general se tercerizaba este trabajo lo que conllevó continuamente al desabastecimiento del material rocoso fragmentado llegando a las siguientes conclusiones, para la flota inicial de 11 camiones los índices operacionales fueron: disponibilidad de 89.4%, utilización de 87.58%, mantenimiento de 10.6%, demora operacional de 12.42% y rendimiento de 78.3%. Para la flota final de 18 camiones los índices operacionales fueron: disponibilidad de 89.4%, utilización de 83.45%, mantenimiento de 10.6%, demora operacional de 16.55% y rendimiento de 74.6%. El índice de demoras operacionales de los 3 cargadores iniciales fue de 29.29% debido a que estuvieron esperando camiones. Este índice mejoró para los 2 cargadores finales a 16.52% porque se tuvo más camiones disponibles. La producción de material rocoso mejoró de 353'632.55 Ton de la flota inicial a 551'326.82 Ton de la flota final.

2.1.3. A nivel regional

Arango & Bellido (2015), realizaron en su tesis de Pregrado *Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia Minera Huancapetí S.A.C.* en la Escuela Profesional de Minas de la Universidad Nacional de Huancavelica; la investigación tuvo como objetivo:

Controlar el Rendimiento de las Maquinarias en Acarreo y Transporte de Mineral, siendo como alternativa de solución para la mejora de la Producción, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, se mejoró el rendimiento de Maquinarias y Equipos en el Acarreo y Transporte disminuyendo las horas muertas y minimizando los costos de producción, se controló los parámetros de transporte y acarreo en la unidad minera Huancapeti.

Mayhua & Mendoza (2012), realizaron en su tesis de Pregrado *Optimización del sistema de transporte de mineral del Nivel 1070 a superficie de la Unidad de Producción San Cristóbal – Volcan Cia Minera S.A.A*, en la Escuela Académico Profesional de Minas de la Universidad Nacional de Huancavelica. La investigación tuvo el siguiente objetivo.

Evaluar la distribución de camiones con respecto a los Scoops de los puntos de carguío, para optimizar el sistema de transporte de mineral del Nv 1070 a superficie, la metodología empleada para la investigación fue de tipo aplicado nivel explicativo método científico diseño descriptivo correlacional llegando a las siguientes conclusiones, los ciclos de las operaciones de carguío y transporte, influyen directamente sobre los rendimientos de producción del Nv1070, que actualmente ocasiona un déficit de 183.52 TM/día y de 5505.69 TM/mes, los tiempos medidos, la mayor pérdida de tiempo muerto es producto de demoras operativas (congestión vehicular en la rampa de acceso hacia superficie con volquetes de la zona 11, por fallas mecánicas) seguido de demoras fijas, Del control de tiempos realizado en el Nv 1070 de la Mina San Cristóbal, se determinó que el ciclo de carguío y transporte de mineral de interior mina hacia superficie es de 3.05 horas por viaje, que es muy alto comparado con el parámetro calculado que maneja el área de Planeamiento de la Mina.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Optimización

Según Gonzáles (2013) la optimización es la acción y efecto de mejorar. Es decir, se refiere a buscar la mejor manera de hacer una actividad para hallar la mejor forma de satisfacción por ejemplo probables elecciones o alternativas, intentando encontrar el más destacable modelo de desarrollo de cambios y organización de tareas, para hallar el valor más reducido y más calidad en un corto tiempo.

2.2.2. Enfoque de la optimización

Según Durán (2012) el enfoque de la optimización de basa en el mejoramiento de algo en concreto, lograr que el desarrollo y desempeño sea más eficaz argumentándose en una definición que en este momento se encuentra al inicio, solo que se enfoca lo que hay que hacer mejor. Buscar la mejor satisfacción al inconveniente según los rasgos presentados en el objeto o proceso que se requiere optimizar.

2.2.2.1. Optimización de procesos

Según Venegas (2012) la gestión por procesos es una forma de administrar que tiene por propósito el análisis diario de la manera en que se hacen los trabajos cotidianos y procesos en una organización, en la búsqueda de un mejoramiento u optimización continua de los resultados que se consiguen como producto de esa gestión. Todo ello sin perder de vista que ese producto o resultado tiene como propósito central el de agradar las expectativas y pretensiones de un usuario. Estos conforman los elementos para llegar al elemento clave, que es el cómo hacer mejor la administración.

2.2.2.2. Optimización del transporte

En relación a Pascual et al. (2012) la optimización de la operación del transporte es complicada gracias a la naturaleza interdependiente del sistema, es decir el funcionamiento de la

unidad de carga(s) perjudica el desempeño y rendimiento de la unidad de transporte(s) y lo contrario. Además, en contraste con otras industrias productivas cuyos procesos cíclicos de transporte tienen pequeñas variantes de un período a otro, éste es un desarrollo continuo de cambios mientras se avanza en la explotación de la mina. Es así que según Esteban (2013) el transporte representa alrededor del 50% de los costos generados en toda la explotación de una mina y ahorrar mediante métodos de optimización impacta de manera positiva en los costos por tonelada removida de material mineral o en caso contrario desmonte, por ello según Cornejo (2013) la optimización del transporte es un medio que tiene como finalidad facilitar el incremento de la productividad de la flota minera, minimizar costos operacionales específicos y de manera total, el consumo de combustible, el ciclo de vida de las llantas y en general y la durabilidad de la máquina.

2.2.3. Transporte

En relación a Paredes & Mamani (2018) originalmente la palabra transporte procede de dos vocablos latinos: “trans” y “portare” que respectivamente, significan “al otro lado” y “llevar”, entendiéndose entonces por transporte, la acción de llevar por todos lados, materiales y personas. La industria minera no es ajena a esta actividad, dado que la actividad minera por el procedimiento subterráneo necesita de una sucesión de instalaciones, mecanismos, normas, personal y equipos oportunamente adaptados los que van a permitir transportar el material fragmentado de un espacio a otro desde los distintos trabajos subterráneos hacia área, para beneficio por parte de la empresa.

Según Yanqui (2015) el transporte de material en el área minero subterráneo es una actividad en su mayoría terciarizada, el cual necesita de un transporte (medio o sistema de transporte) que usa una cierta infraestructura (red de transporte), este transporte puede ser horizontal,

inclinado, vertical o mezclado desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril.

2.2.3.1. Clasificación del sistema minero transporte

Según Paredes & Mamani (2018) se pueden clasificar en:

A- Sistema discontinuo

Camión

Es un transporte motorizado para transporte de bienes. En contraste con los coches, que acostumbran tener una creación monocasco, varios camiones se edifican sobre una composición fuerte llamada chasis (bastidor).

Camión cisterna

Esos camiones con remolques o semirremolque que tienen dentro un depósito particular que se dedica al transporte, comúnmente de parte cilíndrica o más o menos elipsoidal, de eje horizontal, con casquetes o fondos abombados en sus extremos y provisto de conducciones y gadgets de carga y descarga. La cisterna, como elemento portante, ubicada en la región posterior de una cabeza tractora, unidas de manera fija (rígida), se usa para llevar sustancias acuosas, por lo general peligrosas.

Camión volquete

Son entidades por lo general de dos ejes (uno de dirección y otro motriz), y de tres ejes en los de más grande aptitud o en las entidades pequeñas articuladas (un eje de dirección y dos motrices). Tienen habilidades desde 30 a 320 toneladas, capacidad desde 225 a 2.250 HP., taras desde 30 a 265 toneladas y transmisiones mecánicas o eléctricas.

Camiones volquetes convencionales

se usan para el transporte de materiales en minería y creación. Se distinguen por su aptitud de transporte y se nombran en el mercado en relación a su extenso y ancho de tolva. Entre otras

cosas, camiones 6 x4 tienen tolvas de 6 metros de longitud y 4 metros de ancho. El valor de compra es bajo relacionado con sus pares mineros. Son equipos operados por diésel y no tienen articulación central. La vida servible de estos equipos es baja puesto que no son para operar en las condiciones más severas que impone la minería. Comúnmente 2-3 años de vida servible real.

Camiones volquetes mineros

Los camiones mineros se usan para el transporte de materiales en minería subterránea. Son equipos fundamentalmente diseñados para trabajos de transporte en minería subterránea. Se distinguen por su aptitud de transporte y por sus bajas dimensiones. Son equipos diésel o eléctricos y tiene articulación central.

Trenes

Se llama tren o ferrocarril a una sucesión de vagones o coches conectados a una locomotora o autopropulsados que por lo general circulan sobre carriles permanentes para el transporte de mercancías o usuarios de un espacio a otro. En minería subterránea se trabaja con vehículos eléctricos, autopropulsados (carros decauville) o locomotoras eléctricas.

Winche de izaje

Es una maquinaria usada para alzar, bajar, mover o tirar la carga. Éste es usado además para bajar e izar personal del interior de la mina; siempre que cumpla con demandas mínimas de seguridad. El sistema de izaje por medio de los piques de una mina se usa el Winche como maquinaria primordial de transporte vertical (para el arrastre de mineral, se usan los winches de rastrillaje). Este sistema es el que constituye el sendero para las jaulas o los baldes (skip) por medio del pozo el cual está sujeto a una composición

formada por unas vigas horizontales en la parte superior del pique, mayormente en los sistemas de desarrollos verticales.

B- Sistema continuo

Es más especial, el sistema que muestra un más grande porcentaje de electrificación, debido a que todas las entidades, excepto las auxiliares, son accionadas por motores eléctricos. En este sistema el material transportado no pasa por equipos mecanizados, sino por solo una unidad mecanizada o tecnológica. Paralelamente, en todos esos sistemas la maquina usada puede ser diferente, ya que entre otras cosas en el arranque continuo es viable usar roto palas o minadores y, en el transporte continuo, bandas transportadoras comunes, cintas de alta pendiente, minero ductos, etc.

Transporte por medio de correas

Una correa transportadora es un sistema de transporte continuo formado fundamentalmente por una banda continua que se desplaza entre dos tambores.

Transporte por medio de fluidos

Más allá de que los líquidos y gases tienen la posibilidad de transportarse en recipientes por algún medio común, se sabe por transporte de fluidos en ingeniería, el movimiento continuo y forzado de líquidos o gases por medio de conducciones fijas que forman un circuito de fluidos, el cual se compone de elementos funcionales (bombas o compresores, válvulas, cambiadores de calor, filtros, cámaras de oposición, etc.), cuyo número y clase dependen de la funcionalidad a que se destine el circuito, y que están conectados entre sí por medio de conducciones por medio de las que se establece el transporte del fluido de nutrición del circuito de unos elementos a otros. Hay extensa variedad de circuitos de fluidos en ingeniería, con concepciones, configuraciones y aplicaciones muy distintas. Se nombran

libres o cerrados según que el fluido que alimenta sus elementos se renueve todo el tiempo (sistema de trasvase) o sea el mismo fluido el que pase periódicamente por cada elemento.

Según Álvarez (2014) se pueden clasificar:

A- Según el método de minado

Transporte minero subterráneo

Es el proceso de traslado del material desde las labores subterráneas hasta superficie. Este se realiza a través de los siguientes sistemas: Sistemas de transporte convencional: mediante carros mineros, locomotoras etc. y Sistemas trackless: mediante scoops y volquetes.

Transporte minero superficial

Es el proceso de traslado del material con equipos de gran envergadura, capaces de mover grandes cantidades de material al día producto de la voladura. El transporte se realiza a través de los siguientes medios: En volquetes desde los bancos hasta los botaderos. En vagones de ferrocarril o carros sobre rieles de los bancos hacia la chancadora o depósito de desmonte. Transporte combinado con volquetes hacia los trenes mediante embarcaderos (docks o hoppers).

B- Según el tipo de proceso

Transporte de flujo continuo

Se consideran a las fajas Transportadoras, tuberías, cable carril etc.

Transporte de flujo discontinuo

Se considera al Transporte sobre rieles, trackless e izaje.

C- Según su dirección

Transporte horizontal

Es el transporte que se realiza en labores horizontales o con poca inclinación, siendo más barato que otros sistemas.

Transporte inclinado

Realizado en labores que poseen pendientes como rampas, chiflones o inclinados.

Transporte vertical

Este se realiza en labores cuya pendiente excede a los 45° y puede usarse para el transporte de personal y mineral.

Transporte Combinado

Es el sistema de transporte más empleado y combina los diferentes sistemas de transporte anteriormente descritos.

D- Según el tipo de minería

Transporte de minería metálica

Transporta material Con contenidos metálicos. Es la más importante por su volumen y valor de producción.

Transporte de minería no metálica

Realiza la extracción de minerales no metálicos de los depósitos naturales de arena y roca, así como sedimentos orgánicos (carbón, fosfatos, etc.).

E- Según la masa que transporta

Transporte de mineral

Es el que se realiza desde interior mina hacia la tolva de finos.

Transporte de desmonte

El cual es transportado hacia la desmontera por no poseer valor económico.

Transporte de agregado

Es el que se realiza desde superficie hasta interior mina, con el fin de realizar el mantenimiento de las vías y ventanas.

2.2.3.2. Los volquetes

Para León (2014) los volquetes mineros también conocidos como basculante o bañera en otras partes del mundo es aquella maquinaria diseñada para ejecutar el movimiento de tierras y para el acarreo de materiales desde interior minera a superficie

o caso contrario solo superficie según la necesidad de capacitada de tonelaje a trasladar presenta alta resistencia y fortaleza frente a complicadas pendientes y altitud geográfica.

A- Ciclo operacional

Según Amau (2019) , los volquetes ostentan el siguiente ciclo de operación definida:

$$\mathbf{T_{ciclo} = T_c + T_t + T_d + T_r}$$

Donde:

Tc: tiempo de carga

Tt: tiempo de transporte

Td: tiempo de descarga

Tr: tiempo de retorno o regreso

B- Factores que afectan su rendimiento

En relación a Maxera (2005), estos factores son

- Propiedades de material a transportar
- Fuerza de jale o tipo
- La tracción
- Resistencia de rodamiento (rr)
- Resistencia a la pendiente (rp)
- Resistencia al viento (aire)
- Condiciones de altura y temperatura
- Aceleración
- Ciclo de operación
- Eficiencia de trabajo (combinado la eficiencia de operación)

C- Tipos de volquetes

En relación a Instituto Tecnológico Geominero de España (2006) los volquetes se subdividen en:

Volquetes convencionales

Son volquetes extravíaes más usados en el movimiento de tierras y minerales; sobre todo en la minería subterránea; estos están constituidos por una caja que se apoya sobre el chasis y

que se bascula hacia atrás para la descarga a través de unos cilindros hidráulicos. Este tipo de unidades normalmente son de dos ejes, uno para la dirección y otro motriz con ruedas gemelas. En estos volquetes el eje delantero soporta aproximadamente el 48% del peso neto de la unidad y el 32% del peso total cargado, mientras que el trasero lo hace con el 53% y el 68% de los pesos respectivamente; los radios de giros oscilan entre 1.1 y 1.2 veces la longitud total del volquete, además las capacidades varían desde los 30 hasta los 320 ton dependiente el sistema de transmisión; estos volquetes se particularizan por la relación entre la carga útil y el peso neto es aproximadamente 1.45 t/t, además la potencia media en caballos por tonelada de capacidad se encuentra en el orden de 10.5 y la altura media de carga oscila entre 2.8 y 4.4 m.

Volquetes con tractor remolque

Estos volquetes se construyen con una unidad tractora de uno o dos ejes con un enganche tipo yugo que oscila en los cuatro sentidos; además estas unidades son las que tienen muy buena maniobrabilidad, incluso girando 90° en cualquier dirección y con radio de giro pequeño. Estos volquetes se particularizan porque tienen menor relación potencia/peso, menor inversión inicial, menor específico de combustible, son más adecuados que los volquetes convencionales para transportar distancias largas y al disponerse mayor cantidad de neumáticos entonces el peso de la carga se distribuye mejor dando lugar a una mayor duración.

Volquetes articulados

Estos tipos de volquetes son muy extendidos y su uso se remonta hacia los años 70 en adelante en obras de movimiento de tierras y minas de materiales blandos que se particularizan por ostentar tracción a todas ruedas, los ejes motrices aseguran el contacto de todas las ruedas sobre el terreno transmitiendo pocos esfuerzos al chasis delantero y trasero, su articulación

proporciona una gran maniobrabilidad con pequeños radios de giro y la altura de carga es menor que los volquetes convencionales; asimismo, si relación carga útil a peso neto es aproximadamente 1.7, su potencia media en caballos por tonelada es de orden 8 y la altura oscila de 2.8 a 4.5 m con capacidades entre 70 y 180 ton.

2.2.4. Indicadores claves de desempeño

Según Mesa et al. (2006) los KPI, del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, miden el nivel del desarrollo de un desarrollo, enfocándose en el "cómo" y detallando qué tan buenos son los procesos.

Por su parte Stubbs (2005) argumenta que los indicadores clave de desempeño son medidas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el desempeño de una organización, y que por lo general se recogen en su plan estratégico, por ello los indicadores son necesarios para lograr hacer mejor los procesos, puesto lo que no se mide no se puede vigilar, y lo que no se controla es imposible administrar.

Asimismo Gil (2011) indica que los indicadores se tienen la posibilidad de determinar como un tipo de instrumentos que permiten medir la obtención o evolución de los objetivos de la compañía basados principalmente en los puntos claves del negocio u otras particularidades del funcionamiento según el tipo de actividad que haga la compañía.

Es así que Rodríguez (2017) indica que el uso de KPI's garantizará la eficiencia en toda la operación consiguiendo impactos directos con el agrado y lealtad del cliente a quien se le brinda el servicio, por ello el seguimiento de indicadores clave de desempeño es primordial para diagnosticar la rentabilidad y el rendimiento de la compañía. a partir de análisis y revisión de datos que dejará accionar con eficacia y corregir algún inconveniente que se está presentando y contribuirá a maximizar los ingresos por servicios e impulsar cambios basados en datos reales.

2.2.4.1. Importancia y finalidad de los KPI's

En relación a Puentes & Guevara (2015) estos KPI's ostentar gran relevancia porque permiten asistir a interpretar lo que está ocurriendo en la organización, además sirven como acompañamiento al desarrollo de toma de decisiones cuando las variables se van de los parámetros establecidos, o se quiere ofrecer una nueva misión y definen la necesidad de ingresar cambios y/o actualizaciones a un determinado desarrollo o forma de actuación, así como hacen más fácil el compromiso de superiores resultados; por ello los KPI's se tienen que crear de manera clara y concisa, además deben de cumplir una secuencia de requisitos, tienen que de ser útil, además, para lograr ser usados como un sistema de indicadores clave, todos los indicadores que seleccionemos tienen que estar asignados normalmente a un responsable, debe existir una coherencia entre los diferentes indicadores seleccionados, tienen que ser indicadores conformados por información coherente este ella (causa efecto directa), tienen que ser de contrariedad y gastos razonables el ser obtenido y analizado, tienen que ser revisados como mínimo cada año (si no tienen la posibilidad de haber cambiado las condiciones y no el indicio y seguir utilizándose) y tienen que tomar en cuenta los efectos externos a la empresa (Índice económico, inflación, cambios en el área, etc) y tampoco tienen que de ser influenciados por el pasado de la compañía, es así que las propiedades que tienen que cumplir los indicadores según Stubbs (2005) son:

- Tienen una relación directa sobre un propósito u objetivos previamente fijados.
- Los resultados de los indicadores son cuantificables, y sus valores se expresan comúnmente por medio de datos numéricos.

- Las virtudes que se consiguen de la utilización de los indicadores deben superar la inversión y tratar los datos necesarios para su análisis.
- Son comparables en el tiempo y tienen la posibilidad de representar la evolución del concepto valorado y entablar tendencias.
- Son fiables de hallar, sostener y usar.
- Son compatibles con otros indicadores del sistema implementado y permite la comparación y el análisis.

2.2.4.2. Los KPI's y su medición

Según Gil (2011) aunque cada empresa tiene sus propios KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la eficacia de los empleados, la calidad de los bienes y prestaciones, la rentabilidad del negocio, el cumplimiento de plazos, la efectividad de los procesos, los tiempos de avance de trabajos, la utilización de los recursos, el desarrollo, control de costos, el nivel de originalidad y desempeño de la infraestructura tecnológica. En general, los indicadores más usados asisten a las organizaciones a saber si se están conduciendo acertadamente los elementos y costos, contribuyendo a que la gerencia tenga una noción clara de lo que acontece en un instante concreto para tomar medidas correctivas oportunamente. Por lo antes expuesto, Peña et al. (2018) sugiere que cuando se definen los KPI'S se frecuenta utilizar el acrónimo SMART, dado que los indicadores tienen que ser: Specific (Específicos), Measurable (Medibles), Achievable (Alcanzables), Realistic (Realista) y Timely (A tiempo).

2.2.4.3. Selección de los indicadores claves de desempeño (KPI's)

Para (Delpueche, 2016) los requisitos que deben cumplir todos los indicadores claves de desempeño a una empresa a usar son:

- Detectar con un nombre cada indicador
- Determinar el propósito de los evaluado, que va a estar en funcionalidad de lo que se pretende medir
- Cuantificar el propósito a seguir, siendo ese un valor o varios en funcionalidad de cómo se mida o se defina.
- Tienen que detectar al responsable o causantes de cada situación evaluada.
- Detallar la continuidad o periodicidad del indicador.
- Puede detectar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de hacer más simple los indicadores
- Tienen que poder detectar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de hacer más simple la información para calcular el indicador
- Tienen que poder medir la evolución de los objetivos o su circunstancia en un momento dado del tiempo
- Deben poder aportar la información a los usuarios en el tiempo y forma que se requiere para ser evaluada.

2.2.4.4. Indicadores claves asociados a mantenimiento

En razón a Herrera (2009) Los indicadores claves asociados al mantenimiento son un grupo de información que analiza el desarrollo de las operaciones y facilita considerar la evolución en todo el tiempo y determinar el sendero para la optimización continua, además estos indicadores valoran si las operaciones están cumpliendo los objetivos de mantenimiento, como la reducción de los costos operativos y el tiempo de inactividad operacional y depende del hecho frecuente de las averías

inesperadas de la maquinaria que admita que pase mucho tiempo en reparación.

Los principales indicadores claves según Pinzón (2006) son:

A- Disponibilidad

La disponibilidad, propósito primordial del mantenimiento, puede ser definida como la seguridad de que un componente o sistema que sufrió un mantenimiento, ejerza su funcionalidad eficaz para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está preparado para operar o producir.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Horas totales} - \textit{Horas paradas (Mant, otros)}}{\textit{Horas totales}}$$

B- Utilización

Mide el porcentaje de aprovechamiento que le da operaciones a cada uno de los equipos. Es decir, Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje en la cual el equipo es operado, por cada hora en que el equipo se encuentra en condiciones de cumplir todos objetivo para el que fue adquirido. Es directamente proporcional a la demanda o necesidad del equipo e inversamente proporcional a su disponibilidad física.

$$\textit{Utilización} = \frac{\textit{Horas de trabajo}}{\textit{Horas totales} - \textit{Horas paradas (Mant, otros)}}$$

C- Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Mide la tasa de fallos aleatorios (no previstos), incluso si son causados por fallos de software o defectos de fabricación que comprometen su vida útil. Además, es una métrica temporal (medida en horas, días, semanas o meses) donde es considerado el intervalo entre un fallo y el siguiente. Cuanto más prominente sea el MTBF, más confiable son los equipos y maquinarias.

$$\textit{MTBF} = \frac{\textit{Horas de trabajo}}{\textit{N}^\circ \textit{ de fallas}}$$

D- Tiempo medio de reparación

El MTTR considera el tiempo medio que tarda su equipo técnico en intervenir o resolver una avería después de que haya ocurrido. A diferencia del MTBF, el propósito es minimizar totalmente este KPI de mantenimiento. En cierto modo, la reducción del MTTR sirve de detonante para tomar decisiones que mejoren su estrategia de mantenimiento, siempre con el propósito de maximizar el beneficio y disminuir los peligros.

$$MTTR = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas (Mant, otros)}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

E- Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un equipo, componente o sistema desempeñe su funcionalidad elemental, en el transcurso de un lapso de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado.

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

2.3. Definición de términos

Acarreo de Mineral: Es la operación unitaria que consiste en el transporte de mineral o desmonte de mina a planta y en el caso del desmonte de los tajos explotables a la desmontera, con ello poder establecer el nivel productivo adecuado para la operación minera.

Confiabilidad: Es la capacidad de equipo para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado

Demoras: Son los tiempos en donde el conjunto o maquina tiene el motor encendido o apagado y por causantes distintos el conjunto no cumple con los trabajos de la programación de actividades productivas.

Disponibilidad mecánica: Es la capacidad de una máquina para estar en un estado (arriba) para hacer una utilidad requerida bajo condiciones dadas en un

momento dado de tiempo o en el transcurso de un preciso intervalo de tiempo, asumiendo que los elementos externos necesarios se han entregado.

Indicadores: Instrumento que sirve para mostrar o indicar algo, Cuantificador, entendido como procedimiento que permite cuantificar alguna dimensión conceptual y que, cuando se aplica, produce un número. Suele ser empleado para comparar desempeños entre períodos o entre entornos geográficos o sociales

Indicadores claves de desempeño: Dato cuantitativo que mide el nivel de desempeño de un desarrollo, el propósito principal llegar a las misiones trazadas y son de enorme consideración para la toma de decisiones para saber su evolución futura.

Mantenibilidad: Capacidad que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente.

Mina: Es el lugar físico que permite la extracción de un determinado mineral o elemento. Es una excavación hecha en la corteza terrestre con el propósito de extraer estos minerales, la excavación puede ser superficial (expuesta a la superficie) subterránea o pueden coexistir ambos tipos.

Minería subterránea: Una mina subterránea es aquella explotación de elementos mineros que se lleva a cabo abajo del área del lote. La explotación de un yacimiento por medio de minería subterránea se ejecuta cuando su extracción a cielo abierto es imposible por fundamentos económicos, sociales o ambientales.

Mineral: Es una sustancia inorgánica de ocurrencia natural en la corteza terrestre, que posee un conjunto distintivo y característico de propiedades físicas y una composición que puede ser expresada por una fórmula química; es decir, los minerales son combinaciones definidas y precisas entre elementos químicos.

Movimiento o manejo de materiales: Este proceso implica a su vez la ejecución combinada, en varias instancias, de las sub operaciones de Carguío y Transporte.

Productividad: Es el cociente de la división de la producción total o parcial entre los elementos usados para conseguir esa producción.

Rendimiento de equipos: Hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad económica

Utilización: Es el porcentaje del tiempo mecánicamente disponible en que el equipo se encuentra operando y realizando su función principal. Los tiempos de pausas, retrasos por cambios de turno, cierres de la mina debido a efectos de tronadura, etc., se deducen del tiempo disponible.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso de los indicadores de desempeño incide positivamente en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A., Huancavelica – 2020

2.4.2. Hipótesis específica

HE1: El uso de la disponibilidad mecánica del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

HE2: El uso de la utilización del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

HE3: El uso de la confiabilidad del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

2.5. Variables

2.5.1. Variable independiente (X):

Uso de los Indicadores claves de desempeño

2.5.2. Variable dependiente (Y):

Optimización del transporte de mineral

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	VALOR FINAL
Variable independiente	Es una forma de cuantificar si la organización está logrando las metas y objetivos predispuestos estratégicamente, ofreciendo información significativa de los niveles actuales de desempeño y posición donde se encuentra para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo (Fernández y Onieva, 2015)	Los indicadores claves de desempeño aplicados para tal optimización serán la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos de transporte.	Disponibilidad	Disponibilidad mecánica programada	• Numérico	Medida en %
Indicadores claves de desempeño			Utilización	Disponibilidad mecánica real Utilización del volquete real Utilización de volquete programado		
			Confiabilidad	Tiempo medio entre fallas (MTBF) Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)		
Variable dependiente	Consiste en el traslado del material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril y necesita para tales fines de un sistema de transporte (volquetes, etc) y una infraestructura o red de transporte (Merizable, 2014)	La optimización será a partir de la minimización de las demoras mecánicas, el incremento de viajes de mineral y rendimiento de volquetes.	Demoras mecánicas	Fallas mecánicas Fallas eléctricas Mantenimiento preventivo	• Numérico	Horas.
Optimización del transporte de mineral			Demoras operativas	Horas Esperando Scoop. Horas en Inspección de equipo Horas en espera de carga Horas de Traslado vacío de equipo		

Cumplimiento de programas	de	# de viajes / mes real				Viajes/mes
		# de viajes / mes programado				Ton/ mes
		Toneladas por mes extraídos reales				
		Toneladas por mes programado				
Rendimiento de volquetes	de	Cantidad de extraídas/ mes		Toneladas		Ton/hora
		Horas operativas/mes				

Nota: Operacionalización de variables empleado por la necesidad del problema considerado por los autores y apoyado con el esquema que se debe considerar según avalos (2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito temporal y espacial**

3.1.1. **Ámbito temporal**

La presente investigación fue realizada durante el periodo anual 2020.

3.1.2. **Ámbito espacial**

Los estudios se realizaron para la contrata Martínez Contratistas e Ingeniería S.A, (MCEISA) en el área de extracción de mineral y desmonte de interior mina a superficie que realiza operaciones en la unidad minera Kolpa S.A. que está ubicada en el distrito de Huachocolpa, en la provincia y departamento de Huancavelica, geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, en el Distrito de Huachocolpa, Provincia y Región de Huancavelica a una altitud de 45000 m.s.n.m. es una empresa minera peruana dedicada a la exploración, extracción, tratamiento y comercialización de concentrados.

Tabla 2

Coordenadas geográficas de la unidad minera

. Coordenadas UTM	
Este	502 230,550
Norte	8` 555 752,86
Altitud	4 500 m.s.n.m

Nota. Datos tomados de Google 2020.

3.2. Enfoque de la investigación

La investigación fue de enfoque cuantitativo en concordancia con Becker et al.(2015), menciona que la investigación utiliza la recolección y análisis de datos, haciendo uso de la estadística para establecer patrones de comportamiento dentro de una población estudiada.

Dentro de la investigación se realizó un análisis numérico haciendo uso de la estadística básica e inferencial porque al medir los indicadores de desempeño se obtendrá en porcentaje, el rendimiento en Tn/hr la optimización en número de viajes, demoras operativas en horas.

3.3. Tipo de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se escogió el tipo aplicado en concordancia con Nicomedes et al. (2016) afirma que está enfocado en resolver los problemas de producción, distribución, circulación de cualquier tipo de actividad, este tipo de investigación hace énfasis en la práctica directa de lo hallado en la investigación pura o básica, es decir propone la aplicación y pone en práctica los conocimientos, y tiene como fin primordial proponer soluciones o mejoras al fenómeno abarcado. En tal sentido se buscó optimizar el transporte de minerales en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., que realiza operaciones en la Compañía Minera Kolpa S.A., en el año 2020.

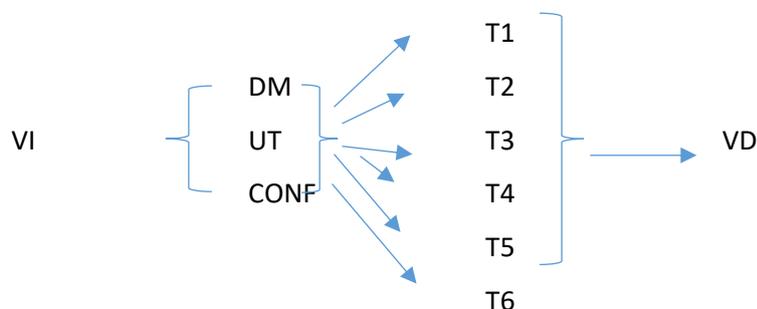
3.4. Nivel de investigación

La presente investigación fue de nivel explicativo, en concordancia con Bernal (2010) indica que este nivel de investigación tiene fines de estudiar el porqué de los hechos ocurridos del fenómeno investigado, es decir no solo investiga y describe situaciones, sino también responde y verifica lo acontecido, entendiéndolo de tal manera que surge relaciones causa-efecto del hecho, en tal sentido se buscará demostrar cómo al usar los indicadores claves de desempeño permite optimizar el transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., que realiza operaciones en la Compañía Minera Kolpa S.A., en el año 2020.

3.5. Diseño de investigación

El diseño que se usó para el presente trabajo de investigación fue pre-experimental de tipo causal apoyados en (Hervias, 2018), define que los diseños de investigación causales se adoptan según a la necesidad de la investigación por lo que pretendemos estudiar la influencia y/o incidencias de la variable independiente sobre variable dependiente apoyados con tres dimensiones de la variable independiente.

El diseño se simboliza como.



Donde:

VI= Variable independiente.

DM, UT, CONF= Observaciones de las tres dimensiones.

T1, T2, T3, T4, T5, T6= Medidas de tiempo de los indicadores.

VD= variable dependiente.

En la presente investigación se analizó la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, apoyados desde las tres dimensiones de la variable independiente la primera observación se realizó al área de mantenimiento, la segunda observación al área operativa y la tercera observación un análisis en conjunto de ambas partes.

3.6. Población, muestra y muestreo

3.6.1. Población

Arias (2006) indica que la población es la reunión de todos los componentes que tienen rasgos de espacio y tiempo similares, de donde se requiere concluir el fenómeno observado utilizando técnica de investigación, al respecto la población de estudio fue conformada por la totalidad de equipos de transporte pertenecientes a la Empresa

Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., que realiza operaciones en la Compañía Minera Kolpa S.A., en el año 2020.

3.6.2. Muestra

Vara (2012) argumenta que la muestra es una parte de la población, extraída exhaustivamente que sirve para facilitar la investigación, ya que los resultados obtenidos, serán generalizados en toda la población seleccionada; en tal sentido la muestra fue constituida por 10 volquetes y uno en standby.

3.6.3. Muestreo

No se realizó el muestreo por que se trabajó con toda la población.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnicas

Se utilizó la observación directa, la misma que pone en contacto de manera personal con el hecho o fenómeno que se intenta investigar; además de utilizó el fichaje, la misma donde se consigna y registra información de alta relevancia e interés para los fines de la investigación (Carrasco, 2006); asimismo se usó el análisis documental, la misma que consiste en realizar un recuento exhaustivo de la información propias a las variables que se generado a través del tiempo y otras investigaciones relativo al propósito de estudio(Valderrama, 2013).

3.7.2. Instrumentos

Se usó los reportes e informes mediante fichas generados por el uso de indicadores claves de desempeño y el resultado de la optimización del transporte de mineral y sus parámetros que la miden; además las fichas de investigación serán las de tipo bibliográficas, hemerográficas, textuales, de resumen, de experiencia y mixtas.

3.8. Técnica de procesamiento y análisis de datos

En concordancia con Palomino et al. (2015). El análisis de los datos recogidos en el respectivo instrumento, se realizó de la siguiente manera.

- Ordenamiento: Orden de los datos recogidos.
- Revisión: Revisión de los datos ordenados

- Clasificación: Clasificación por particularidades y relevancia
- Codificación: Codificación para permitir la medición
- Tabulación: Procesamiento de datos recolectados
- Interpretación: A través de tablas y gráficos.

Cabe resaltar que, los datos subsecuentes fueron ordenados, revisados, clasificados y codificados siendo tabulados e interpretados mediante el Software Microsoft Excel 2016 para su análisis descriptivo y el SPSS 25.

CAPÍTULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados de los indicadores de desempeño

En los indicadores claves de desempeño se han utilizado las tres dimensiones principales la disponibilidad mecánica, la utilización y la confiabilidad del equipo.

4.1.1. Disponibilidad mecánica

Tabla 3

Disponibilidad Mecánica de los volquetes Mayo- Octubre (2020)

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores comparados con los de mantenimiento productividad MCEISA (2020).

DISPONIBILIDAD MECANICA DE LOS VOLQUETES								
EQUIPOS	CODIGO	DM(8	DM(8	DM(8	DM(8	DM(8	DM(8	PROM EDIO DM
		5%) MAY	5%) JUN	5%) JUL	5%) AGO	5%) SEP	5%) OCT	
APH 827	VQ-01	67.61 %	70.10 %	82.87 %	91.63 %	91.40 %	85.48 %	81.52%
AVJ 787	VQ-02	86.26 %	75.65 %	84.12 %	33.64 %	86.53 %	88.37 %	75.76%
APG 813	VQ-03	71.35 %	84.36 %	74.12 %	92.60 %	92.44 %	87.01 %	83.64%
AVK 709	VQ-05	18.37 %	0.00%	0.00%	65.97 %	0.00%	80.84 %	27.53%
AVJ 712	VQ-05	74.72 %	81.42 %	84.85 %	91.39 %	88.09 %	87.49 %	84.66%
AVJ 728	VQ-06	59.93 %	81.08 %	81.72 %	91.48 %	75.84 %	87.39 %	79.57%
ARF 836	VQ-07	91.62 %	87.52 %	86.05 %	90.00 %	90.60 %	89.45 %	89.21%
APH 895	VQ-08	87.43 %	76.82 %	80.44 %	85.15 %	85.81 %	88.27 %	83.99%
ARF 721	VQ-09	85.58 %	84.49 %	87.30 %	91.78 %	85.35 %	88.47 %	87.16%
APH 897	VQ-10	81.47 %	56.99 %	20.18 %	93.81 %	90.02 %	89.98 %	72.07%
APG 949	VQ-12	61.16 %	83.49 %	89.61 %	91.86 %	90.76 %	73.30 %	81.70%

PROM. DM 11 VOLQUETES	71.41 %	71.08 %	70.11 %	83.57 %	79.71 %	86.01 %	76.98%
PROM. DM 10 VOLQUETES	76.71 %	78.19 %	77.12 %	85.33 %	87.68 %	87.28 %	81.93%

DM =	H TOTAL - (INSP + PREV + PROG + CTVO+ACC)	DMP
	H TOTAL	DMR

En la tabla se muestra la toma de datos de los operadores del mes de mayo a octubre del 2020 contrastados con los del mantenimiento, siendo esta identificada con observaciones donde se cuenta con una flota de 10 volquetes más uno en Standby, teniendo como resultado al emplear lo indicadores claves de desempeño en el mes de mayo se tuvo una disponibilidad mecánica promedio de 76.71% mejorando progresivamente hasta los 87.28% de disponibilidad mecánica, esto se da gracias al control de los indicadores que nos proporciona para llegar en cumplimiento según el contrato se debe de tener los equipos por encima de los 85% de disponibilidad mecánica, ya que esto nos da a entender que con tener una herramienta de control nos permite realizar la toma de decisiones certeras para mejorar en el ciclo de extracción.

Tabla 4

Disponibilidad mecánica real vs disponibilidad mecánica programada de los volquetes Mayo- Octubre (2020).

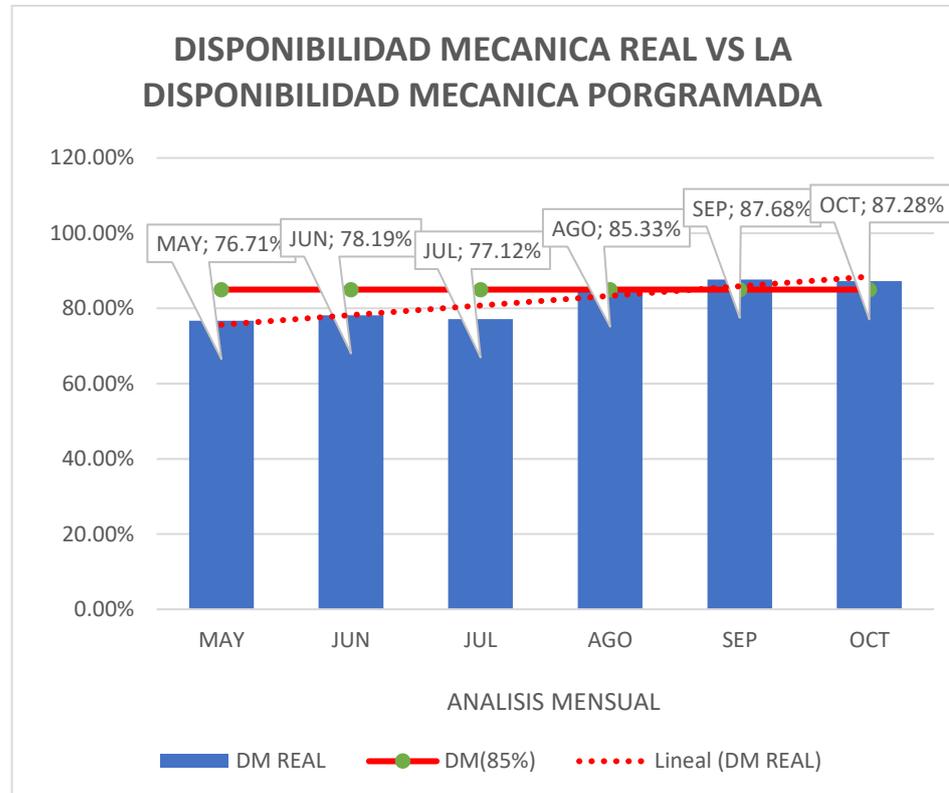
DISPONIBILIDAD MECANIA REAL VS LA DISPONIBILILIDAD MECANICA PROGRAMADA

MESES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
DM META (85%)	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%
PROM DM REAL.	76.71%	78.19%	77.12%	85.33%	87.68%	87.28%

Nota. Datos tomados del reporte de disponibilidad mecánica del mes de mayo a octubre (2020).

Figura 1

Disponibilidad mecánica Real VS Disponibilidad mecánica Programada.



Nota. La figura muestra el diagrama de barras con respecto al programa meta de la Unidad Minera Kolpa S.A. 2020. Fuente: Elaboración propia 2020 (2020).

Interpretación del diagrama disponibilidad mecánica: de acuerdo a los reportes emitidos en nuestro análisis podemos ver que en el mes de mayo se tiene una disponibilidad mecánica de 76.72%, en el mes de junio se tiene una disponibilidad mecánica de 78.29% y en el mes de julio una disponibilidad mecánica del 77.12%, donde observamos que estamos por debajo de la disponibilidad mecánica programada de 85%, sin embargo, en el mes de agosto setiembre y octubre estamos por encima de la disponibilidad mecánica programada de 85.33%, 87.68% y 87.28%, respectivamente, por lo que podemos mencionar que dentro de las operaciones se ha ido mejorando progresivamente la disponibilidad mecánica del equipo con una línea exponencial positiva.

4.1.2. Utilización del volquete.

Dentro de la operatividad en la extracción de mineral la utilización del equipo juega un rol muy importante ya que esto es responsabilidad de los operadores y la supervisión, teniendo los equipos a disposición mecánicamente y con la confiabilidad se tendría que mejorar en la utilización de los mismos, ya que esto se debe manejar con una buena coordinación y distribución considerando el ciclo, la distancia y la experiencia del operador.

Tabla 5

Utilización de los volquetes por parte operativa Mayo-Octubre(2020).

Utilización de los volquetes									
EQUIPOS	PLACA	CODIGO	UTILIZACIÓN	UTILIZACIÓN	UTILIZACIÓN	UTILIZACIÓN	UTILIZACIÓN	UTILIZACIÓN	PROMEDIO
			(85%)	(85%)	(85%)	(85%)	(85%)	(85%)	UTILIZACION
			MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	
1	APH 827	VQ-01	79.76%	77.92%	80.99%	79.07%	93.61%	91.63%	83.83%
2	AVJ 787	VQ-02	74.29%	77.66%	74.27%	45.94%	88.65%	89.07%	74.98%
3	APG 813	VQ-03	77.85%	83.20%	84.38%	94.66%	87.71%	89.20%	86.17%
4	AVK 709	VQ-05	55.82%	0.00%	0.00%	68.70%	0.00%	89.89%	35.74%
5	AVJ 712	VQ-05	73.72%	81.39%	81.34%	89.37%	80.58%	69.07%	79.24%
6	AVJ 728	VQ-06	64.97%	80.92%	91.56%	88.95%	78.08%	77.00%	80.25%
7	ARF 836	VQ-07	84.83%	83.52%	78.88%	84.57%	85.50%	85.51%	83.80%
8	APH 895	VQ-08	83.36%	70.14%	72.06%	73.19%	79.25%	76.53%	75.75%
9	ARF 721	VQ-09	83.64%	82.42%	84.68%	79.21%	82.34%	85.59%	82.98%
10	APH 897	VQ-10	85.63%	84.15%	65.64%	84.00%	80.39%	90.23%	81.67%
11	APG 949	VQ-12	82.22%	82.52%	84.71%	82.50%	85.85%	60.02%	79.64%
PROMED. UTIL. 11 VOLQUETES			76.92%	73.1%	72.6%	79.1%	76.5%	82.2%	76.7%
PROMED. UTIL. 10 VOLQUETES			79.03%	80.38%	79.85%	82.42%	84.19%	84.37%	80.83%

Nota. Datos extraídos de la base de datos de los reportes de la parte operativa MCEISA (2020).

Tabla 6

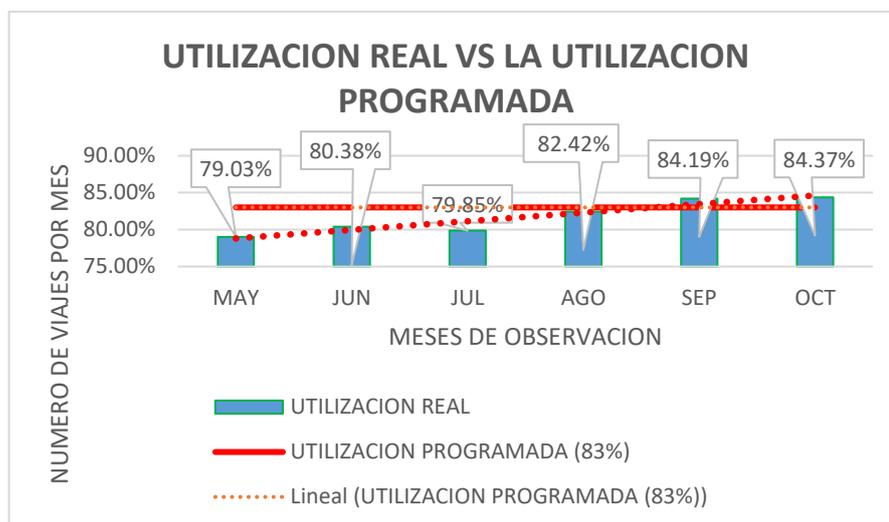
Utilización Real vs la utilización programada

MESES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
UTILIZACION REAL	79.03%	80.38%	79.85%	82.42%	84.19%	84.37%
UTILIZACION PROGRAMADA (83%)	83%	83%	83%	83%	83%	83%

Nota. datos extraídos de la base de datos de los reportes manejados por los operadores MCEISA (2022).

Figura 2

Utilización vs la incidencia de los volquetes en la operación Mayo-Octubre (2020).



Nota. Figura comparativa de los cumplimientos y programas establecidos para la operación; Fuente: Productividad MCEISA (2020).

Interpretación del diagrama utilización del volquete: Dentro de la parte operativa de los volquetes en la unidad minera Kolpa S.A, Existe una gran dificultad ya que no presta las condiciones necesarias para la extracción continua y/o paramétrica, la utilización del volquete encontrándose por debajo de la utilización esperado de un 83%, ya que se identificó problemas como el incumplimiento de las coordinaciones por la supervisión, la falta de comunicación en interior mina, las vías en mal estado siendo los tres principales identificados, donde podemos ver que en el mes de Mayo, Junio, Julio y agostos las utilizations son

de 79.03%, 80.38%, 79.85%, 82.82%, respectivamente teniendo la utilización de los Equipos por debajo del programado, mientras que el mes de setiembre y octubre 84.19%, 84.37% nos encontramos por encima del programado, teniendo una línea exponencial positivo en favor de la operación.

4.1.3. Confiabilidad del volquete.

La confiabilidad de los volquetes nos da la confianza a la parte operativa para realizar la distribución del equipo considerando el punto de carguío es decir el indicador nos dice que es la capacidad del volquete de funcionar sin fallar por un periodo de tiempo, siendo uno de los principales indicadores que nos permite realizar la toma de decisiones para mejorar el proceso operativo.

Tabla 7

Confiabilidad de los volquetes Mayo- Octubre (2020)

ITEM	PLACA	CÓDIGO INTERNO	CONF	CONF	CONF	CONF	CONF	CONF	PROMEDIO
			MAY 1.00	JUN 2.00	JUL 3.00	AGO 4.00	SEP 5.00	OCT 6.00	
1	APH 827	VQ-01	65.4%	69.95%	89.36%	97.61%	96.46%	85.65%	84.06%
2	AVJ 787	VQ-02	89.2%	71.24%	87.37%	19.26%	91.46%	88.54%	74.51%
3	APG 813	VQ-03	75.0%	88.15%	79.50%	95.80%	95.78%	83.24%	86.25%
4	AVK 709	VQ-05	11.3%	0.00%	0.00%	51.00%	0.00%	80.79%	23.84%
5	AVJ 712	VQ-05	82.5%	83.97%	86.89%	93.87%	89.27%	84.42%	86.82%
6	AVJ 728	VQ-06	52.7%	84.14%	88.86%	94.21%	66.27%	74.53%	76.78%
7	ARF 836	VQ-07	96.1%	91.29%	86.73%	95.94%	94.31%	91.25%	92.60%
8	APH 895	VQ-08	90.2%	73.93%	83.06%	91.98%	89.37%	84.34%	85.49%
9	ARF 721	VQ-09	88.6%	86.87%	90.36%	95.01%	85.98%	87.15%	88.99%
10	APH 897	VQ-10	84.5%	54.81%	14.35%	97.92%	93.44%	89.05%	72.34%
11	APG 949	VQ-12	60.1%	84.46%	93.53%	96.89%	93.95%	31.94%	76.82%
PROMEDIO CONF. 11 VOLQUETES			72%	72%	73%	84%	81%	80%	77%
PROMEDIO CONF. 10 VOLQUETES			78.4%	78.9%	80.0%	87.8%	89.6%	84.9%	82.5%

Nota. Datos tomados de los reportes de operación y mantenimiento Mceisa(2020)

Tabla 8

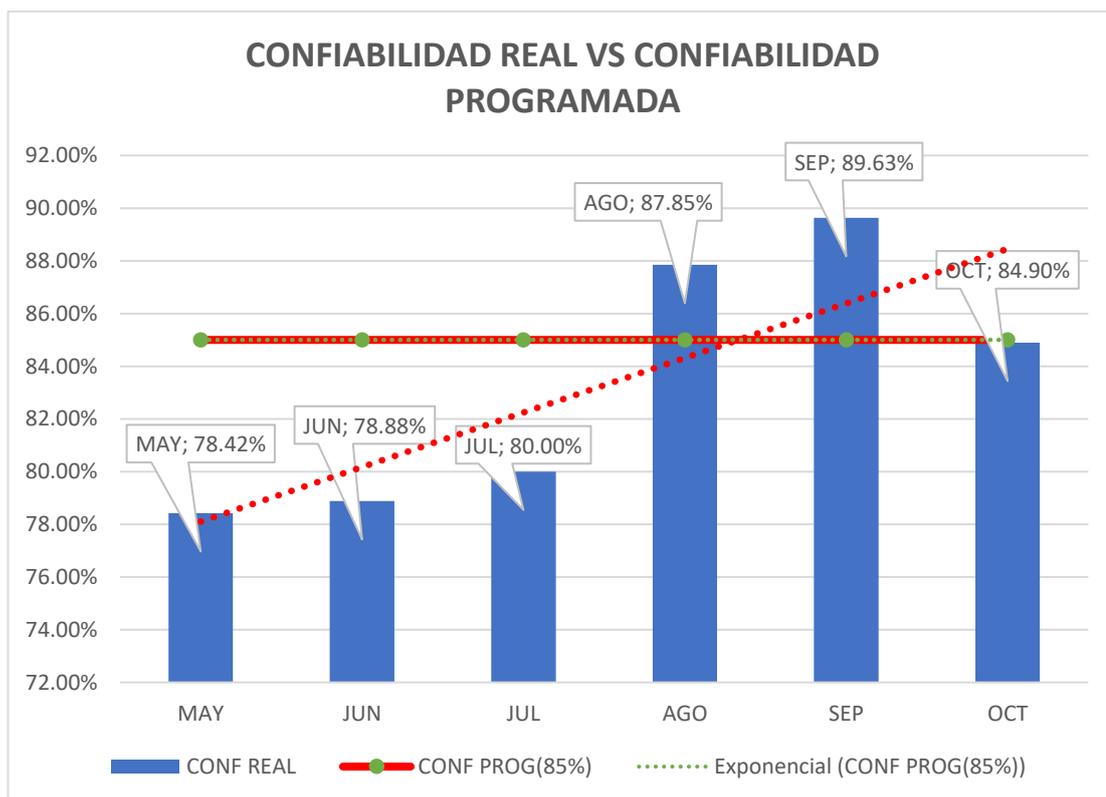
Confiabilidad real Vs confiabilidad Programada de Mayo- Octubre (2020).

MESES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
CONF PROG	(85%)	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%
CONF REAL	78.42%	78.88%	80.00%	87.85%	89.63%	84.90%

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores y mantenimiento Mceisa (2020).

Figura 03

Confiabilidad real vs confiabilidad programada Mayo- Octubre del 2020.



Nota. figuras comparativas de la confiabilidad real vs el programado la unidad minera Kolpa; Fuente: Elaboración propias (2021).

Interpretación del diagrama confiabilidad del volquete. Según la información de la figura podemos ver la confiabilidad de equipo tiene comportamiento muy variado esto debido a que está determinado en base al MTBF y MTTR, teniendo en el mes de mayo un 78.42%,

incrementando hasta el mes de setiembre un 89.6% y en el mes octubre disminuyo en 84.90% de confiabilidad esto debido a que la disponibilidad mecánica del volquete a decido cumpliendo un hemiciclo dentro de la operación.

4.1.4. Cuadro comparativo de la disponibilidad mecánica, utilización, confiabilidad vs optimización de transporte.

Tabla 9

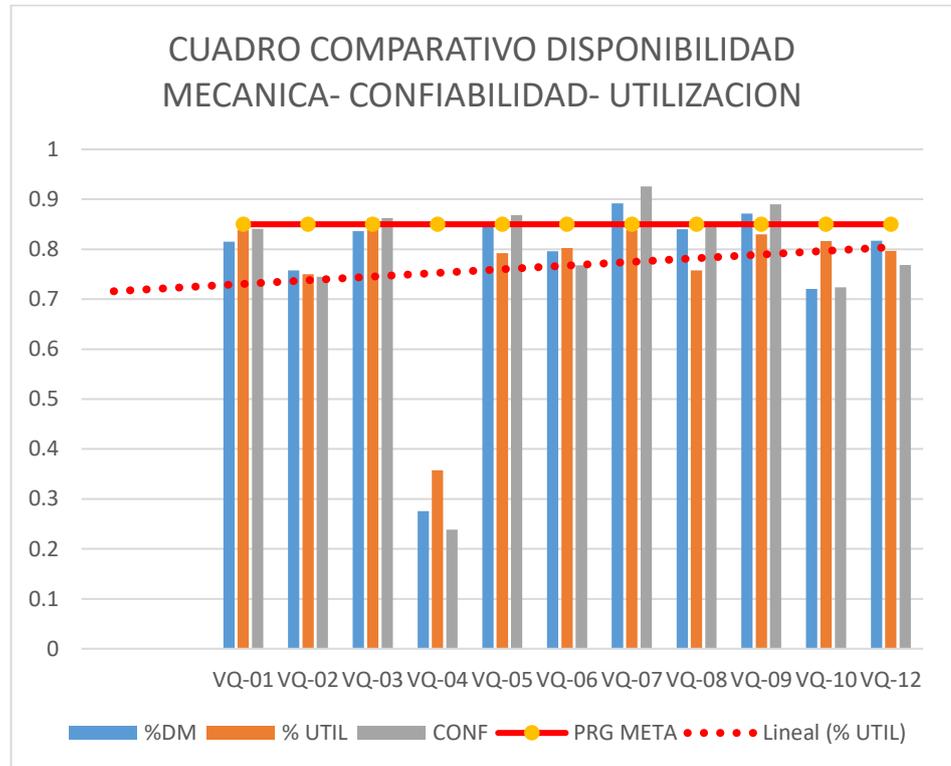
Cuadro comparativo DM, UTIL, CONF. Vs optimización de transporte Mayo-Octubre (2020)

ITEM	CÓDIGO INTERNO	PLACA	%DM	% UTIL	CONF	PRG META
1	APH 827	VQ-01	81.52%	83.83%	84.06%	85%
2	AVJ 787	VQ-02	75.76%	74.98%	74.51%	85%
3	APG 813	VQ-03	83.64%	86.17%	86.25%	85%
4	AVK 709	VQ-04	27.53%	35.74%	23.84%	85%
5	AVJ 712	VQ-05	84.66%	79.24%	86.82%	85%
6	AVJ 728	VQ-06	79.57%	80.25%	76.78%	85%
7	ARF 836	VQ-07	89.21%	83.80%	92.60%	85%
8	APH 895	VQ-08	83.99%	75.75%	85.49%	85%
9	ARF 721	VQ-09	87.16%	82.98%	88.99%	85%
10	APH 897	VQ-10	72.07%	81.67%	72.34%	85%
11	APG 949	VQ-12	81.70%	79.64%	76.82%	85%
PROMEDIO CON 11 VOLQUETES			76.98%	76.73%	77.14%	
PROMEDIO CON 10 VOLQUETES			81.93%	80.83%	82.47%	

Nota. Datos recopilados para la ver la optimización de transporte de mineral MCEISA (2020).

Figura 3

Cuadro de resumen disponibilidad mecánica, utilización, confiabilidad Vs optimización de transporte.



Nota. la figura muestra el resumen del cuadro comparativo de los indicadores obtenidos de la ficha recopilación de información VS la optimización en el programa meta en la Empresa Minera Kolpa S.A. mayo- setiembre del 2020. Fuente: elaboración propia (2020).

En el cuadro comparativo se puede ver que los volquetes 01, 03,05,07,08,09,12, cuentan con una disponibilidad mecánica aceptable llegando al programa meta de 85% de los indicadores de desempeño mientras que los volquetes 02,05, 06 y el 10 no cumplen con el programa meta establecida, siendo notablemente el volquete 04 con más bajos indicadores esto por estar inoperativo durante cuatro meses de la toma de muestra.

4.2. Presentación de los resultados de la optimización del transporte de mineral

4.2.1. Demoras operativas volquetes.

Tabla 10

Demoras operativas de los volquetes durante el mes de Mayo, Junio, Julio, Agosto-Setiembre, Octubre 2020.

Suma de T.Hrs. Actividades	TURNO		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	TOTAL	INCIDENCIAS
	Dia	Noche								
Esperando Scoop	569.01	243.86	151.70	148.67	145.69	128.95	118.93	118.93	812.87	39%
Inspección de equipo	320.73	137.45	87.10	85.36	83.65	74.04	68.29	59.75	458.18	22%
No hubo carga	215.41	92.32	58.50	57.33	56.18	49.73	45.86	40.13	307.73	15%
Abast/falta de combustible	79.98	34.28	57.00	15.43	20.43	10.58	0.00	10.80	114.26	5%
Traslado labor	100.16	42.92	27.20	26.66	26.12	23.12	21.32	18.66	143.08	7%
Traslado mina	138.82	59.50	37.70	36.95	36.21	32.05	29.56	25.86	198.32	10%
Otros	35.75	15.32	6.92	9.69	13.56	5.88	8.23	6.78	51.07	2%
Total, general	1459.86	625.65	426.12	380.08	381.85	324.34	292.20	280.92	2085.51	100%

Nota. Datos tomados de los reportes de la parte operativa supervisión y operadores de volquetes MCEISA (2020).

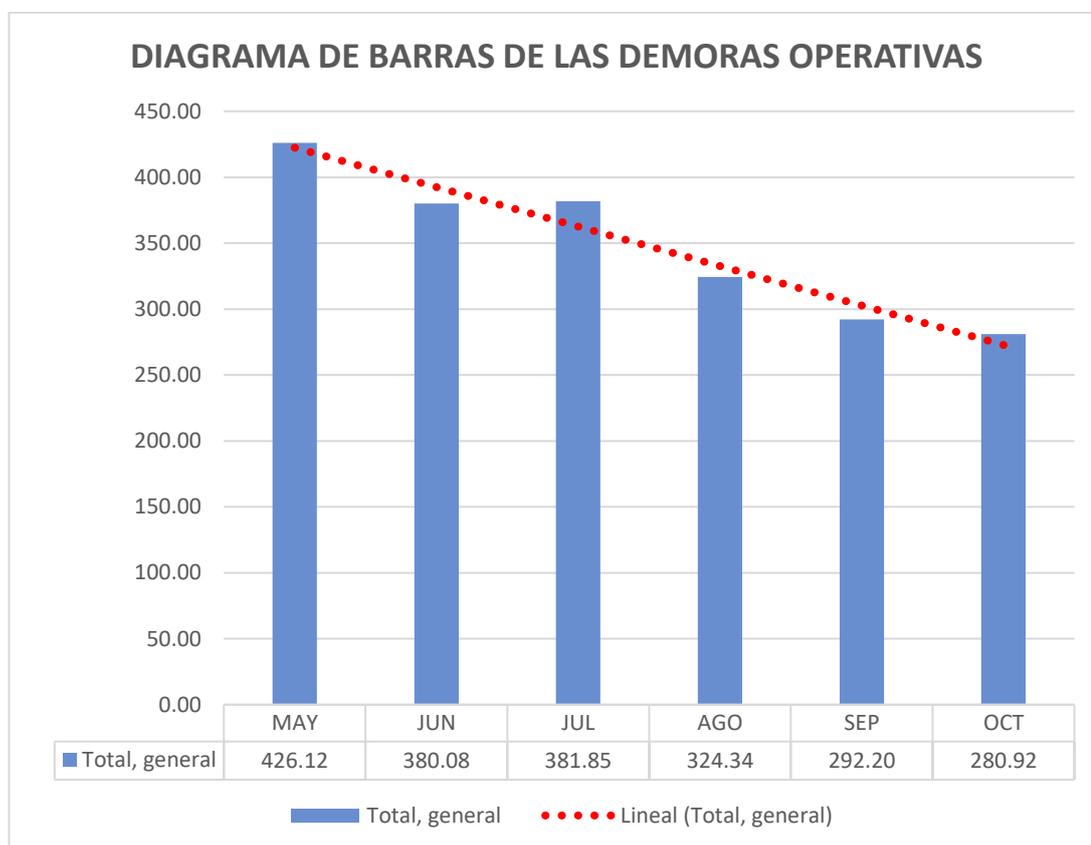
1. En el análisis de las horas muertas de los volquetes en operación podemos ver que los volquetes pierden más horas esperando Scoop, para ser cargados oportunamente, siendo Registrado los datos en horas de turno Dia de 537.9 horas mientras de turno noche se pierde 230.48 horas durante los seis meses de toma de muestras con una incidencia del 39% y esto debido a que en el turno día dentro de la operación hay más coordinaciones e interviniendo en el almuerzo.
2. De las horas inoperativas en inspección del volquete podemos ver los volquetes de turno día pierden 308.78 horas mientras que el turno noche 132.33 horas con una incidencia del 22% esto debido a los reportes de los supervisores de

guardia mencionan que no hay un buen relevo por parte de su contra guardia o se identifica a primeras horas con fallas comunes de luces, llanta en condiciones defectuosas, ya que según coordinación los volquetes con alguna falla identificada a final de guardia deben de entrar a maestranza zona de taller para su respectiva corrección.

3. Analizando donde no hubo carga los operadores de los volquetes van al punto de carguío dirigidos por la supervisión donde se tubo horas muerta en el turno día en 207.39 horas y el turno noche de 88.88 horas haciendo un total de 296.38 horas, con una incidencia del 15% esto debido a que no existe una buena coordinación con la supervisión de producción, donde se debe coordinar las horas exactas para que los volquetes sean distribuidos correctamente por la supervisión de volquete.
4. De la barra de abastecimiento por falta de combustible es uno de los factores muy importantes que se debe mejorar ya que esto debe ser controlado por los operadores de los volquetes de cada volquete siendo destinado un operador por volquete, además de ello según los reportes podemos encontrar que no se ha abastecido el volquete por exceso de confianza u falta de coordinación con la supervisión haciendo un total dentro de los seis meses de 111.85 horas en total con una incidencia del 5%.
5. Del traslado de labora a labor es uno de las demoras operativas de los volquetes ya que en interior mina se trasladan vacío de un punto de cargo hacia otro buscando carga siendo esta un total de 137.75 horas con una incidencia del 7%
6. Del ítem de horas inoperativas de traslado mina es también la falta de coordinación ya que hay volquetes que regresa sin carga de un punto de carguío de interior mina a superficie y según los reportes esto es debido a que el volquete ingresa a mina en el último recorrido y sale sin carga lo cual también se registró un total de 190.93 horas con una incidencia del 10%.

Figura 4

Demoras operativas según el reporte de la supervisión y operadores de volquete MCEISA S.A.



Nota. La figura muestra las cifras de demoras ocasionados por la parte operativa de mayo a octubre del 2020. Fuente: Elaboración Propia (2020).

Análisis del diagrama de barras en demoras operativas: observando el diagrama de barras podemos mencionar que las demoras operativas dentro de la operación minera siempre va existir esto debido a las coordinaciones que se pueden tener dentro de la operación, teniendo en el mes de mayo con mayor cantidad de horas paradas por la parte operativa registrándose en 426.12 horas en total en el mes de mayo, de la misma manera en el mes de junio se tiene 380.08 horas paradas, en el mes de julio 381.85 horas similar al mes de junio, mientras en del mes de agosto se disminuyó notablemente en 324.34 horas en demoras operativas, y el mes de setiembre se disminuyó en 292.20 horas y finalmente al término de la toma de muestras se tubo 280.92 horas paradas lo que significa que al aplicar una herramienta de control va disminuir las horas improductivas.

4.2.2. Análisis de demoras mecánicas mantenimiento

Tabla 11

Demoras mecánicas en mantenimiento de los meses Mayo- octubre del 2020.

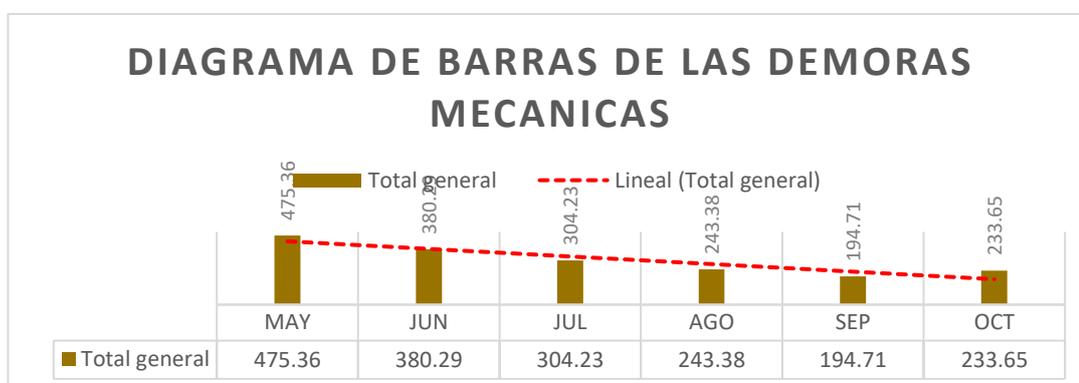
Actividades	DIA	NOCHE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	TOTAL	INCIDENCIA
Falla mecánica	499.92	749.88	324.36	259.49	207.59	166.07	132.86	159.43	1249.80	68%
Falla eléctrica	109.12	163.68	70.80	56.64	45.31	36.25	29.00	34.80	272.80	15%
Otros MEC (especifique)	104.80	157.21	68.00	54.40	43.52	34.82	27.85	33.42	262.01	14%
Mantenimiento preventivo	18.80	28.20	12.20	9.76	7.81	6.25	5.00	6.00	47.01	3%
Total general	732.65	1098.97	475.36	380.29	304.23	243.38	194.71	233.65	1831.62	100%

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores de volquetes MCEISA Mayo- Octubre (2020).

- En el ítem de las fallas mecánicas podemos ver que horas inoperativas de 1249.80 horas paradas sienten con mayor incidencia del 68%.
- Del ítem de las fallas eléctricas se ve 272.80 horas improductivas con una incidencia del 15%.
- Del ítem otros que no son identificados se tiene 262.01 horas con una incidencia del 14%.
- Del ítem de mantenimiento preventivo tenemos 47.01 horas improductivas con una incidencia del 3%.

Figura 5

Demoras mecánicas en mantenimiento meses Mayo-Octubre 2020



Nota. La figura muestra las demoras mecánicas de los volquetes Mceisa mayo-octubre 2020. Fuente: Elaboración Propia(2020).

Del diagrama de barras podemos ver que mes de mayo se tubo 475.36 horas imporductivas, el mes de junio 380.29, julio 304.23, agosto 243.38, setiembre 194.71 y finalmente el mes de octubre 233.65 horas improductivas, siendo esta disminuida en gran medida de forma favorable en la optimizacion del tranporte de mineral.

4.2.1. Cumplimiento de los programas.

Dentro de la operación en la unidad minera Kolpa S.A. se tiene las cláusulas de contrato por incumplimiento de los programas establecidos mencionando que, por incumplimiento de la cantidad de toneladas por mes en toda la flota, se le impondrá una multa de 3UIT, ya que la cantidad de toneladas como mínimo a extraer por mes son 36.000 ton/mes para abastecer a la planta que requiere 1200tn/día de capacidad de la planta.

Tabla 12.

Cuadro de cumplimiento de programa de viajes promedio por mes mayo-octubre (2020)

CUMPLIMIENTO DE VIAJES PROMEDIO POR MES							
VOLQUETE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	PROMEDIO POR VOLQUETE AL MES
TOTAL	1455	1551	1578	1603	1609	1649	1574
MV 01	130	166	166	191	182	172	168
MV 02	157	171	125	32	167	170	137
MV 03	117	155	182	192	199	184	172
MV 04	30	3	3	95	0	152	47
MV 05	136	169	165	159	136	201	161
MV 06	85	154	142	114	100	117	119
MV 07	180	176	192	186	147	64	158
MV 08	168	133	135	120	148	120	137
MV 09	157	196	186	161	160	179	173
MV 10	175	38	119	163	177	198	145
MV 12	120	190	163	190	193	92	158
PROM. VIAJES 11 VOLQUETES	132	141	143	146	146	150	143
PROM. VIAJES 10 VOLQUETES	143	155	158	151	161	156	154

Nota. Datos extraídos de la base de datos del reporte de la parte operativa MCEISA. (2020).

Figura 6

Cumplimiento del programa promedio día.



Nota. La figura muestra el cumplimiento promedio por día extraídas del reporte de los operadores MCEISA mayo-octubre 2020. Fuente: Elaboración propia (2020).

Del diagrama podemos ver el cumplimiento de los programas de extracción mineral, ha sido rebasado notablemente teniendo de esta forma con un cumplimiento de 128.82%, de la misma forma el proyectado con 115.38% de cumplimiento, teniendo como un resultado favorable en la mejora de la extracción de mineral favorable.

4.2.2. Rendimiento de los volquetes

En los rendimientos de volquetes veremos la cantidad de material transportado por mes recopilados de la información por cada volquete donde se medirá en base a la información recopilada por los reportes de los operadores en base a las toneladas reales transportadas durante los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre, y por otra parte también se tiene registrado los horómetros en operación para poder realizar la medición del rendimiento en base a las toneladas transportas por hora.

Tabla 13

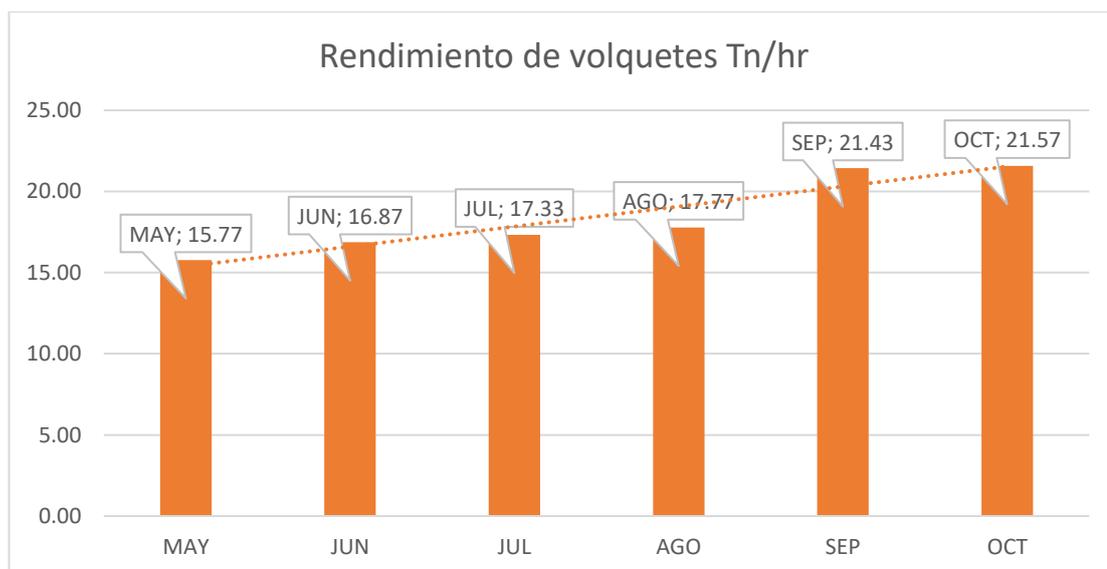
Rendimiento en Ton/Hora de los volquetes durante los meses de Mayo- Octubre del 2020.

RENDIMIENTO DE LOS VOLQUETES VIAJES POR MES							
CODIGO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	PROMEDIO DE RENDIMIENTO POR MES
MV 01	15.80	17.31	17.57	17.25	21.62	21.45	18.50
MV 02	13.89	15.29	16.78	19.12	21.44	21.55	18.01
MV 03	15.72	17.49	17.28	17.54	21.38	21.57	18.50
MV 04	17.15	14.82	16.74	17.00	20.97	21.38	18.01
MV 05	15.86	17.41	18.71	18.76	21.46	21.81	19.00
MV 06	14.82	16.65	17.72	15.80	21.44	21.84	18.04
MV 07	16.17	16.34	16.84	18.58	21.42	21.59	18.49
MV 08	14.72	17.50	14.00	18.99	21.87	21.91	18.17
MV 09	16.42	16.69	18.71	18.35	21.65	21.73	18.93
MV 10	16.72	15.67	16.20	16.41	21.03	20.69	17.79
MV 12	16.16	20.35	20.08	17.67	21.44	21.77	19.58
PROM. RENDIMIENTO	15.77	16.87	17.33	17.77	21.43	21.57	18.46

Nota. La tabla muestra los rendimientos de los volquetes del mes de mayo a octubre MCEISA S.A. (2020).

Figura 7

Promedio de rendimiento por mes de los volquetes en Tn/ Hr.



Nota. La figura muestra el promedio de rendimiento de los volquetes por mes del mes mayo a octubre del 2020, Fuente: Elaboración propia (2020).

- En el mes de mayo el rendimiento de los volquetes fue de 15.77 ton/hora que se transportó en promedio de la flota de volquetes.
- En mes de junio se tuvo un promedio de rendimiento de los volquetes de 16.87 ton/hora del total de las flotas que trabajan en la unidad.
- En el mes de julio el rendimiento de los volquetes fue de 17.33 ton/hora en promedio de la flota en la unidad.
- En mes de agosto se tuvo un promedio de rendimiento de los volquetes de 17.77 ton/hora del total de las flotas que trabajan en la unidad.
- En mes de setiembre se tuvo un promedio de rendimiento de los volquetes de 21.43 ton/hora del total de las flotas que trabajan en la unidad.
- Finalmente, en el mes de octubre se tuvo un promedio de rendimiento de los volquetes de 21.57 ton/hora del total de las flotas que trabajan en la unidad.

4.3. Discusion de resultados.

4.3.1. Discusión de los indicadores claves de desempeño.

- **Disponibilidad mecánica de volquetes:** en la unidad se trabaja mediante una disponibilidad mecánica programada que esperamos lograr un 85%, obteniendo el mes de mayo una disponibilidad mecaniza real de 76.7% lo cual representa una baja disponibilidad mecánica siendo esta aumenta progresivamente durante los seis meses de haber hecho uso los indicadores de desempeño, hasta alcanzar una disponibilidad mecánica real de 87.68% en el mes setiembre y en el mes de octubre de 87.28%, encontrándonos con una buena disponibilidad mecánica real por encima del programado.
- **Utilización de los volquetes.** La utilización de los volquetes dentro de la Unidad Minera Kolpa S.A es establecido en un 83%, siendo esta obtenido en el mes de mayo un 79.09%, representando una baja utilización de los equipos sin embargo se tuvo un aumentando progresivo hasta llegar con mayor porcentaje de 84.35% de utilización de los equipos en el mes octubre del 2020.
- **Confiabilidad de los Equipos.** La confiabilidad de los volquetes en la Unidad Minera Kolpa S.A. es establecida en 85%, Teniendo de esta

forma la confiabilidad de los equipos en el mes de mayo un 78.42%, por lo que representa baja confiabilidad del equipo sin embargo durante los siguientes meses se ha ido incrementando en forma progresiva, hasta alcanzar un porcentaje más alto en el mes de setiembre de 89.63%, y en el mes de octubre un 84.90%, teniendo una tendencia de línea recta positiva en el incremento de la confiabilidad del equipo.

4.3.2. Discusión de la optimización del transporte de mineral.

- **Demoras operativas de los volquetes.** Las demoras operativas en la Unidad Minera Kolpa S.A en el área de extracción es uno de los factores donde se identifica los más improductivos con mayor incidencia esperando Scoop para ser cargados teniendo como resultados en el mes de mayo de 426.12 horas de horas improductivas, finalmente con el uso los indicadores de desempeño se han podido disminuir las horas improductivas hasta 280.92 horas, por lo que representa una disminución de 145.21 que favorecen al ala extracción de mineral.
- **Demoras mecánicas de los volquetes.** las demoras mecánicas en la Contrata MCEISA S.A. es generada por el área de mantenimiento por fallas mecánicas, fallas eléctricas y otros. ya que no es atendida oportunamente para ser reparada registrándose en el mes de mayo una demora mecánica de 475.36 horas improductivas donde fuimos disminuyendo progresivamente hasta llegar a optimizar con el pico más bajo de 194.71 horas improductivas en el mes de setiembre y en el mes de octubre se disminuyó hasta 233.65 horas improductivas siendo favorable para la investigación.
- **Cumplimiento de programas.** El cumplimiento de los programas dentro de la Unidad Minera Kolpa S.A, ya están establecidas en el área de extracción por la capacidad de la planta concentradora, donde se programa una cantidad de extracción mensual de 36.000tn/mes de mineral, teniendo como resultado en el mes de mayo una cantidad de

extracción real de 34192.5 ton según los reportes en el pesaje de balanza estando en un resultado desfavorable con una diferencia de incumplimiento de 1807.5 toneles por extraer lo cual es un problema que representa a la compañía y a la contrata, siendo esta mejorado con el uso de los indicadores de desempeño con la obtención del tonelaje con mayor cantidad al finalizar la investigación en 38751.5 toneladas que representa con un tonelaje a favor de 2751.5 ton durante el mes de operación.

- **Rendimiento de los volquetes.** el rendimiento de los volquetes dentro de la contrata está representado por la cantidad de tonelaje transportado por hora, por lo que dentro de la unidad minera se tiene un rendimiento promedio de la flota de volquetes en mes de mayo de 15.77 ton/hora, a lo que nos representa un bajo rendimiento de los volquetes siendo esta mejorado con el uso de los indicadores de desempeño de forma progresiva hasta llegar en el mes de octubre a un rendimiento de 21.57 ton/hora, lo que representa una mejora dentro de la investigación.

Conclusiones

1. Se logró determinar la incidencia del uso de los indicadores de desempeño en la optimización del transporte de mineral mejorando el tonelaje como resultado en el cumplimiento de los programas establecidos por la compañía Minera Kolpa S.A. teniendo aun inicio de 34192.5 ton/mes hasta llegar a extraer al mes de octubre 38751.5 ton/mes. Con un cumplimiento en promedio de tonelaje de 36992.92 ton, lo cual representa un aporte de forma progresivo al incrementar los tonelajes extraídos con los volquetes.
2. Se logró determinar la incidencia de la disponibilidad mecánica de los volquetes en la optimización del transporte de mineral teniendo como resultado que a mayor disponibilidad mecánica hay mayor número de viajes y mayor cantidad de tonelaje, arrojándonos la disponibilidad mecánica en un inicio de 76.7% llegando hasta los 87.28% de disponibilidad mecánica, teniendo como extracción de mineral de 1445 viajes/mes hasta llegar a 1649 viajes/mes; mejorando notablemente en la optimización del transporte de mineral en la Unidad Minera Kolpa S.A.
3. Se logró determinar la incidencia de la utilización de los volquetes en la optimización del transporte de mineral teniendo aun inicio una utilización de 79.03% hasta llegar a los 84.79%, por lo que representa una mejora en la disponibilidad mecánica logrando disminuir las horas improductivas en la parte operativa y la parte mecánica, teniendo aun inicio de 426.12 horas hasta lograr los 280.92 horas, siendo un aporte muy notable dentro de la investigación.
4. Finalmente, con el uso de los indicadores claves de desempeño se optimizaron el transporte de mineral en la Compañía Mineral Kolpa S.A siendo esta un resultado positivo para el cumplimiento de los programas en beneficio de ambas de la contrata MCEISA S.A. y la Compañía Minera Kolpa. S.A.

Recomendaciones

1. Ala parte operativa MCEISA S.A. se le recomienda mejorar las coordinaciones para distribución de volquetes y los puntos de carguío según los programas diarios de reparto de guardia y realizar un buen traslape de contraguardia para seguir disminuyendo las horas improductivas.
2. Al área de mantenimiento MCEISA S.A, se le recomienda atender de forma oportuna a los equipos inoperativos, y mejorar las inspecciones de equipos antes de la operación, durante la operación y después de la operación en cada guardia.
3. A la Compañía Minera Kolpa S.A. se le recomienda brindar mayores condiciones de trabajo para el personal, para los equipos, y mejorar su sistema de comunicación para disminuir las horas improductivas que escapan de la parte operativa.
4. Finalmente, al área administrativa se le recomienda dar respuesta más oportuna para una mejorara en la optimización del transporte de mineral en base a los indicadores de desempeños obtenidos en la Unidad.

Referencias Bibliográficas

1. *Álvarez Huanca, V. O. (2014). Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte - Unidad Minera de Arcata (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de San Agustín.*
2. *Amau Torres, G. (2019). Optimización de equipos de carguío y transporte para el incremento de producción en la Cia Minera Antapaccay Espinar - Cusco (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.*
3. *Arango Taipe, F., & Bellido Canales, W. (2015). Rendimiento de maquinarias en acarreo y transporte de minerales en la Cia Minera Huancapetí S.A.C. (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de Huancavelica.*
4. *Arias, F. (2006). Tesis y Proyectos de Investigación (3era ed.). Episteme.*
5. *Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, Wkh, R. Q.,(2015). ENFOQUE LA DE INVESTIGACION CIENTIFICA. Syria Studies,7(1),37–72.
https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625*
6. *Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación (3era ed.). Pearson Educación.*
7. *Carrasco, S. (2006). Metodología de la Investigación científica. San Marcos.*
8. *Cordova Tahua, F. V. (2018). Determinación de los KPI's de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la Mina Pierina 2017 (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.*
9. *Cornejo, E. (2013). Sistema de optimización de transporte para la mediana minería. SONAMI - MEDMIN.*
10. *Delpueche, S. (2016). Siete indicadores clave de recursos humanos - KPI. Factorial.*
11. *Durán, Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la*

- optimización de las utilidades en las empresas. Visión Gerencial, 1(1317–8822), 55–78.*
12. Esteban, D. (2013). *Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto; análisis de prioridades de atención según rendimiento. Pontificia Universidad de Chile.*
 13. Fernández Vivanco, G. M., & Onieva Gimenez, L. (2015). *Aplicación de indicadores clave de desempeño a la gestión de proyectos. DYNA Management, 3(1), 10p. <https://doi.org/https://doi.org/10.6036/MN7686>*
 14. Gaete Vielma, C. A. (2019). *Interfaz computacional para gestión de KPI de operadores de carguío y transporte de Mina Centinela (Titulación en Ingeniero Civil en Minas). Universidad de Chile.*
 15. Gil Agudelo, D. V. (2011). *Indicadores claves de rendimiento (KPI) Cummins de Los Andes S.A. Corporación Universitaria Lasallistas.*
 16. Gonzáles, M. (2013). *Optimización de sistemas. IUP Santiago Mariño.*
 17. Herrera Herbert, J. (2009). *Introducción al mantenimiento minero. Universidad Politécnica de Madrid.*
 18. Hervias. (2018). *Conceptos de causalidad y de diseños de investigación en la resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la investigación psicológica. 50–109.*
 19. Huarocc Ccanto, P. M. (2014). *TESIS OPTIMIZACION DEL CARGUIO Y ACARREO.pdf (p. 122).*
 20. Instituto Tecnológico Geominero de España. (2006). *Manual de arranque, carga y transporte en minería.*
 21. León Sánchez, H. (2014). *Camión volquete. Rumbo Minero.*
 22. Maxera, C. (2005). *Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo de mineral. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*
 23. Mayhua Mendoza, Á. L., & Mendoza Romero, L. (2012). *Optimización del sistema de transporte de mineral del Nivel 1070 a superficie de la Unidad de la Producción San Cristóbal - Volcan Cia Minera S.A.A. (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de Huancavelica.*
 24. Merizable, W. (2014). *Optimización del transporte de mineral, mediante la implementación de un sistema de seguridad integral. Artículos Técnicos Dspace.*

25. Mesa, D., Sánchez, Y., & Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*. *Scientia et Technica*, 30(0122–1701), 155–160.
26. Nicomedes Teodoro Esteban, Jaramillo, A. G., Bayona, D. M., Bombini, G., Laino, N., Cesaroni, C., & ... (2016). *Equipo De Investigación*. 1–4. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=gskIDR8AAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=gskIDR8AAAAJ:738O_yMBCRsC
27. Palomino, J., Peña, D., Zeballos, G., & Orizano, L. (2015). *Metodología de la Investigación*. Editorial San Marcos.
28. Paredes, E., & Mamani, H. (2018). *Carguío y transporte de minerales en operaciones mineras (Titulación en Técnico Universitario de Minas)*. Universidad Nacional de Atacama.
29. Pascual, R., Martínez, A., & Giesen, R. (2012). *Joint optimization of fleet size and maintenance capacity in a fork-join cyclical transportation system*. *Journal of the Operational Research Society*. <https://doi.org/10.1057/jors.2012.103>
30. Peña, F., Bello, E., Bello, R., Ferreira, G., & García, A. (2018). *Evaluación de indicadores claves de rendimiento usando método de inferncia borroso*. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(3), 1–12.
31. Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*.
32. Pizarro Sánchez, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPI's) en Cia Minera Los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima - 2018 (Titulación en Ingeniero de Minas)*. Universidad Nacional Micaela Bastidas.
33. Puentes, A., & Guevara, C. (2015). *Indicadores de desempeño en la gestión de proyectos, un análisis del estado del arte basado en las publicaciones científicas actuales*.
34. Quiroga Ferruz, P. I. (2016). *Diseño de herramienta computacional para control de KPI de operadores de carguío y transporte - Mina Los Bronces (Titulación en Ingeniero Civil de Minas)*. Universidad de Chile.
35. Rodriguez, J. C. (2017). *Implementación de indicadores KPI en los controles de los*

- equipos empernadores Hammer Bolt para mejorar el rendimiento de los equipos en el sostenimiento mecanizado - Mina Catalina Huanca Sociedad Minera S.A. (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional de Trujillo.*
36. *Rojas Ortiz, I. F. (2019). Optimización dle proceso de carguío y acarreo mediante el uso de KPI´s en la fase de relleno del espaldón de la presa de relaves - Antamina (Titulación en Ingeniero de Minas). Universidad de Piura.*
37. *Stubbs, E. (2004). Indicadores de desempeño: naturaleza, utilidad y construcción. Ci. Inf. Brasilia, 33(1), 149–154.*
38. *Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. San Marcos.*
39. *Vara, A. (2012). Siete pasos para una tesis exitosa. Universidad San Martin.*
40. *Venegas, H. (2012). Análisis y mejora de los procesos de adquisiciones y contrataciones de una empresa del Estado con el sector Hidrocarburos.*
41. *Yanqui, M. (2015). Toma de decisiones en la selección y reemplazo de volquete Volvo Fm-12-420 en el acarreo de material en plataformas y accesos - Unidad Minera Jessica - Cia Minera Arasi S.A.C. (Titulo en Ingeniero de Minas). Universidad Nacional San Agustín.*

Apéndices

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Optimización del transporte de mineral empleando indicadores de desempeño en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.

Tabla 14

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivos Generales	Hipótesis General			Tipo: Aplicada
¿De qué manera el uso de los indicadores de desempeño influirá en el transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A., Huancavelica – 2020?	Determinar la influencia de los indicadores de desempeño en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020	El uso de los indicadores de desempeño incide positivamente en el transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Compañía Minera Kolpa S.A., Huancavelica – 2020	Variable X: Uso de los Indicadores claves de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad • Utilización • Confiabilidad 	Nivel: Explicativo Población Conformada por la totalidad de equipos de transporte pertenecientes a la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. que realiza operaciones en la Compañía Minera Kolpa S.A., en el año 2020 Muestra: La muestra será
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Y:		

<p>PE1: ¿En qué medida incide la disponibilidad mecánica del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020?</p>	<p>OE1: Determinar en qué medida la disponibilidad mecánica del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.</p>	<p>HE1: El uso de la disponibilidad mecánica del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancavelica – 2020.</p>	<p>Optimización del transporte de mineral</p>	<p>constituida por 10 volquetes. Técnicas: La observación directa, el fichaje y el análisis documental. Instrumentos: Reportes e informes mediante fichas de los KPI's y la optimización del transporte.</p>
<p>PE2: ¿En qué medida incide la utilización del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera</p>	<p>OE2: Determinar en qué medida la utilización del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería</p>	<p>HE2: La utilización del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Demoras Operativas • Demoras mecánicas • Cumplimiento de programas. • Rendimiento de volquetes 	

Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020?	S.A., Compañía Minera	e Ingeniería S.A., Compañía Minera
PE3: ¿En qué medida incide la confiabilidad del equipo en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020?	Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020.	Minera Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020.
	OE3: Determinar en qué medida la confiabilidad del equipo incide en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020.	HE3: el uso de la confiabilidad del equipo incide en gran medida en la optimización del transporte de mineral en la Empresa Especializada Martínez Contratistas e Ingeniería S.A., Compañía Minera Kolpa S.A. Huancaveli ca – 2020.

Anexo 02: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2021			2022		
	MAY.	AGO.	SEP.	MAY.	AGO.	NOV.
1 Selección del tema de investigación	X					
2 Redacción del planteamiento del problema	X	X				

3	Redacción del marco teórico	X X X
4	Redacción del diseño metodológico	X X
5	Redacción de recursos, cronograma, fuentes de información y anexos.	X X
6	Presentación del proyecto de investigación	X X
7	Aprobación del proyecto de investigación	X X
8	Aplicación del instrumento	X X X X
9	Tratamiento estadístico	X X
10	Análisis de los resultados	X X
11	Elaboración de conclusiones y recomendaciones	X
12	Presentación del informe final de la investigación	X X
13	Levantamiento de observaciones	X X
14	Presentación y aprobación final	X
15	Sustentación de la investigación	X

Anexo 03: Presupuesto

El estudio tiene un presupuesto general de S/. 2,760.00, indicados de la siguiente manera:

DESCRIPCIÓN	PARCIAL	TOTAL
A) RECURSOS HUMANOS		
• Asesoría en metodología	• S/135.00	S/280.00
• Asesoría en procesamiento estadístico	• S/145.00	
B) BIENES NECESARIOS		
• Materiales de escritorio	• S/120.00	S/1850.00
• Laptop y cargador	• S/1200.00	
• Teléfono celular	• S/450.00	
• Memorias USB	• S/80.00	
C) SERVICIOS NECESARIOS		
• Movilidad	• S/100.00	S/630.00
• Impresión	• S/100.00	
• Revisión ortográfica	• S/100.00	
• Internet	• S/150.00	
• Línea telefónica	• S/180.00	
TOTAL		S/2,760.00

Anexo 04: Personal en operación encargado transporte de mineral y desmonte

Tabla 15

Distribución de personal operación transporte de mineral.

VOLQU	ACARREO	DISTRIBUCION DE PERSONAL OPERACIÓN VOLQUETE
ETES		

SUPERV ISION	SUPERVISOR DE VOLQUETE	URIBE ESTEBAN 1 JOSEP JOEL	ROSALES LUNA 1 JULIO CESAR	PAQUIYAURI 1 ZEVALLOS ANGEL
	Operador de Volquete N° 1 / AVJ-760	Carhuaz Zevallos Freddy Antunez	Bendezu Quispe Juan Manuel	Apolinario Barja Jhonny Jesus
	Operador de Volquete N° 2 / AVJ-787	Chahuaya Torres Eliazar	Villa Dueñas Guillermo	Guillermo Condor Euder
	Operador de Volquete N° 3 / AVJ-830	Cardenas Ramos Esteban	Huillcas Albino Julio	Hilario Cristobal Delzon Angel
LIMPIE	Operador de Volquete N° 4 / AVJ-709	Pihue Quispe Oscar	Vila Capcha Pablo Justino	Matamoros Quispe Elvis Saul
ZA DE	Operador de Volquete	Tello Taipe Edgar	Enriquez Paucar	Zevallos Huincho
DESMO	N° 5 / AVJ-712	1	1 Eduard	1 Ruben Elmer
NTE Y	Operador de Volquete	0 Soto Zevallos,	0 Perez Quispe	0 Ichpas De La Cruz
MINER	N° 6 / AVJ-728	Ranulfo Sosimo	Michael	Felix
AL	Operador de Volquete N° 7 / AVJ-717	Tello Taipe Freddy	Pariona Palomino Celso David	Tito Toscano David
	Operador de Volquete N° 8 / AVJ-718	Huillcas Marcañaupa Carlos	Ñahui Segama Ismael	Paquiyauri Huaira Isaac
	Operador de Volquete N° 7 / AVJ-719	Huillcas Marcañaupa Carlos	Quispe Paquiyauri Delfin	Sanchez Unocc Hower
	Operador de Volquete N° 8 / AVJ-720	Huincho Chavez Edgar	Mendoza Quispe Eliseo	Lima Huaira Octavio
TOTAL		11	11	11

Nota. Datos tomados del área productividad Mceisa (2020).

Anexo 05: Rutas de traslado de desmonte y mineral de interior mina a superficie - contrata MCEISA S.A.

Tabla 16

Base de datos de las rutas de recorrido de los volquetes en mina durante los meses Mayo –octubre 2020.

CODIGO	CAMARA DE CARGUIO	LABOR DE ORIGEN	LUGAR DESCARGA	KM	CUENTA	ZONA
M-1	CM. 801	TJ. 692	C1		MCEISA	RP. 02
M-2	CM. 801	TJ. 183	C1		MCEISA	RP. 02
M-3	CM. 801	TJ. 690	C1		MCEISA	RP. 02

M-4	CM. 801	TJ. 861	C1		MCEISA	RP. 02
M-5	CM. 801	TJ. 684	C1		MCEISA	RP. 02
M-6	CM. 801	TJ. 860	C1		MCEISA	RP. 02
M-7	CM. 801	CM. 801	RUBLO		MCEISA	RP. 02
M-8	CM 014	SN 014	C1		COMICIV	RP 01
M-9	CM. 270	SN 009	C1		ATR	RP. 02
M-10	CM 270	GL 505	C1		ATR	RP. 02
M-11	CM. 270	GL. 050	C1		ATR	RP. 02
M-12	CM. 270	CM. 270	RUBLO		ATR	RP. 02
M-13	CM. 270	TJ 010	C1		ATR	RP. 02
M-14	CM 270	GL 505	C1		ATR	RP. 02
M-15	CM 270	SN 011	C1		ATR	RP. 02
M-16	CM 250	SN 250	C1		COMICIV	RP. 02
M-17	CM. 250	CM. 250	RUBLO		COMICIV	RP. 02
M-18	CM 238	CM 270	RUBLO		MCEISA	RP. 02
M-19	RP. 2	BOCAMINA RP.2	CM. 092		TENCOMIN	RP. 02
M-20	CM 270	TJ. 506	C1		ATR	RP. 02
M-21	R1	PK 570	C1		ATR	RP. 02
M-22	CM. 250	CM. 250	RUBLO		COMICIV	RP. 02
M-23	PK 9	PK. 09	RUBLO		MCEISA	RP. 01
M-24	PK 9	SN 335-3E	C1		MCEISA	RP. 01
M-25	PK 9	SN 335-3W	C1		MCEISA	RP. 01
M-26	PK 9	SN 335 E	C1		MCEISA	RP. 01
M-28	CM. 845	CM. 845	RUBLO		MCEISA	RP. 01
M-29	CM. 845	SN. 845 W	C1		MCEISA	RP. 01
M-31	CM 844	CM 844	RUBLO		MCEISA	RP. 01
M-32	CM 844	SN 844	C1		MCEISA	RP. 01
M-33	PK 9	SM 335-2E	C1		MCEISA	RP. 01
M-34	CM 846	CM 846	RUBLO		MCEISA	RP. 01
M-35	SN 380	CM 400	C1		COMICIV	RP. 01
M-36	CM 605	TJ 400	C1		KOLPA	RP 01
M-37	CM 400	CM 400	RUBLO		KOLPA	RP 01
M-38	CM 179	TJ 179	C1		COMICIV	RP. 01
M-39	CM 179	CM 179	RUBLO		COMICIV	RP. 01
M-40	CM 116	TJ 064	C1		COMICIV	RP. 01
M-41	CM 116	CM 116	RUBLO		COMICIV	RP. 01
M-42	CM 074	CM 116	RUBLO		COMICIV	RP. 01
M-43	CM 074	SN 029	C1		COMICIV	RP. 01
M-44	PZ 7	PZ 7	RUBLO		KOLPA	RP 01
M-45	PZ 6	PZ 6	RUBLO		KOLPA	RP 01

M-46	CM 400	CM 605	INTERIOR MINA		KOLPA	RP 01
M-48	CM 500	CM 605	RUBLO		KOLPA	RP 01
M-49	CM 605	CM 605	RUBLO		COMICIV	RP 01
M-50	CM 900	TJ 840	C1		COMICIV	RP 01
M-51	CM 556	TJ 180	C1		MCEISA	RP 01
M-52	CM 556	TJ 290	C1		COMICIV	RP 01
M-53	PK 5	SN 498 E	C1		COMICIV	RP 01
M-54	CM 556	CM 556	RUBLO		COMICIV	RP 01
M-55	CM 426	CM 426	RUBLO		MCEISA	
M-56	CM 898	CM 898	RUBLO		COMICIV	RP 01
M-57	CM 014	SN 014	C1		COMICIV	RP 01
M-58	CM 400	CM 400	RUBLO		COMICIV	RP 01
M-59	SN 498	PK 05	C1		ATR	RP 02
M-60	CM 801	TJ 683	C1		MCEISA	RP 02
M-61	PK 9	SN 335-2E	C1		MCEISA	RP 1
M-62	GL 307	GL 307	C1		MCEISA	RP 1
M-63	CM 010	TJ 010	RUBLO		ATR	RP 1
M-64	CM 074	CM 074	RUBLO		COMICIV	RP 01
M-65	CM 320	TJ 320	C1		COMICIV	RP 01
M-66	CM 239	CM 239	RUBLO		MCEISA	RP 02
M-67	CM 605	TJ 400	C1		COMICIV	RP 01
M-68	CM 380	SN 380	C1		COMICIV	RP 01

Nota. Datos recopilados durante la recopilación de información Mceisa (2020)

Tabla 17

Código de las actividades con sus respectivas descripciones

CODIGO	DESCRIPCION
100	MATERIAL TRANSPORTADO
101	Transporte de Material
102	Otros (especificar)
200	DEMORAS OPERATIVAS
201	Reparto de guardia
202	Traslado mina
205	Traslado labor

205	Inspección de Equipo
205	Abast./Falta de combustible
206	Esperando orden
207	Traslado de equipo
208	Desate/Inspección de labor
209	No hubo carga
210	Esperando Scoop
211	Vía interrumpida
212	Falta de área para descarga
213	Ventilación deficiente
214	Voladura secundaria
215	Otros (especifique)
216	Refrigerio/Almuerzo
217	Lavado de Equipo
300	PARADAS POR FALLAS Y REPARACIÓN
301	Falla mecánica
302	Falla eléctrica
305	Mantenimiento preventivo
305	Mantenimiento programado
305	Accidentes
306	Otros MEC (especifique)

Nota. Datos tomados para el registro de actividades en nuestra base de datos Mceisa (2020).

Anexo 06: Muestra de base datos registrados durante la operación mina para el análisis de los datos.

Tabla 18

Muestra de base de datos tomados por los operadores de cada volquete meses de mayo – octubre 2020.

Fecha	Turno	Operador	CÓDIGO	PLACA	Cuenta	Clave	Actividades	Material	RUTA	CAMARA DE CARGUIO	Labo
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760		201	Reparto de guardia				
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760		205	Inspeccion de Equipo				
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM

01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-51	CM 556	TJ
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760		210	Esperando Scoop				
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-1	CM. 801	TJ
01/05/2020	DIA	HUILLCAS ALBINO JULIO	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-7	CM. 801	CM
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787		306	Otros MEC (especifique)				
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-37	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-51	CM 556	TJ
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787		216	Refrigerio/Almuerzo				
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787		210	Esperando Scoop				
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-1	CM. 801	TJ
01/05/2020	DIA	PEREZ QUISPE MICHAEL	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-1	CM. 801	TJ
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	KOLPA	101	Transporte de Material	D	M-46	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-38	CM 179	TJ
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	PI
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVK-709	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712		201	Reparto de guardia				
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712		205	Inspeccion de Equipo				
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712		205	Abast./Falta de combustible				
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712		216	Refrigerio/Almuerzo				
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712		205	Traslado labor				
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-29	CM. 845	SN.
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	VILA CAPCHA PABLO JUSTINO	MV 05	AVJ-712	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-1	CM. 801	TJ
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728		206	Esperando orden				
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728		201	Reparto de guardia				
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728		301	Falla mecanica				
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	COMICIV	101	Transporte de Material	D	M-58	CM 400	CM
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-32	CM 844	SN
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-38	CM 179	TJ
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	PI
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-8	CM 014	SN
01/05/2020	DIA	GUILLERMO VILLA	MV 06	AVJ-728	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-1	CM. 801	TJ
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	BENDEZU QUISPE JUAN MANUEL	MV 07	AVJ-717	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847		206	Esperando orden				
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847		201	Reparto de guardia				
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847		205	Inspeccion de Equipo				
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847		215	Otros (especifique)				
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	ATR	101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-32	CM 844	SN
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-16	CM 250	SN

01/05/2020	DIA	ENRIQUEZ PAUCAR EDUARD	MV 09	AVJ-847	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-62	GL 307	G
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760		201	Reparto de guardia				
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760		205	Traslado labor				
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760		306	Otros MEC (especifique)				
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	COMICIV	101	Transporte de Material	D	M-17	CM. 250	CM
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-38	CM 179	TJ
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760		210	Esperando Scoop				
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760		210	Esperando Scoop				
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-5	CM. 801	TJ
01/05/2020	NOCHE	CARDENAS RAMOS ESTEBAN	MV 01	AVJ-760	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-6	CM. 801	TJ
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787		305	Mantenimiento preventivo				
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	TENCOMIN	101	Transporte de Material	D	M-19	RP. 2	BOCAN
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	COMICIV	101	Transporte de Material	D	M-41	CM 116	CM
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	COMICIV	101	Transporte de Material	D	M-41	CM 116	CM
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787		301	Falla mecánica				
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	D	M-34	CM 846	CM
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	MCEISA	101	Transporte de Material	M	M-61	PK 9	SN
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787		210	Esperando Scoop				
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787	COMICIV	101	Transporte de Material	M	M-16	CM 250	SN
01/05/2020	NOCHE	SOTO ZEVALLOS, RANULFO SOSIMO	MV 02	AVJ-787		301	Falla mecánica				
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-17	CM. 250	CM
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-17	CM. 250	CM
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-12	CM. 270	CM
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	M	M-38	CM 179	TJ
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	D	M-23	PK 9	P
01/05/2020	NOCHE	PIHUE QUISPE OSCAR	MV 05	AVK-709		101	Transporte de Material	M	M-5	CM. 801	TJ

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores de volquete ambas guardias en el primer día Mceisa S.A. (2022).

La base de datos para el análisis de los volquetes se realiza mediante el reporte de cada operador que es entregado a final de guardia que van registrando desde el inicio de las actividades hasta final de guardia siendo esta a desde el reparto de guardia, inspección de equipo ingreso y salida por cada viaje, registro de tonelaje en balanza, y retorno hacia la mina, además de ello tenemos las demoras mecánicas que también son registrador por cada operador.

Tabla 19

Registro de numero de viajes ambas guardias por volquete 2020.

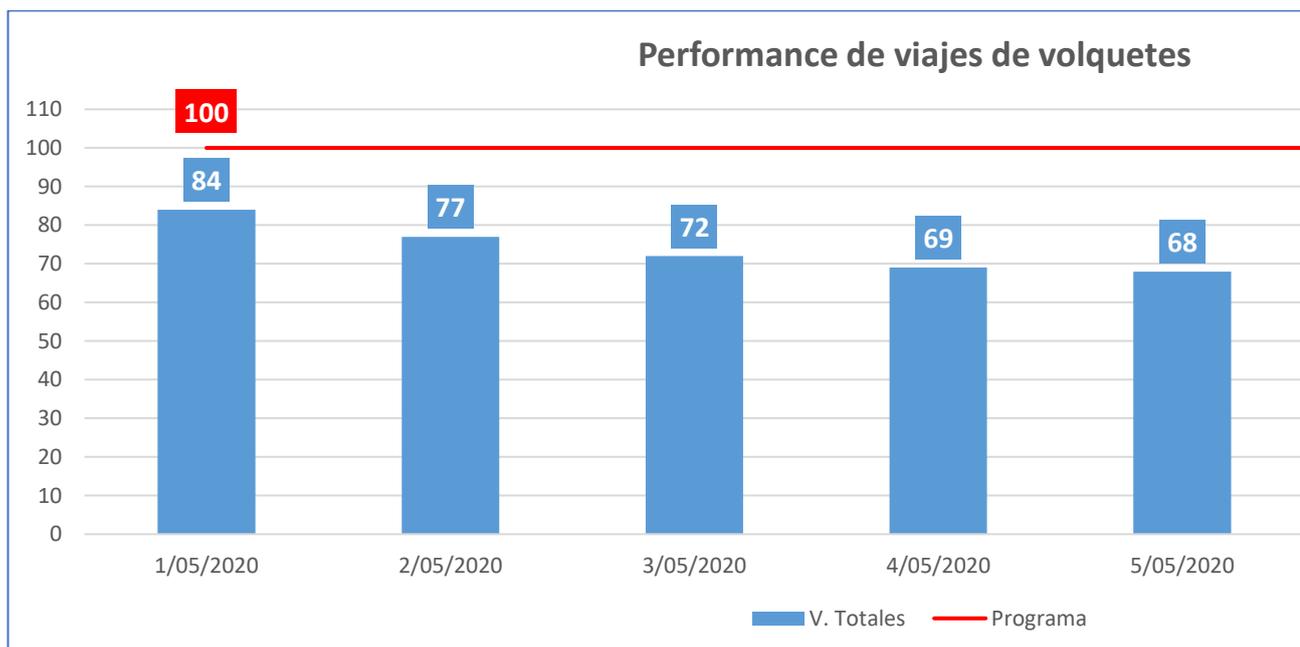
Cuenta de Material	PL AC A	Mat erial	Fe ch Tur a no		01/05/2020		02/05/2020		03/05/2020		05/05/2020		05/05/2020		06/05/2020		07/05/2020	
			DI A	NO CHE	D I A	NO CHE	D I A	NO CHE	D I A	NO CHE	D I A	NO CHE	D I A	NO CHE	D I A	NO CHE		
MV 01		D	4	3	2	2	2	1	1	4	2	2						

	AVJ															
	-	M														
	760		2	3	3	4	5	3	3	4	3	4				
MV 02	AVJ	D	3	4	2	2	2		3		3	3	3	3	2	2
	-	M														
	787		3	2	4		4	5	4	3	2	2	2	3	5	5
MV 05	AV	D	9	6	4	3	3	1		4	5	4	4	2	2	
	K-															
	709	M	1	2	4	2	5	3	1	4	2	3	3	4	3	3
MV 05	AVJ	D	3	3	6	4	2	3	2	4	4	2	4	2	1	2
	-	M														
	712		2	4	1	4	4	3	3	2	3	3	2	3	5	4
MV 07	AVJ	D	9	2	5							2	5	3	4	1
	-	M														
	717			5	2							3	2	4	1	1
MV 10	AM	D				1	2			3	2		2	1	2	2
	P-															
	819	M				1	3	2	1	3	2		3	4	4	5
MV 09	AVJ	D	5	5	5	2		3	3	2	2	3	4		3	2
	-	M														
	847		3	4	3	4	4	4	2	2	3	5	1	4	3	2
MV 06	AVJ	D	2	1	3	3	2		3	3	2	3	4		3	1
	-	M														
	728		4	3	2	3	4	4	3	4	3	3	2	3	2	3
Total, general			50	47	6	35	2	32	9	42	8	42	1	36	0	33

Nota. Datos extraídos del reporte de volquetes Mceisa S.A (2020).

Figura 8

Performance de viajes por día en ambas guardias.



Nota. Podemos ver el performance de viajes durante los 7 primeros días de los datos tomados en operación. Fuente: Elaboración Propia (2020).

Se puede mostrar cómo se va registrando por día el performance de los volquetes programados vs el ejecutado lo cual a los inicios del mes se tiene un bajo rendimiento de la extracción de mineral de la misma forma durante los meses de registro en la base de datos va ocurriendo.

Tabla 20

Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Mayo 2020.

Etiquetas de fila	Suma de Total Hrs. Oper.	Suma de TON-REAL	RENDIMIENTO EN Ton/ hr
MV 01	339.04	5357.95	15.80
MV 02	459.38	6380.64	13.89
MV 03	313.31	4926.24	15.72
MV 04	68.17	1169.13	17.15
MV 05	352.82	5595.05	15.86
MV 06	239.02	3541.34	14.82
MV 07	482.50	7802.46	16.17
MV 08	443.89	6535.93	14.72
MV 09	420.08	6899.16	16.42
MV 10	417.89	6986.16	16.72
MV 12	313.88	5072.49	16.16
Total, general	3849.9828	60266.556	15.65372084

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Tabla 21 *Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Junio 2020.*

Etiquetas de fila	Suma de Total Hrs. Oper.	Suma de TON-REAL	TON/HORA
MV 01	469.69	8131.69	17.31
MV 02	117.24	1792.96	15.29
MV 03	449.55	7862.16	17.49
MV 04	269.77	3997.58	14.82
MV 05	389.72	6786.67	17.41
MV 06	350.66	5837.03	16.65
MV 07	474.58	7755.85	16.34
MV 08	296.07	5182.21	17.50
MV 09	425.39	7098.09	16.69

MV 10	451.14	7070.50	15.67
MV 11	1.20	24.42	20.35
MV 12	528.94	8273.48	15.64
Total, general	4223.95	69812.64	16.53

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Tabla 22

Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Julio 2020

Etiquetas de fila	Suma de Total Hrs. Oper.	Suma de TON-REAL	RENDIMIENTO
MV 01	395.49	6950.62	17.57
MV 02	370.11	6211.18	16.78
MV 03	403.75	6978.03	17.28
MV 04	419.61	7024.42	16.74
MV 05	411.69	7701.99	18.71
MV 06	242.02	4288.88	17.72
MV 07	192.80	3246.58	16.84
MV 08	424.75	5947.70	14.00
MV 09	445.57	8337.79	18.71
MV 10	438.04	7096.32	16.20
MV 12	216.17	4340.15	20.08
Total general	3960	68123.655	17.20294318

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Tabla 23

Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Agosto 2020

Etiquetas de fila	Suma de Total Hrs. Oper.	Suma de TON-REAL	Ton/hr
MV 01	451.22	7784.90	17.25
MV 02	377.09	7210.83	19.12
MV 03	489.83	8591.43	17.54
MV 05	348.22	5920.12	17.00
MV 06	240.77	4517.19	18.76
MV 07	450.42	7118.22	15.80
MV 08	399.72	7425.86	18.58
MV 09	374.20	7105.74	18.99
MV 10	431.55	7919.23	18.35
MV 12	512.65	8414.03	16.41
Total general	4075.67	72007.55	17.67

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Tabla 24

Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Setiembre 2020

Etiquetas de fila	Cuenta de Total Hrs. Oper.	Suma de TON-REAL	Ton/hr
MV 01	309.00	6681.54	21.62

MV 02	253.00	5424.88	21.44
MV 03	367.00	7846.91	21.38
MV 04	8.00	167.72	20.97
MV 05	335.00	7189.79	21.46
MV 06	299.00	6409.58	21.44
MV 07	389.00	8332.25	21.42
MV 08	271.00	5926.75	21.87
MV 09	375.00	8119.88	21.65
MV 10	235.00	4942.28	21.03
MV 11	9.00	192.93	21.44
MV 12	315.00	6823.40	21.66
Total general	3165	68057.91	21.5032891

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Tabla 25

Registro de rendimiento por volquete en Ton/Hr del mes de Octubre 2020

Etiquetas de fila	Suma de TON-REAL	Cuenta de Total Hrs. Oper.	RENDIMIENTO
MV 01	7250.66	338.00	21.45
MV 02	7199.34	334.00	21.55
MV 03	6663.81	309.00	21.57
MV 04	149.64	7.00	21.38
MV 05	7437.52	341.00	21.81
MV 06	6902.30	316.00	21.84
MV 07	7577.47	351.00	21.59
MV 08	6002.12	274.00	21.91
MV 09	8734.11	402.00	21.73
MV 10	1675.92	81.00	20.69
MV 12	7969.20	366.00	21.77
Total, general	67562.09	3119.00	21.66

Nota. Datos tomados del reporte de los operadores MCEISA S.A. (2020)

Los reportes de toneladas se han recopilado de los operadores para el análisis de información que se requiere mediante una ficha de observación ya que esta información es muy valiosa para la operación considerado como uno de los requisitos para la toma de decisiones y plantear una mejora continua de inmediato.

Anexo 07: registro de los indicadores claves de desempeño de los volquetes por mes

Tabla 26

Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño mayo (2022)

MCEISA		PERFORMANCE VOLQUETES- DEL 01 AL 31 MAYO 2020- MCEISA												
EQU IPO	EQU IPO	PRO G.	HR. INS P.	HR. STAN D BY	HR. TR AB.	HR. INO P	N° FALLA S	D M (%)	UTI L (%)	MTB F1	M TT R	CO NF	OBSERVACIÓN	
APH 827	VQ-01	616.00	17	84.32	332.18	182.50	9	68%	80%	36.9	19.56	65.36%	DEL 02-05 AL 10-05-2020 problema con los cambios de velocidad de 3º y 5º	
AVJ 787	VQ-02	616.00	22.5	135.63	394.75	63.12	16	86%	74%	24.7	2.99	89.18%		
APG 813	VQ-03	616.00	18.5	88.09	348.24	161.17	19	71%	78%	18.3	6.11	75.01%	Del 13-05 al 18-05-2020 inoperativo. Por sistema de dirección (caja de dirección con fugas excesivas), servo en mal estado	
AVK 709	VQ-04	616.00	4.5	50.00	63.17	498.33	8	18%	56%	7.9	62.29	11.25%	Inoperativo por caja de cambio, muñón, caja de dirección.	
AVJ 712	VQ-05	616.00	19	118.45	363.05	115.50	22	75%	74%	16.5	3.50	82.52%	Parada constante por muelle, llanta, sistema eléctrico y radiador.	
AVJ 728	VQ-06	616.00	16.5	127.34	239.83	232.33	17	60%	65%	14.1	12.67	52.69%	Para por zapatas de freno posteriores	
ARF 836	VQ-07	616.00	24	84.43	478.8	28.77	10	92%	85%	47.9	1.96	96.07%		
APH 895	VQ-08	616.00	22	89.60	448.98	55.42	14	87%	83%	32.1	3.47	90.24%		
ARF 721	VQ-09	616.00	23.5	84.00	429.33	79.17	18	86%	84%	23.9	3.08	88.55%		
APH 897	VQ-10	616.00	22.08	72.10	429.74	92.08	14	81%	86%	30.7	5.63	84.50%	Parada constante por muelle, llanta, sistema eléctrico y radiador.	
APG 949	VQ-12	616.00	17	66.99	309.76	222.25	14	61%	82%	22.1	14.67	60.13%	01-05 AL 10-05-2020 inoperativo por cambio de velocidades 3º y 5º	
			PRO MEDIO					PRO MEDIO	71%	77%	25%	12%	74%	

Nota. Datos tomados del reporte de operadores y mantenimiento para evaluar la disponibilidad mecánica utilización y confiabilidad del mes de mayo MCEISA (2020).

En los reportes de los operadores y mantenimiento de volquetes podemos ver la disponibilidad mecánica de los volquetes, la utilización y confiabilidad siendo esta por debajo del promedio que compañía nos pide según el contratito.

Tabla 27

Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño Junio (2022)

**PERFORMANCE EQUIPOS ACARREO (VOLQUETES) - DEL DEL 1
AL 30 JUNIO 2020 - MCEISA**

EQUI PO	EQUI PO	HR. PROG.	HR. INSP.	HR. STA ND BY	HR. TRAB.	HR. INOP	N° FALLAS	DM (%)	UTIL (%)	MT BF	MT TR	CONF
APH-827	VQ-01	682.00	19.5	105.40	371.85	185.25	15	70%	78%	24.8	10.7	69.95%
AVJ 787	VQ-02	682.00	22.5	161.22	353.2	145.08	26	76%	78%	13.6	5.5	71.24%
APG 813	VQ-03	682.00	26.5	96.68	478.65	80.17	16	84%	83%	29.9	4.0	88.15%
AVK 709	VQ-04	682.00	0	0.00	0	682.00	0	0%	0%	0.0	0.0	0.00%
AVJ 712	VQ-05	682.00	23.54	114.21	440.08	104.17	17	81%	81%	25.9	4.9	83.97%
AVJ 728	VQ-06	682.00	26.5	144.21	408.76	102.53	23	81%	81%	17.8	3.3	84.14%
ARF-836	VQ-07	682.00	26	97.38	498.54	60.08	21	88%	84%	23.7	2.3	91.29%
APH 895	VQ-08	682.00	23	155.97	367.45	135.58	29	77%	70%	12.7	4.5	73.93%
ARF 721	VQ-09	682.00	24.5	101.32	474.88	81.30	26	84%	82%	18.3	2.8	86.87%
APH-897	VQ-10	682.00	17.5	61.60	327.07	275.83	23	57%	84%	14.2	11.7	54.81%
APG-949	VQ-12	682.00	25	132.43	431.49	93.08	21	83%	83%	20.5	3.8	84.46%
PROMEDIO 10 VOLQ								78%	80%	20.14	5.34	79%
PROMEDIO 9 VOLQ								81%	80%	21.58	5.45	78%

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores analizados durante el mes junio (2020).

Tabla 28

Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño Agosto (2022).

EQUIPO	EQUIPO	HR. PROG.	HR. INSP.	HR. STA ND BY	HR. TRAB.	HR. INOP	N° FALLAS	DM (%)	UTIL (%)	MTBF	MTTR	CONF	OBSERVACIONES
APH-827	VQ-01	660.00	28.5	144.74	460.01	26.75	7	92%	79%	65.7	1.6	97.61%	Del 07 al 20 de agosto Inoperativa caja dirección, bomba hidráulica levante de brazo e p de delantero.
AVJ 787	VQ-02	660.00	10.5	120.01	101.99	427.50	8	34%	46%	12.7	53.4	19.26%	

APG 813	VQ-03	660.00	28	136.51	474.66	20.83	10	93%	95%	47.5	2.1	95.80%	(demora reparación espera repuestos)	
AVK 709	VQ-04	660.00	19.6	174.47	259.93	206.00	7	66%	69%	37.1	4.6	0.00%	Del 01 al agosto Inoperativ equipo reparación Desde el m mayo.). * 12 t/ agosto 20 hizo traba soldadura bastidores estabilizad tolva. * 19 t/d a mecánico rampa n° rotura de de eje reenvió acondicion para que quede inoperativ espera repuesto.	
AVJ 712	VQ-05	660.00	27.5	184.76	418.41	29.33	17	91%	89%	24.6	1.6	93.87%		
AVJ 728	VQ-06	660.00	25	241.80	361.95	31.25	10	91%	89%	36.2	2.2	94.21%		
ARF-836	VQ-07	660.00	27.5	145.10	448.9	38.50	5	90%	85%	89.8	3.8	95.94%		
APH 895	VQ-08	660.00	25.5	223.73	338.27	72.50	10	85%	73%	33.8	3.0	91.98%	* 13 de a 2020. Se n trabajo soldadura base infer pin de * 15 t/ agosto auxilio me por recalentam del motor (rotura de de distrib de ventil se cambi tensor n * 20 t/ agosto 20 realiza mantenim preventivo pm4 mantenim de freno 3er eje.	
ARF 721	VQ-09	660.00	27	210.76	394.99	27.25	11	92%	79%	35.9	1.9	95.01%		
APH-897	VQ-10	660.00	27	195.80	416.03	21.17	8	94%	84%	52.0	1.1	97.92%		
APG-949	VQ-12	660.00	27	130.36	475.89	26.75	10	92%	82%	47.6	1.5	96.89%		
								PROMEDIO 11 VOLQ	84%	79%	43.91	6.98	80%	
								PROMEDIO 9 VOLQ	91%	82%	48.12	2.09	95%	

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores analizados durante el mes Agosto (2020).

Tabla 29

Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño setiembre (2022).

EQUIPO	EQUIPO	HR. PROG.	HR. INSP.	HR. STAND BY	HR. TRAB.	HR. INOP.	N° FALLAS	DM (%)	UTIL (%)	MTBF	MTTR	promedio dis.	CONF
APH-827	VQ-01	682.00	28.5	162.66	453.67	37.17	17	91%	94%	26.7	1.0	85%	96.46%
AVJ 787	VQ-02	682.00	26.5	185.02	405.15	65.33	22	87%	89%	18.4	1.7	85%	91.46%
APG 813	VQ-03	682.00	26	131.77	497.81	26.42	16	92%	88%	31.1	1.4	85%	95.78%
AVK 709	VQ-04	682.00	0	0.00	0	682.00	1	0%	0%	0.0	198.0	85%	0.00%
AVJ 712	VQ-05	682.00	24.5	242.85	357.9	56.75	22	88%	81%	16.3	2.0	85%	89.27%
AVJ 728	VQ-06	682.00	22.5	268.56	248.69	142.25	20	76%	78%	12.4	6.3	85%	66.27%
ARF-836	VQ-07	682.00	28.5	213.19	404.73	35.58	14	91%	85%	28.9	1.7	85%	94.31%
APH 895	VQ-08	682.00	24.5	174.14	411.11	72.25	18	86%	79%	22.8	2.7	85%	89.37%
ARF 721	VQ-09	682.00	27	160.67	421.08	73.25	23	85%	82%	18.3	3.0	85%	85.98%
APH-897	VQ-10	682.00	28	171.63	438.29	44.08	19	90%	80%	23.1	1.6	85%	93.44%
APG-949	VQ-12	682.00	30	149.51	469.49	33.00	16	91%	86%	29.3	1.9	85%	93.95%
PROMEDIO 10 VOLQ								88%	84%	22.74	2.33		90%
PROMEDIO 9 VOLQ								87%	85%	24.29	1.82		92%

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores analizados durante el mes Setiembre (2020).

Tabla 30

Cuadro de resumen de los indicadores claves de desempeño Octubre (2022).

EQUIPO	EQUIPO	HR. PROG.	HR. INSP.	HR. STAND BY	HR. TRAB.	HR. INOP.	N° FALLAS	DM (%)	UTIL (%)	MTBF1	MTBF2	MTTR	CONF	OBSERVACIÓN
APH 827	VQ-01	682.00	30	104.56	497.44	50.00	18	88%	83%	23.2	33.4	2.78	89.30%	
AVJ 787	VQ-02	682.00	38.5	108.05	494.65	40.80	17	88%	82%	24.4	35.5	2.40	91.06%	
APG 813	VQ-03	682.00	20.5	206.49	386.91	68.10	24	87%	65%	12.4	24.7	2.84	81.41%	
AVK 709	VQ-04	682.00	60.32	154.98	396.37	70.33	15	81%	72%	17.7	36.8	4.69	79.07%	
AVJ 712	VQ-05	682.00	25	184.55	412.15	60.30	22	87%	69%	14.9	27.1	2.74	84.42%	
AVJ 728	VQ-06	682.00	20.7	178.78	417.19	65.33	22	87%	70%	15.1	27.1	2.97	83.52%	Equipo a falta de operador en el mes de

Identificador	Código	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5	Valor 6	Valor 7	Valor 8	Valor 9	Valor 10	Valor 11	Valor 12	Valor 13	Valor 14
ARF 836	VQ-07	330.00	20.3	-	585.99	14.50	4	89%	199%	137.8	73.8	3.63	97.44%	octubre baja utilización	
APH 895	VQ-08	682.00	20.5	290.79	400.54	59.50	18	88%	67%	17.8	33.4	3.31	84.34%	Equipo empieza a trabajar el día 17/01/2022	
ARF 721	VQ-09	682.00	18.5	117.09	486.28	60.13	25	88%	81%	16.3	24.1	2.41	87.15%		
APH 897	VQ-10	682.00	23.7	182.67	430.99	44.64	17	90%	70%	21.3	36.1	2.63	89.04%		
APG 949	VQ-12	682.00	50.2	199.87	300.02	131.91	24	73%	60%	4.9	20.8	5.50	47.20%	Del 16/10/2022 al 21/10/2022: inoperativo por falla con la caja de transmisión, no ingresa el 3er y 5to cambio, presenta recalentamiento de caja transmisión falla de sensor de temperatura de caja transmisión. Sin modulo ABS	
PROMEDIO								86%	83%	3009%	33.90	3.26	87%		

Nota. Datos tomados de los reportes de los operadores analizados durante el mes octubre (2020).

Anexo 08: reporte de cumplimiento de programa y tonelaje real de transporte de interior mina s superficie durante los seis meses

Tabla 31

Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie mayo (2020)

Etiquetas de fila	Suma de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de N° de viajes
MV 01	573484.44	573823.48	263
MV 02	941412.9	941872.28	318
MV 03	877587.78	877901.09	239
MV 04	207315.06	207383.23	79
MV 05	888498.54	888851.36	281
MV 06	485340.34	485579.36	171
MV 07	703666.79	704149.29	378
MV 08	925554.02	925997.91	319
MV 09	618934.01	619354.09	331
MV 10	814944.53	815362.42	371
MV 12	655607.95	656666.59	249
Total, general	7692346.36	7696941.1	2999

Nota. Datos extraídos de los reportes del mes de mayo (2020).

Tabla 32

Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie Junio (2020)

Etiquetas de fila	Suma de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de TON-REAL	Suma de N° de viajes
MV 01	808661.58	809101.68	7250.658	338
MV 02	977628.45	978038.76	7199.34	334
MV 03	981799.67	982212.45	6663.81	309
MV 04	21453.47	21461.2	149.64	7
MV 05	1293433.41	1293887.18	7437.52	341
MV 06	888088.53	888481.23	6902.3	317
MV 07	757797.15	758248.55	7577.47	351
MV 08	861954.06	862608.35	6002.12	274
MV 09	826056.42	826526.76	8734.11	403
MV 10	208437.76	208537.48	1675.92	81
MV 12	683720.14	684195.01	7969.2	366
Total, general	8309030.64	8313298.65	67562.088	3121

Nota. Datos extraídos del reporte del mes de junio (2020)

Tabla 33

Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie Julio (2020)

Etiquetas de fila	Cuenta de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de TON-REAL	Suma de N° de viajes
MV 01	619544.2	619544.2	6681.54	309
MV 02	735764.41	735764.41	5424.88	253
MV 03	1146571.97	1146571.97	7846.91	364
MV 04	21031.31	21031.31	167.72	8
MV 05	1131010.61	1131010.61	7189.79	329
MV 06	910210.12	910210.12	6409.58	302
MV 07	688629.5	688629.5	8332.25	389
MV 08	855061.44	855061.44	5926.75	271
MV 09	857173.076	857173.076	8119.88	375
MV 10	489336.76	489336.76	4942.28	235
MV 11	11598.33	11598.33	192.93	9
MV 12	581591.35	581591.35	6823.4	315
Total general	8047523.076	8047523.076	68057.91	3159

Nota. Datos extraídos del reporte del mes de Julio (2020).

Tabla 34*Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie Agosto (2020)*

Etiquetas de fila	Suma de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de TON-REAL	Suma de N° de viajes
MV 01	870490.53	839228.38	8131.69	394
MV 02	293908.25	294025.49	1792.96	87
MV 03	998120.09	998569.64	7862.16	386
MV 04	715420.66	715690.43	3997.58	191
MV 05	1077245.02	1077644.1	6786.67	323
MV 06	740847.14	705088.96	5837.03	279
MV 07	767216.29	767690.87	7755.85	383
MV 08	1018719.9	826912.01	5182.21	243
MV 09	959769.1	960194.49	7098.09	332
MV 10	788674.12	772253.48	7070.5	337
MV 11			24.42	1
MV 12	873854.28	874383.22	8273.48	397
Total general	9104265.38	8831681.07	69812.64	3353

Nota. Datos extraídos del reporte del mes de Agosto (2020).**Tabla 35***Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie Setiembre (2020)*

Etiquetas de fila	Suma de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de TON-REAL	Suma de N° de viajes
MV 01	808661.58	809101.68	7250.658	386
MV 02	977628.45	978038.76	7199.34	355
MV 03	981799.67	982212.45	6663.81	349
MV 04	21453.47	21461.2	149.64	7
MV 05	1293433.41	1293887.18	7437.52	362
MV 06	888088.53	888481.23	6902.3	317
MV 07	757797.15	758248.55	7577.47	369
MV 08	861954.06	862608.35	6002.12	274
MV 09	826056.42	826526.76	8734.11	418
MV 10	208437.76	208537.48	1675.92	81
MV 12	683720.14	684195.01	7969.2	396
Total general	8309030.64	8313298.65	67562.088	3314

Nota. Datos extraídos del reporte del mes de Setiembre (2020).

Tabla 36

Cumplimiento de viajes por mes de interior mina a superficie Octubre (2020).

Etiquetas de fila	Suma de Horó. Inic	Suma de Horó. Fin.	Suma de TON-REAL	Suma de N° de viajes
MV 01	811807.23	812338.55	7784.899	387
MV 02	1077284.69	1077661.78	7210.83	352
MV 03	1067784.85	1068636.34	8591.43	433
MV 05	1033784.49	1034132.71	5920.12	292
MV 06	673623.85	673854.45	4517.19	227
MV 07	2277910.35	2278360.77	7118.224	346
MV 08	960014.14	960413.86	7425.86	350
MV 09	718497.72	718871.92	7105.74	344
MV 10	913698.12	914129.67	7919.23	405
MV 12	929788.84	930301.49	8414.03	415
Total general	10464194.28	10468701.54	72007.553	3551

Nota. Datos extraídos del reporte del mes de Ocutubre (2020).

Anexo 09. Panel fotográfico de las evidencias del proceso de la investigación.

Imagen 1

Estacionamiento de los volquetes con sus respectivos dispositivos de seguridad Kolpa S.A. (2020).



Nota. podemos ver la fotografía del estacionamiento de los volquetes al finalizar la guardia. Fuente: Elaboración Propia (2020)

Al finalizar la guardia los operadores están obligados a dejar estacionado los volquetes con sus respectivos dispositivos de seguridad realizando la limpieza y/o lavado de equipo.

Imagen 2

Reparto de guardia de los operadores de volquete MCEISA S.A. 2020.



Nota. En la imagen podemos ver el reparto de guardia de los operadores. Fuente: Elaboración propia.

Para el inicio de guardia la supervisión siempre realiza el reparto de guardia en base a las coordinaciones con compañía para la extracción de mineral donde se planifica la cantidad de viajes que debe ser extraídos de interior mina a superficie, y en base a ello la supervisión tiene que programar la distribución de los equipos considerando los indicadores de desempeño.

Imagen 3

Inducción de personal nuevo a cargo del inspector de seguridad 2020



Nota. En la imagen podemos ver la inducción del personal nuevo en el primer día, Fuente. Elaboración propia (2020).

En el primer día los operadores de volquetes realizan el recorrido de la inducción encargado por un personal del área de seguridad donde se les hace conocer las vías principales de la Rampa 01 y la Rampa 02 de la unidad Minera Kolpa S.A.

Volquetes en taller de maestranza

Imagen 4

Volquetes a la espera de la relación por mantenimiento MCEISA S.A. 2020.



Nota. En la figura podemos ver las imágenes de los volquetes en correctivos. Fuente: Elaboración Propia (2020).

Imagen 5

Taller de maestranza de los volquetes MCEISA S.A. 2020



Nota. En la figura podemos ver los espacios donde guardamos los lubricantes y herramientas del área de mantenimiento. Fuente: Elaboración Propia (2020).

Imagen 6

Taller asignado por compañía a MCEISA S.A (2020)



Nota. En la imagen podemos ver el taller de Volquetes MCEISA S.A. Fuente: elaboración propia (2020).

Imagen 7

Almacén de repuestos para la operación mina y volquetes MCEISA 2020.



Nota. En la imagen podemos ver las imágenes del taller de almacenamiento de repuestos., Fuente: Elaboración Propia. (2020).

Volquetes en el proceso de extracción de mineral

Imagen 8

Volquete llegando a balanza (2020)



Nota. En la imagen podemos ver los volquetes llegando a balanza para registrar la cantidad de tonelaje. Fuente: Elaboración propia (2020).

Imagen 9

Volquete en el pesaje de tonelaje del mineral.



Nota. En la imagen podemos ver al volquete registrando su peso en la balanza de la Compañía Minera Kolpa S.A. Fuente: Elaboración propia (2020).

Imagen 10

Volquete 03 en la en la Cancha de acumulación de mineral para descargar proceder con la descarga de mineral.



Nota. En la imagen se puede ver el estacionandose para la descarga del mineral.
Fuente: elaboración propia (2020).

Imagen 11

procedimiento de descarga de mineral los volquetes.



Nota. Podemos ver la descarga de mineral de los volquetes. Fuente: Elaboración propia (2020).