

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“TIEMPO DE OPERACIÓN Y RENDIMIENTO EN
LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN
UNA UNIDAD MINERA SUPERFICIAL DE
CAJABAMBA, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero De Minas

Autores:

Wilder Erlin Roncal Cordova

Asesor:

MG. Danny Danien Valderrama Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-6810-8910>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gladys Sandi Licapa Rodolfo
	Nombre Y Apellidos

Jurado 2	Jairo Pinedo Taquia
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Danny Daniel Valderrama Gutiérrez
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

7624_Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	plakauto.fr Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	2%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedicado a mis hijos Adib y Naim por ser fuente de mi inspiración, alegría y mi fortaleza en mis momentos difíciles, este logro se los dedico a ustedes, convencido de que, la mejor enseñanza que le puedo dar es con el ejemplo, cumplo un objetivo más con esfuerzo, perseverancia y mucho sacrificio, ¡los amo!

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por concederme muchas bendiciones, vida, salud, sabiduría, trabajo, etc. También a mi abuelita quien me cuidó en mis años más frágiles de mi niñez, además de inculcarme valores, para ser una persona de bien en la sociedad, agradecerle infinitamente porque sé que desde el cielo ella me guía por el camino correcto, a mi madre y mi padre por concederme la vida.

Además, el agradecimiento infinito al docente asesor, ya que, gracias a sus enseñanzas se hace posible la realización de manera correcta de la presente tesis.

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Capítulo I: Introducción	10
Capítulo II: Metodología	11
Capítulo III: Resultados	26
Capítulo IV: Discusión y Conclusiones	37
Referencias	41
Anexos	41

Índice de tablas

Tabla 1 Demoras operativas	21
Tabla 2 Demoras no operativas	23
Tabla 3 Total de demoras de excavadoras del mes de noviembre	26
Tabla 4 Descripción de demoras EX-39 mes de noviembre.....	28
Tabla 5 Total de demoras de volquetes mes de noviembre	30
Tabla 6 Prueba de normalidad Kolgomorov-Spinov	34
Tabla 7 Correlación de Spearman operación - Rendimiento	35
Tabla 8 Correlación de Spearman Operación - Rendimiento en carguío	35
Tabla 9 Correlación de Spearman Operación - rendimiento en acarreo.....	36
Tabla 10 Tiempo de demoras de Excavadoras	43
Tabla 11 Descripción de tiempos de demoras	44
Tabla 12 Tiempos de demoras de volquetes	45
Tabla 13 Matriz de consistencia	47

Índice de figuras

Figura1 Ciclo de carguío	17
Figura2 Ciclo de acarreo.....	18
Figura3 Demoras de excavadoras mes de noviembre	27
Figura4 Demoras de EX-39 mes de noviembre.....	29
Figura 5 Demoras de volquetes mes de noviembre	33

Tabla de ecuaciones

Ecuación 1 Utilización.....	24
Ecuación 2 Rendimiento	24
Ecuación 3 Factor Rendimiento.....	24

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca, 2022. La metodología tiene un estudio cuantitativo asimismo es de tipo básica, según el diseño de investigación es no experimental, descriptivo correlacional y según la presentación de datos prospectiva, transversal, además la población está constituida por 54 volquetes SCANIA G 540 XT, 4 excavadoras CAT 390 F, 3 excavadoras CAT 336 D y 4 cargadores frontales CAT 980G, de los mismos que utilizaremos para nuestra solamente 54 volques y 4 excavadoras 390F, para lo cual haremos uso del método de muestreo probabilístico, aleatorio simple. Los resultados indican que si se emplea las estrategias se puede reducir el tiempo de demoras, en cuanto a las excavadoras se lograría reducir unas 400 horas aproximadamente en cuanto al tiempo de demora; mientras en los camiones se puede reducir unas 4500 horas aproximadamente en cuanto al tiempo de demora. Concluyendo que las estrategias permitirán una reducción en el tiempo de demoras, beneficiando a la empresa ya que los tiempos de demora se convertirán en tiempos operativos logrando aumentar la productividad.

PALABRAS CLAVES: Operación y rendimiento, minería superficial, carguío y acarreo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es una actividad de suma importancia para el desarrollo económico y el progreso de los pueblos de todos los países en el mundo, puesto que, genera riqueza y permite la sustentabilidad de sus poblaciones. La minería se caracteriza por el movimiento de grandes cantidades de material ya sea (mineral y/o desmonte), para lo cual se requiere de equipos de carguío, acarreo, auxiliares y otros, en los mismos que se debe reducir los tiempos improductivos, para una utilización óptima y por ende mejorar su rendimiento, el mismo que nos permitirá lograr las metas proyectadas, los equipos, con los cuales se trabaja en minería están expuestos a trabajos que requieren el máximo rendimiento, lo cual hará que presenten desgastes prematuros, si no se cumple con el plan de mantenimiento programado por el fabricante, además las demoras operativas y las demoras no operativas, reducirán la utilización y tanto equipos de carguío y de acarreo no lograrán cumplir las metas programadas. Dado que la industria minera es una industria "intensiva en equipos" con altos costos de inversión y operación, es muy importante seleccionar y calcular correctamente el equipo minero. El costo de una unidad minera depende principalmente del tipo y tamaño del equipo elegido y si es suficiente para usar el tiempo de operación (Ortiz et al. 2015). Para lo cual es de suma importancia implementar sistemas que permitan un control adecuado en tiempo real de cada uno de los equipos, ya que con el tiempo de utilización los equipos se verán afectados y la reducción de la disponibilidad mecánica será considerable, según un estudio de campo en 6 años consecutivos de trabajo de equipos de carguío y acarreo, la disponibilidad mecánica se verá reducida en un 44% y el 51% respectivamente según (Guerra & Montes 2021).

Según Robles, Foladori y Zayago (2020), indican que los avances tecnológicos en las grandes empresas mineras mexicanas se han desarrollado, ya que han logrado automatizar sus actividades, con la implementación de programas tecnológicos, los mismos que han logrado una digitalización, integración, automatización y un excelente control en los diferentes procesos que se realiza en la minería, lo que permite lograr un control efectivo de las actividades de carguío y acarreo reduciendo tiempos improductivos, y de esta manera lograr una óptima utilización, además mejorar el rendimiento en la producción de cada equipo inmerso en la operación, ya que se tiene un control en tiempo real de cada uno de

estos.

En el Perú en la actualidad se han implementado programas tecnológicos según Leyva (2019), menciona que el control del costo del área de Operaciones de cualquier compañía minera para los equipos de carguío y acarreo que se encuentran a cargo del área de operaciones, se han basado en las horas efectivas trabajadas y toneladas de material movidas, las mismas que nos dará como resultado el rendimiento de cada uno de los equipos, esto es de suma importancia porque tiene un precio en dólares por hora efectiva (\$/hora efectiva); por lo tanto, se debe evaluar e implementar un sistema de control. que permita mejorar el rendimiento, para lo cual será necesario implementar un programa en los equipos a Tajo o Cielo Abierto (DISPATCH), el que permite un control total de las operaciones.

En la minería cajamarquina también se ha desarrollado diferentes programas que permiten optimizar el proceso de carguío y acarreo según Castillo (2014), la relación entre el equipo de carguío y los equipos de acarreo es de suma importancia para alcanzar las metas proyectadas en minería a cielo abierto, el dimensionamiento de camiones para el acarreo en minería superficial es una tarea la cual se debe tener en cuenta diferentes aspectos, características del material, capacidad del equipo de carguío, estado de las vías de acarreo, rendimiento de motores en la altura y disponibilidad mecánica, puesto que existen diferentes modelos, marcas y tamaños. En teoría la cantidad de camiones representará la capacidad de acarreo y balanceará la producción estimada por el equipo de carguío hasta completar la capacidad potencial instalada, en este punto se obtendrá el factor de productividad (FP), aspecto que permitirá en la toma de decisiones en el área de dispatch, la misma que cumple una función muy importante, puesto que permite la optimización de activos tales como equipo de carguío, acarreo y otros, además brinda información para la operación y así, contribuir con las metas proyectadas.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el tiempo de operación contribuye en el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca, 2022?

1.3. Objetivos

La investigación tiene como objetivo determinar la relación del tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022.

Como primer objetivo específico, Determinar la relación del tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022. Según el tiempo de operación en los equipos de carguío.

Segundo objetivo específico, Determinar la relación del tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022. Según el tiempo de operación en los equipos de acarreo.

1.4. Hipótesis

Esta investigación posee una hipótesis ya que proporciona un orden y lógica al estudio lo que favorece la descripción y explicación; por ende, la hipótesis de esta investigación es: Existe relación significativa entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022.

Como primera hipótesis, Existe una relación significativa entre el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, según el tiempo de operación en los equipos de carguío.

Y como segunda hipótesis, Existe una relación significativa entre el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, según el tiempo de operación en los equipos de acarreo.

Contando con el respaldo de investigaciones realizadas, a continuación, describiremos los antecedentes realizados a nuestro trabajo, según Mestanza (2021). En su tesis titulada “La gestión de la demora en el abastecimiento de combustible y su influencia en la productividad de equipos de acarreo en una empresa minera de la ciudad de Cajamarca”, El objetivo fue determinar el impacto de la gestión de demoras de abastecimiento de combustible en la producción de los quipos de transporte en la compañía minera de la ciudad de Cajamarca, la metodología empleada es analizar los datos de la información inscrita por el sistema de gestión de flotas de la compañía. Se utilizó el Software

R, se obtuvo para $r = -0.37$ y $p = 3.51e^{-09}$ para método de Pearson, $r = -0.36$ y $p = 1.022e^{-08}$ para Spearman correspondientemente, donde resulto que existe entre sus variables una moderada correlación negativa.

Guerra & Montes (2021). En su artículo de investigación titulado "relación entre la productividad, mantenimiento y el remplazo del equipamiento minero en la gran minería", presenta como objetivo, describir los procesos técnicos en minas, características de equipos mineros involucrados en el proceso minero, evaluación de condiciones mecánicas de reemplazo, la metodología se realizó utilizando el estudio de casos como técnica principal. Para ello se describe el proceso técnico de la mina, se evalúan los equipos mineros que intervienen en el proceso de minado, las condiciones de reposición de los equipos y el impacto de los defectos en el proceso. El proceso incurre en costos operativos, obteniendo como resultado, reducciones de productividad del parque de máquinas entre el 44% y el 51%, y la principal causa es la disponibilidad mecánica, por ende, la optimización de la utilización será clave en los primeros tres años, ya que en dichos años la maquinaria contará con una disponibilidad mecánica mayor al 80%.

Apaza (2017). En su tesis de investigación titulada "Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.", presenta como objetivo, apoyar y proponer métodos para minimizar el tiempo improductivo para aumentar continuamente la productividad durante la carga y el transporte, aumentando así la utilización del equipo y manteniendo la seguridad, la metodología se realizó mediante la implementación de un software de simulación de Arena 12, el cual permitió el dimensionamiento óptimo de la flota, obteniendo un incremento de producción del 12.5% y una disminución de horas de demoras en el carguío de un 65.6%. Concluye que la aplicación de la propuesta de mejora continua minimiza los retrasos en las operaciones de carga y envío de unidades; logrando así un aumento de la producción mensual de mineral.

Castillo (2014). En su tesis de investigación titulado "factor equivalente entre la flota de carguío y acarreo, y su aplicación en el área de dispatch en minera Yanacocha", presenta como objetivo, explicar parámetros tales como velocidades, distancia de acarreo, productividades, usos, disponibilidades, etc. La metodología empleada fue utilizando un software Jmineops en sistema operativo donde se permite medir el desempeño de la operación y por ende tomar los respectivos controles, así como las decisiones que contribuyan a lograr los objetivos del plan de minado, obteniendo como resultado, la gestión

de los retrasos en el reabastecimiento de combustible tiene un impacto significativo en la productividad del equipo de transporte. Concluyendo que al emplear dispatch permitió un control adecuado logrando que la mina optimice su ciclo de transporte y a reducir un 25% drásticamente los tiempos de inactividad de los camiones.

Pecharromán, Mesa, Gonzáles, & Andrés, (2014). En su artículo de investigación titulado "valorización de los sistemas de control automáticos de maquinaria en grandes proyectos de minería a cielo abierto", tiene como objetivo, determinar algunas estrategias para obtener datos en tiempo real sobre el estado de la maquinaria y así disminuir el tiempo de demoras. La metodología que se ha empleado para recolección de datos es el GPS, tacógrafos y ordenadores la cual permiten obtener datos sobre la ubicación de la máquina. Los parámetros más importantes para el desarrollo de estos sistemas son la ubicación geográfica del vehículo y el consumo de combustible. Al conocer la ubicación y estado real de los equipos, se pueden planificar operaciones en tiempo real, optimizando el proceso de minado, obteniendo como resultado la optimización de la planificación de las operaciones en el proceso extractivo.

Morales (2020) la tesis titulada "Optimización de carguío y transporte en tiempo real mediante el Software Jmineops – Estudio de caso, trabajando bajo un objetivo general es emplear del software Jmineops para optimizar la carga para el transporte de minerales en tiempo real es un documento descriptivo adecuado; El diseño de investigación experimental y los métodos de investigación de análisis comparativo concluyen que el uso de la aplicación de software Jmineops en el sistema operativo del software para optimizar la carga y el transporte reduce el Kø%, donde se redujo el 3% en el tiempo de espera al equipo de carga, en los equipo de transporte. , y él % de Hang fue del 10%, lo que demuestra que el tiempo que espera el equipo de carga para la llegada del equipo de acarreo se estima del 2014 al 2018, y este dato se considera óptimo en minas, teniendo en cuenta el tiempo real y la distancia que existencia de la infraestructura minera alcanzó 525,000 TMD en el período de lanzamiento inicial utilizando el software Jigsaw de Jmineops. En 2018, la puesta en marcha del sistema minero energético y contabilidad de costos. Para el 10 de marzo de 2018, la tasa de suspensión promedio era del 15,6 %, incluso más alta que la tasa de suspensión óptima del 10 %, lo que indica que una tasa de suspensión superior a la óptima generaría pérdidas financieras para las empresas mineras. Inversión en soporte de sistema en sitio de \$180,144. Ahorros de aproximadamente \$11,281,944 por año para operar un sistema dinámico y reducir la congestión.

Leyva (2019). En su tesis titulada “implementación del sistema Dispatch: control de equipos de carguío y acarreo en minería a cielo abierto para optimizar costos operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. mina – 5 Marcona – Perú”, tiene como objetivo, Analizar el proceso actual de Control de Equipos en el área de Operaciones Mina en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú - Mina5. Metodología es mediante la toma de datos en un determinado tiempo para contrastar las mejoras que se obtendrán con la implementación del sistema dispatch, teniendo como resultados, una diferencia considerable en costo unitario en carguío y acarreo de 0.435\$/TM y 0.268 \$/TM respectivamente.

La justificación de nuestro estudio se basa en el aporte y correcto control de equipos mediante el sistema DTS (Dispatcher Training System), la cual es un sistema dinámico con multitud de variables que interaccionan de forma constante entre sí, con el propósito de lograr una simulación que logre al tiempo un adecuado grado de precisión, la misma que permita un control eficiente, exacto y representativo en tiempos y costos de los equipos de carguío y acarreo en la operación minera superficial, en la mediana y gran minería. Por otro lado, en la empresa minera se muestra que, debido a las situaciones climáticas, el uso del operador y otros factores laborales hacen que las operaciones tengan tiempos no operativos. El tiempo requerido para la operación de cada unidad juega un papel importante, el objetivo principal es lograr la optimización necesaria con la gestión del tiempo mediante algunas estrategias, por lo que consideramos equipos no operativos o parados como tiempos perdidos en producción. y por ende pérdidas en las finanzas de la empresa, por lo que en este trabajo tratamos de optimizar el proceso de carga y transporte con el fin de reducir los tiempos muertos de los equipos.

En esta parte de la tesis se dará a conocer el marco teórico que tendrá como punto primordial el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022.

Las unidades con las que se trabajan, para medir el movimiento de tierras más usados son, metros cubico (m³) o en toneladas (ton.), por otro lado, la unidad de tiempo más empleada es la hora, pero también se puede expresar toneladas producidas por día, en el transcurso de esta investigación se va a producir demoras que resultan inevitables para las operaciones y han sido identificadas las siguientes:

- Alimentación – descanso.
- Cambio de guardia
- Cambio de turno

De las mismas que no tomaremos en cuenta la demora por alimentación – descanso, ya que es en el único caso que no podremos hacer un ajuste para ganar tiempo en la operación en las demás se considerara un ajuste del 50% del tiempo total.

El sistema DTS, el mismo que, permitirá la detección de demoras, está conformado por diferentes elementos que se complementan, para controlar los procesos básicos de un ordenador, los mismos que permitirán, también el funcionamiento de otros programas.

Según Leyva (2019). Operaciones o procesos unitarios se denomina procesos unitarios a las actividades que son indivisibles de procesos de transformación donde se dan un intercambio de energía de tipo físico de una materia prima en otro producto con características diferentes. En la minería la etapa de explotación se da inicio con la perforación, la misma que consiste en la realización de agujeros, con un diámetro y profundidad determinada, en estos se alojaron los explosivos, para dar paso a la voladura o también llamada tronadura, que consiste en la fracturación del macizó rocoso, para luego continuar con el proceso de carguío, el que se está referido específicamente al carguío de material (mineral/desmante) del tajo o yacimiento, realizado por excavadoras o cargadores frontales de acuerdo a los polígonos marcados por el área de topografía juntamente con geología mina, quienes determinan el tipo de material, una vez culminado el proceso antes mencionado se dará inicio al proceso de acarreo el mismo que se refiere al traslado de material (mineral/desmante), del tajo a determinados puntos específicos de acuerdo al tipo de material (Pad, Stock Pile o DME), con limitaciones, o tiene un determinado radio de acción.

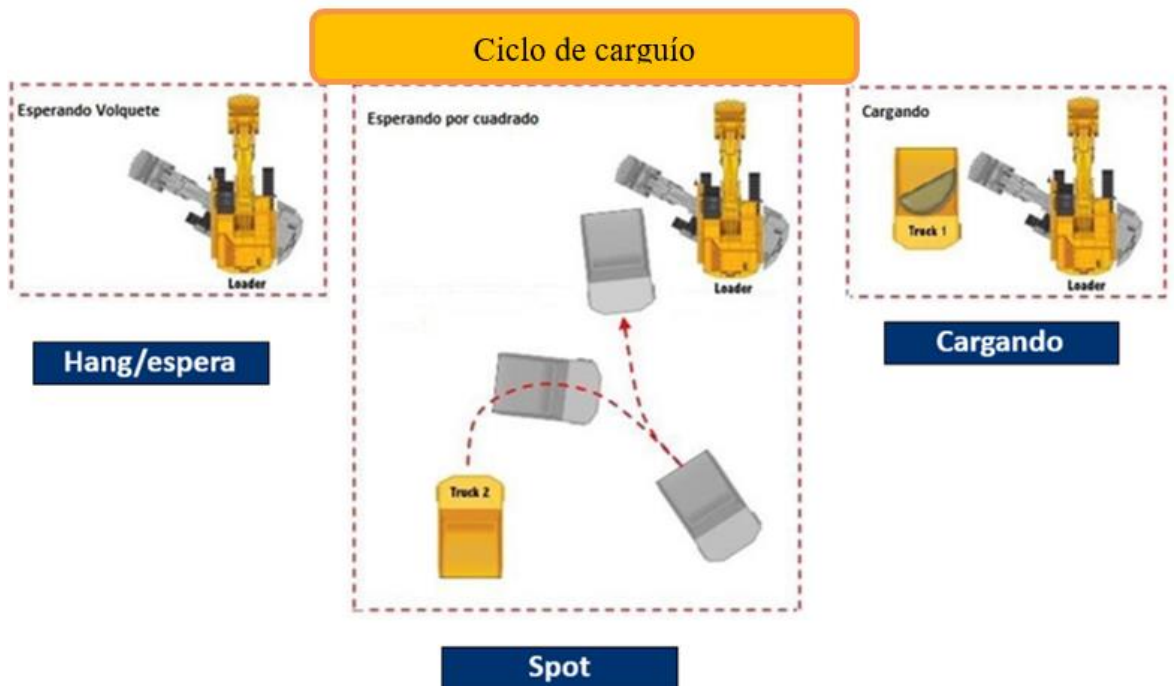
Por otro lado, cuando hablamos de tiempos improductivo o tiempos muertos nos referimos al tiempo en el cual el equipo no está produciendo por diferentes motivos. Esto se puede tratar de una demora operativa, la misma que hace referencia al tiempo en el que el equipo se encuentra con el motor en funcionamiento, pero no está realizando actividad productiva, en equipos de carguío (traslado de frente de carguío, arreglo de frente de carguío, número insuficiente de equipos de acarreo, voladura ineficiente), en equipos de acarreo (espera en cola en los frentes de carguío, en zonas de descarga, exceso de equipos de acarreo para un equipo de carguío, vías en mal estado, excesivo número de camiones al momento de abastecer combustible). También dentro de la operación podemos encontrar demoras no operativas las que se refieren al tiempo en que el equipo esta con motor apagado y no está designado a realizar ninguna actividad, por diferentes motivos (falta de frente de trabajo, falta de operador, falta de equipos de acarreo o viceversa, cambio de turno y por cambio de

guardia).

Sistema dispatch según Reymer (2013) se trata de un sistema de asignación dinámica de los equipos de acarreo, que se basa en el control de tiempos de ciclo Excavadora – Volquete asociados a una descarga específica de acuerdo al tipo de material. Este sistema busca realizar un dimensionamiento de flotas de la manera más óptima para cada excavadora, de esta manera lograr una maximización en la utilización y reduciendo demoras que afecten al rendimiento de cada equipo.

Figura1

Ciclo de carguío

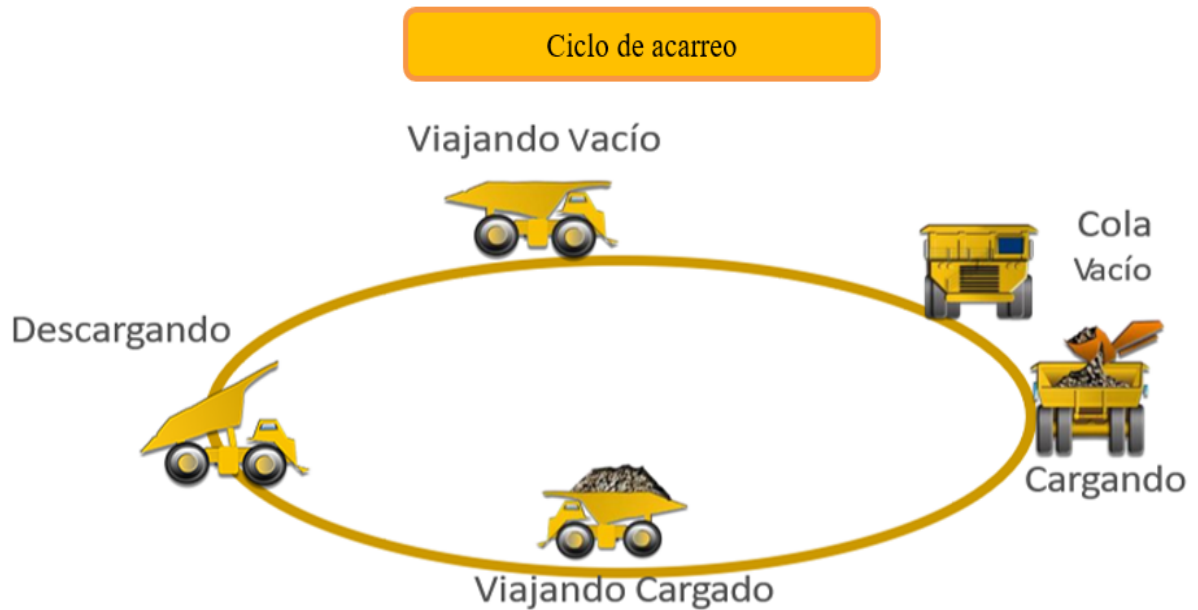


Fuente: Chávez, 2019.

Según Chávez (2019). El equipo de carguío se encuentra en espera y se considera el tiempo que no hay equipos de acarreo, luego pasara al ciclo de stop cuando esté presente el balde para que el equipo de acarreo se cuadre para el llenado de la tolva, este tiempo se definirá de acuerdo al número de pases que se realice y finalmente, se iniciara el último ciclo referido al carguío el mismo que será considerado las veces que deposite cada una de las baldadas de material en la tolva.

Figura2

Ciclo de acarreo



Fuete: Chávez, 2019.

Según Chávez (2019). El camión se encuentra trasladándose vacío al punto de carguío que ha sido asignado, este ciclo termina cuando el camión llega al frente de carguío, entonces pasara al ciclo en cola vacío, se trata del tiempo en el cual el camión se encuentra esperando en el frente de carguío, luego cuando empieza el ciclo cargando, este será el tiempo en el que la excavadora se tome para llenar la tolva del volquete, una vez finalizado este ciclo, se dará inicio al ciclo de viajando cargado, el mismo que será considerado al tiempo que tome hasta llegar al punto de descarga, y luego dar inicio al último ciclo referido al ciclo descargando el que consiste en descargar el material trasladado.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación se enfocó en un estudio cuantitativo ya que, se relacionó el efecto que tienen las demoras operativas y las no operativas en el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo, se utilizó datos numéricos y porcentuales en el análisis de los resultados. Se catalogó como básica porque trata de sumar al conocimiento científico, pero no es equiparable a ningún aspecto práctico, pues solo define una época y se sugirió aporte y algunas estrategias para mejorar el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo.

Según el proceso de recolección de datos el trabajo de investigación es prospectivo, ya que se obtuvo datos en un tiempo establecido, nuestra investigación se definió como transversal puesto que se analizó los datos y variables recopilados en un tiempo determinado para cada uno de los equipos que conforman nuestra muestra predefinida. Según la intervención del investigador es la observación y de diseño no experimental ya que no se manipuló las variables de estudio.

Nuestra población está constituida por 54 volquetes, 4 excavadoras 390 F, 3 excavadoras 336 D y 4 cargadores frontales 980G, de los mismos que se utilizó para nuestra muestra 54 volquetes SCANIA G 540 XT de 24 m³ (44 Ton), 4 excavadoras CAT 390 F, con valdes de 4.8 m³ (8.8Ton), para lo cual se hizo uso del método de muestreo probabilístico, aleatorio simple y un diseño de investigación descriptivo correlacional.

Por lo tanto, la técnica que se utilizó fue mediante observación no experimental, mediante un registro en un centro de cómputo, con en el cual se contó con pantallas de visualización de equipos en tiempo real, las mismas que, nos permitió identificar si un equipo se encontraba en movimiento o estacionado, de encontrarse en este último estado y de no haber recibido el reporte respectivo por parte del operador, mediante radio base de comunicación se hacía la intervención al operador, para que reportara el motivo de su estado (estacionado), además se tuvo como instrumento GPS satelitales de modelo MD786/786G de Hytera, la cual cuenta con pantalla LCD a color, con un diseño ergonómico con una gran cantidad de funciones digitales que ayuda a incrementar la eficiencia en las actividades corporativas y mejora la velocidad de respuesta en situaciones

de emergencia, donde se encuentra incorporado en la radio base de comunicación de cada equipo, aprobado y autorizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cuenta con una precisión de +/- 0.50 m. el mismo que nos permitió detectar la ubicación y dirección en la que se encuentre cada uno de los equipos durante la operación, puesto que dicha implantación se encontraba en proceso, el soporte tecnológico de dicho sistema se realizaba de manera permanente, a cargo de la empresa contratista encargada, además para controlar el tiempo de funcionamiento del motor de cada uno de los equipos, ya sea en equipos de carguío o acarreo se cuenta con horómetros diseñados de fabrica en cada uno de estos. Ante ello, se pudo medir los tiempos operativos y los no operativos, tanto de excavadoras y de volquetes.

Para la recolección de datos, a continuación, presentamos las siguientes tablas donde nos permitieron la recolección de datos, para demoras operativas y para las demoras no operativas, presentamos una tabla de porcentajes, la misma que tiene como base las dos anteriores. A mayor detalle de los tiempos de demora se encuentra en el Anexo 01, las cuales sirvieron para los resultados.

TABLA DE FICHA DE MEDICIÓN

(DEMORAS OPERATIVAS)

Tabla 1

Demoras operativas

Espera en cola en el carguío	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Camión vacío en el frente de carguío con motor prendido 2. Camión está designado a cargar con una excavadora específica. 3. Hay otros camiones cargando delante de él.
Cola en abastecimiento de combustible	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Camión vacío esperando para abastecer combustible. 2. Otros camiones abasteciendo delante de él. 3. Camión en la estación de combustible
Cambio de frente	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavadora está cambiando de locación y/o está en traslado
Número de camiones insuficiente	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de camiones para el proceso de operación ya sea porque está en mantenimiento o por falta de operadores.
Frente Duro	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por arranque directo. 2. Voladura ineficiente.
Espera en cola en zonas de descarga	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Camión cagado motor encendido. 2. Área de descarga llena. 3. Hay otros camiones descargando delante de él.
Perfilado de talud	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavadora dando una inclinación adecuada al talud. 2. Excavadora sin proceso de carguío
Falta de equipo de carguío	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de operadores. 2. Falta de camiones.
Por arreglo de frente de carguío	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavadora perfilando el talud del frente de carguío 2. Excavadora arreglando carriles de carguío.
Traslado cambio de frente	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipos trasladándose a realizar carguío en otro frente de carguío. 2. Camión vacío
Traslado por voladura	doperativa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equipos retirándose por la voladura 2. Camión vacío 3. Excavadora sin proceso de carguío

Traslados propios medios	1. Equipo se traslada de un punto a otro lugar. doperativa
-----------------------------	---

Nota: En las demoras operativas todo equipo se encuentra con el motor encendido, información basada en el procedimiento (PETS).

**TABLA DE FICHA DE MEDICIÓN
(DEMORAS NO OPERATIVAS)**

Tabla 2

Demoras no operativas

Cambio de Guardia	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Operadores que salen de días libres y otros operadores ingresan a trabajar. Equipos con motores apagado.
Cambio de Turno	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Operadores hacen cambio de turno (día – noche).
Cola en Carguío	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Camión vacío en el frente de carguío motor apagado. Camión está en espera de la que la excavadora realice el carguío Hay otros camiones cargando delante de él y la espera es mayor a tres minutos.
Cola en Descarga	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Área de descarga lleno de material. Hay otros camiones descargando delante de él.
Condiciones climáticas	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Debido al clima los equipos de acarreo no pueden transitar.
Falta de equipo de carguío	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Ausencia de excavadoras. Excavadora en mantenimiento programado o correctivo
Falta de equipo de carguío (FM)	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Ausencia de operadores. Excavadora en mantenimiento
Falta de Operador	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Ausencia de operadores. Operadores de vacaciones y/o de descanso médico.
Falta de equipos de acarreo	No operativas	<ol style="list-style-type: none"> Ausencia de operadores. Camiones en mantenimiento programado y/o correctivo

Nota: En las demoras no operativas todo equipo se encuentra con el motor apagado, información basada en el procedimiento (PETS).

Por otro lado, según Chávez (2019). En lo concerniente a la utilización y rendimiento lo definió de la siguiente manera, además nos ilustra con las fórmulas que a continuación desarrollamos.

Utilización: indica el porcentaje de tiempo que el equipo se encuentra con el motor en funcionamiento, con respecto al total del tiempo disponible.

Ecuación 1

Utilización

$$Utilización (\%) = \frac{12 - (Demoras Mecánicas (3) + Demoras (3))}{12 - Demoras mecánicas}$$

$$Utilización(\%) = \frac{6(h)}{9(h)} \times 100\% = 67.7\%$$

Productividad: de una industria extractiva puede definirse como la relación entre la producción expresada en unidades físicas (toneladas de material movido) y la entrada expresada en horas de trabajo efectivas (López et al. 2018). El Rendimiento se refiere a la relación entre las toneladas producidas y el tiempo de carga por hora y/o por día, ya sea para equipos de carguío o acarreo.

Ecuación 2

Rendimiento

$$Rendimiento = \frac{Toneladas}{Cargando \text{ ó } Acarreando}$$

$$Rendimiento \left(\frac{t}{h}\right) = \frac{1100 t}{1h} = 1100 \text{ t/h sería el rendimiento de una excavadora.}$$

$Rendimiento \left(\frac{t}{h}\right) = \frac{1100t}{10 \times 1h} = 100 \text{ t/h sería el rendimiento considerando 10 volquetes por hora.}$

Ecuación 3

Factor Rendimiento

$$FR = \frac{Número de camiones \times ciclo de carguío}{ciclo de acarreo} = 1$$

EJEMPLO

$$FR = \frac{10 \times 1.20 \text{ min.}}{12 \text{ min}} = 1$$

Según Castillo (2014), se $FR < 1$ entonces tendremos un sobredimensionamiento de equipo de carguío, por lo tanto, el Hang/Espera aumentara, si el $FR > 1$ entonces estaremos frente a un sobredimensionamiento de camiones, lo que generara espera en cola en los frentes de carguío, y si el $FR = 1$ es la equivalencia perfecta en términos de rendimiento entre ambos equipos (carguío y acarreo), puesto que no se generara ninguna espera.

El análisis estadístico que empleó para esta investigación es un estudio variado, por la variable tiempo de demoras se empleará haciendo barras, la variable descripción de las demoras se expresará en tablas, además fue un estudio variado porque tiene una variable nominal, ordinal y variable numérica. La variable que se ha usado es la variable tiempo de operación en los equipos de carguío y acarreo, con esta variable se puede determinar si se logró un rendimiento significativo o no significativo; donde se pudo concluir que al reducir los tiempos muertos el rendimiento es significativo, es decir que los tiempos muertos disminuyen el tiempo productivo.

En cuanto a las consideraciones éticas, que siguió nuestra investigación se mantuvo la confidencialidad y el anonimato de la empresa donde se desarrolló, puesto que, no se me concedió el permiso respectivo para la publicación del nombre de la misma, además se mantuvo una actitud objetiva evitando sesgos en la recopilación y análisis de datos, también se evitó copiar o presentar como propio el trabajo de otros sin permiso ni reconocimiento y se citó adecuadamente las fuentes y contribuciones de otros investigadores.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Identificar las demoras en el proceso de carguío y acarreo

Descripción de demoras de excavadoras del mes de noviembre.

Tabla 3

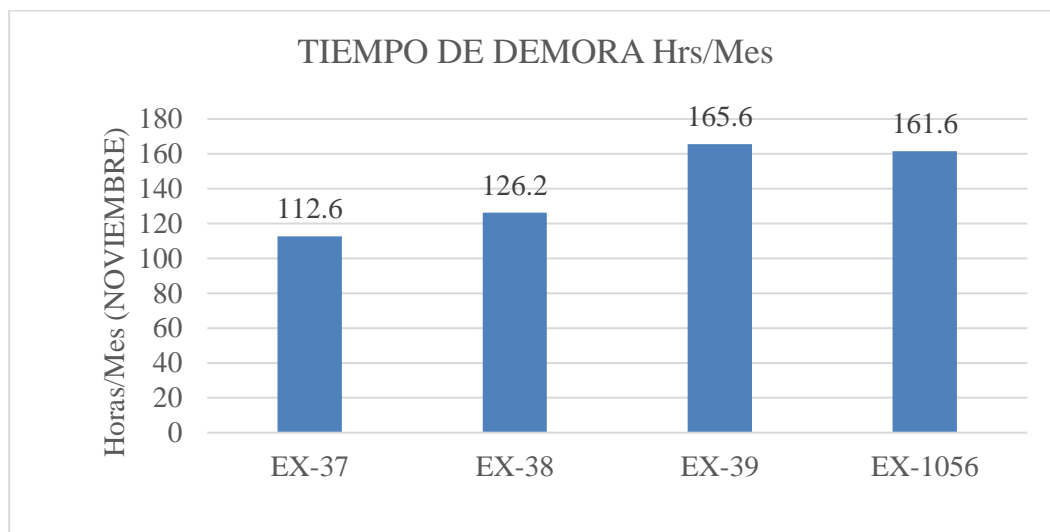
Total de demoras de excavadoras del mes de noviembre

EXCAVADORA	TIEMPO DE DEMORA Hrs/Mes	PORCENTAJE
EX-37	112.6	19.9%
EX-38	126.2	22.3%
EX-39	165.6	29.2%
EX-1056	161.6	28.5%
TOTAL	566.2	100%

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

Figura3

Demoras de excavadoras mes de noviembre



Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla 3 y figura 3 muestra el tiempo de demoras en el mes de noviembre, donde el mayor tiempo de demora ha sido de la excavadora EX-39 con 165.6 horas, mientras que el menor tiempo de demoras ha sido la EX-37 con 112.6 hora.

Tabla 4

Descripción de demoras EX-39 mes de noviembre

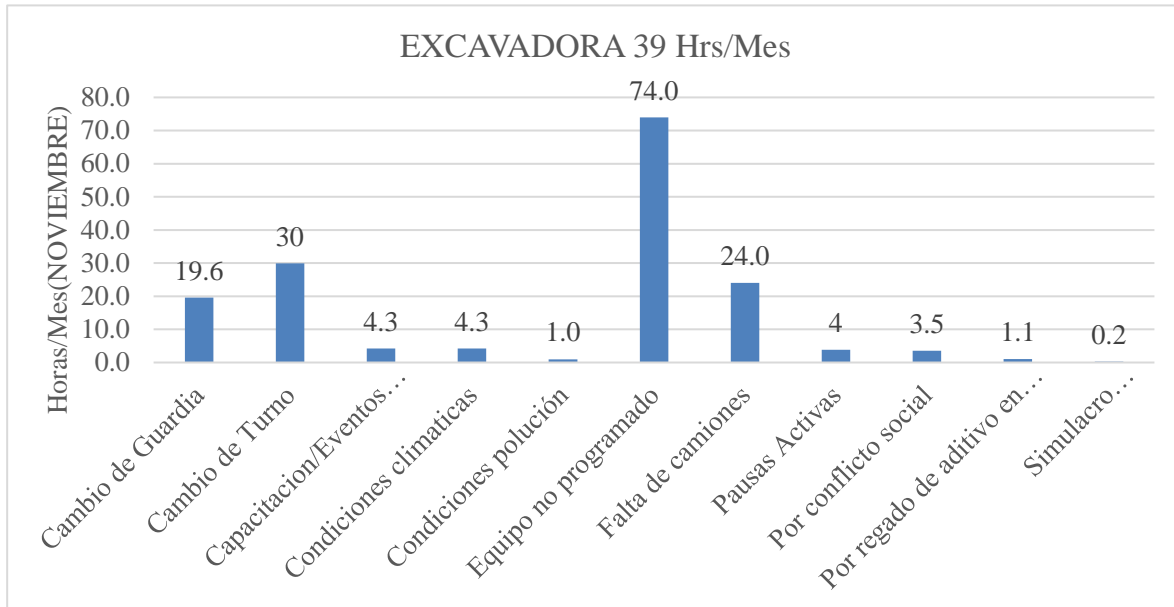
DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE DEMORA Hrs/Mes	PORCENTAJE
Cambio de Guardia	19.6	12%
Cambio de Turno	29.9	18%
Capacitación/Eventos sociales	4.3	3%
Condiciones climáticas	4.3	3%
Condiciones polución	1.0	1%
Equipo no programado	74.0	45%
Falta de camiones	24.0	14%
Pausas Activas	3.9	2%
Por conflicto social	4	2%
Por regado de aditivo en vía	1	1%
Simulacro parada/seguridad	0.2	0%
TOTAL	165.6	100%

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla 4 se muestra los diferentes motivos de demora que tuvo la excavadora 39 durante el mes de noviembre.

Figura4

Demoras de EX-39 mes de noviembre



Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la figura 4 se muestra los motivos de demoras de la excavadora 39 en el mes de noviembre

Tabla 5*Total de demoras de volquetes mes de noviembre*

VOLQUETES	TIEMPO DE DEMORAS Hrs/Mes	PORCENTAJE
CV-051	134.1	2%
CV-052	115.2	2%
CV-053	102.4	2%
CV-054	134.4	2%
CV-055	115.4	2%
CV-056	94.8	2%
CV-057	122.1	2%
CV-058	101.5	2%
CV-059	111.0	2%
CV-060	83.7	1%
CV-061	103.6	2%
CV-062	95.2	2%
CV-063	153.6	3%
CV-064	124.2	2%
CV-065	71.3	1%
CV-066	85.0	1%
CV-067	101.3	2%
CV-068	150.9	2%
CV-069	97.1	2%
CV-070	118.1	2%
CV-071	118.8	2%

CV-072	117.6	2%
CV-073	112.0	2%
CV-074	158.6	3%
CV-075	107.6	2%
CV-076	106.0	2%
CV-077	110.0	2%
CV-078	132.0	2%
CV-079	108.8	2%
CV-080	101.1	2%
CV-081	93.6	2%
CV-082	119.6	2%
CV-083	98.7	2%
CV-084	103.6	2%
CV-085	122.6	2%
CV-086	137.1	2%
CV-087	117.1	2%
CV-088	179.5	3%
CV-089	111.9	2%
CV-090	80.7	1%
CV-091	91.1	2%
CV-092	93.1	2%
CV-093	97.6	2%
CV-094	94.5	2%
CV-095	135.9	2%
CV-096	78.2	1%

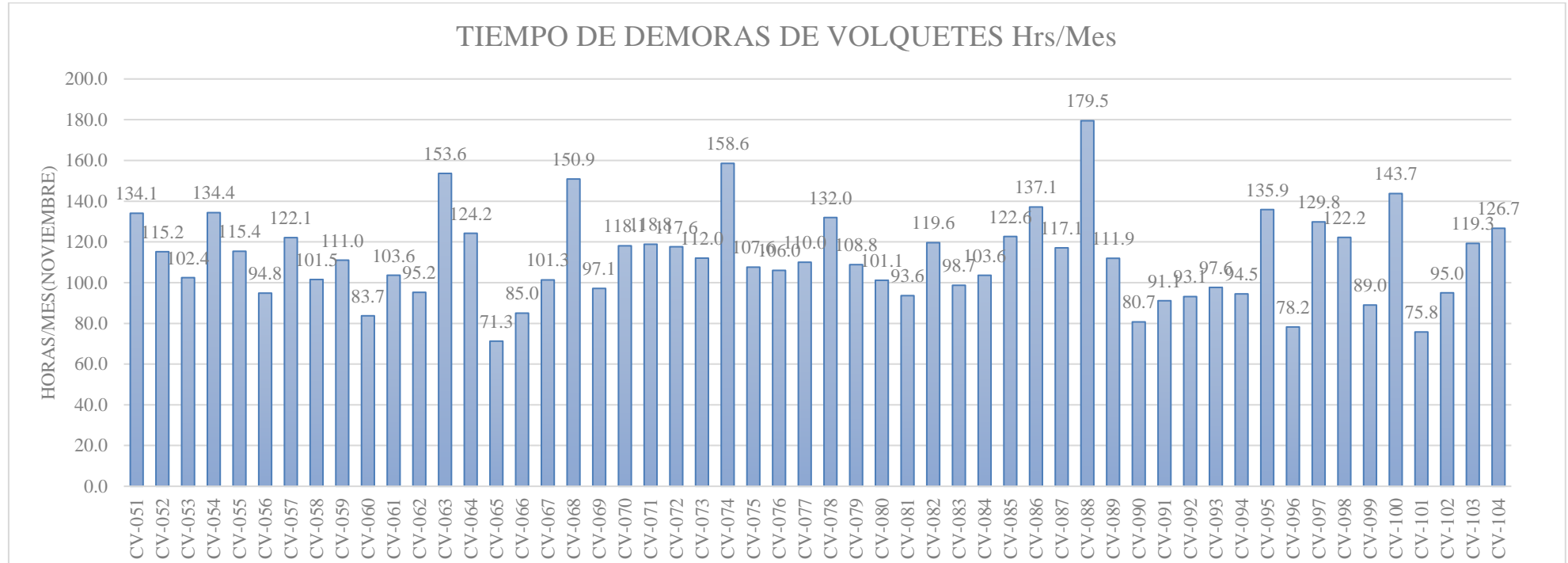
CV-097	129.8	2%
CV-098	122.2	2%
CV-099	89.0	1%
CV-100	143.7	2%
CV-101	75.8	1%
CV-102	95.0	2%
CV-103	119.3	2%
CV-104	126.7	2%
TOTAL	6044.3	100%

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla 5, se muestra los 54 volquetes de la operación, donde se evidencia los tiempos de demora de cada volquete, en la misma que podemos ver que el CV-088 es el equipo con más demoras en el mes de noviembre (179.5 horas), de lo cual su demora más significativa fue por falta de operador con un registro de 80.0 horas las cuales representan en un 48.58% del total de sus demoras.

Figura 5

Demoras de volquetes mes de noviembre



Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la figura 5 muestra el tiempo de demoras de los 54 volquetes en el mes de noviembre, siendo la demora más significativa por cambio de turno 2177.0 horas, seguidamente por falta de operador con un total de 1274.0 horas y para mas detalle ver anexo N°2.

Prueba de normalidad para los datos:

Hipótesis Nula: H_0 = los datos tienen distribución normal

Hipótesis Alternativa H_1 = los datos no tienen una distribución normal

Tabla 6

Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov

	Estadístico	Gl	p
Tiempo de Operación	.199	58	<.001
Rendimiento	.491	58	<.001

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla N°6 se muestra la tabla de normalidad para las variables y se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, porque los datos fueron mayores de 50. Entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, dado que el p=valor es menor que $\alpha=0.05$, usamos la prueba no paramétrica Rho de Spearman, para determinar la correlación entre las variables.

PRUEBA DE CORRELACIÓN

Hipotesis nula H_0 = no existe relación entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo.

Hipotesis alternativa H_1 = si existe relación entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo.

Tabla 7

Correlación de Spearman operación - Rendimiento

	ρ	p	N
Operación - Rendimiento	0.701	0.001	58

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla N°7 se muestra la correlación entre las variables, el $p=0.001 < 0.05$ por lo tanto, existe una relación significativa entre tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo. Esta relación es directa, es decir, a mayor tiempo de operación mayor rendimiento, la relación es alta ($\rho=0.701$).

El coeficiente Rho de Spearman es igual a 0.701 y por tanto concluimos que existe relación alta entre las variables.

Tabla 8

Correlación de Spearman Operación - Rendimiento en carguío

	ρ	P	N
Operación - Rendimiento en carguío.	1	0	4

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla N°8 se muestra la correlación entre las variables, el $p=0 < 0.05$ por lo tanto, existe una relación significativa entre tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío. Esta relación es directa, es decir, a mayor tiempo de operación mayor rendimiento, la correlación de variables es perfecta ($\rho=1$).

Tabla 9

Correlación de Spearman Operación - rendimiento en acarreo

	ρ	p	N
Operación - Rendimiento en acarreo.	.824	0.001	54

Fuente. Elaboración propia, bases de datos de la compañía minera del área de operaciones mina.

En la tabla N°9 se muestra la correlación entre las variables, el $p=0.001 < 0.05$ por lo tanto, existe una correlación significativa entre tiempo de operación y rendimiento de los equipos de acarreo. Esta relación es directa, es decir, a mayor tiempo de operación mayor rendimiento, la relación de variables es alta ($\rho= 0.824$)

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las limitaciones de este estudio son, los tiempos de demoras se ha realizado solo para la empresa minera ubicada en Cajabamba, Cajamarca; además que, dicha empresa realiza la extracción del mineral de manera superficial, dichos tiempos se ha tomado solo para excavadoras y volquetes, equipos que solo se emplean para tajo abierto, teniendo en cuenta el plan de minado y el tamaño de dicho yacimiento minero, estos equipos serán de diferente capacidad por los dos motivos previamente mencionados, además, para minas subterráneas se emplean otro tipo de equipos. Por otro lado, este estudio se ha realizado para gran minería debido a que el tonelaje de mineral que procesa su planta ADR es de 36 000 Tn/día; este estudio no sería aplicable para pequeña o mediana minería ya que las estrategias son distintas. Otro punto, los tiempos de demoras es por la falta de operador, donde no se determinan estrategias definidas ya que es responsabilidad de recursos humanos.

1. Asimismo, en esta investigación se tuvo como primer objetivo determinar la relación de tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo. Los indicadores abordados tienen como antecedentes a Morales (2020), donde concluye que el uso de la aplicación de software Jmineops en el sistema operativo del software para optimizar la carga y el transporte, donde se redujo las 185 horas/mes de tiempo de espera en los equipos de carguío a los equipos de transporte, y por ende alcanzando un mejor rendimiento y una productividad de 525,000TMD. En nuestra investigación se puede evidenciar los resultados similares, en nuestro primer objetivo podemos determinar que el tiempo de operación se ve reducido por las demoras operativas y demoras no operativas en el mes de noviembre, donde en las excavadoras se registra un total de 566.0 y en volquetes de 6044.3 horas/mes, debido a demoras como falta de operador, equipo no programado, cambio de turno, cambio de guardia, falta de camiones, etc. donde el mayor tiempo de demoras ha sido de la excavadora EX-39, Tabla 4 se muestra la descripción, con un total de 165.6 horas, mientras que el menor tiempo de demoras ha sido la EX-37, con un total de 112.6 horas, donde la

excavadora 39 tiene un mayor tiempo como equipo no programado cuyo valor es de 74.0 horas (45%), seguidamente la demora por cambio de turno cuyo valor es de 30.0 horas (18%), mientras el valor menor es de 0.2 horas (0.17%) en simulacro/paradas de seguridad. Asimismo, en la Tabla 11, se identifica los 54 volquetes en operación donde se evidencia los tiempos de demoras de cada volquete, siendo el volquete N°88 con más tiempo de demora cuyo valor es de 179.5 horas (3%), seguidamente del volquete N°74 con 158.6 horas (3%). Donde el volquete 88, el cual tiene una mayor demora por falta de operador 80.0 horas (44.6%). Por otro lado, en nuestro caso de esta investigación, aplicando estrategias y teniendo en cuenta las recomendaciones logramos también una reducción de 400/4500 horas aproximadamente en carguío/acarreo respectivamente, teniendo en cuenta que la capacidad de nuestros equipos, en carguío cuenta con un balde de 6 m³ (11 toneladas) y acarreo con una tolva de 26 m³ (44 toneladas), además de acuerdo al Budget programado para el mes de noviembre, la producción de material movido aumentaría 440,000 para excavadoras y 450,000 para volquetes, toneladas/mes. en el estudio que nos antecede y el nuestro, existe una reducción de tiempos en demoras. Entonces se puede concluir que los tiempos de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo si tienen correlación.

2. En cuanto al segundo objetivo determinar la relación del tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022, según el tiempo de operación de los equipos de carguío. Castillo (2014) con su estrategia empleada de un control adecuado en cuanto a sus operaciones logra reducir un 25% de demoras improductivas en equipos de carguío; ante ello en esta investigación aplicando estrategias y teniendo en cuenta las recomendaciones logramos una reducción de 400 horas (71%) en los equipos de carguío con las que alcanzaremos una producción de 440,000 toneladas por mes, teniendo en cuenta el rendimiento programado para las excavadoras por hora. Ante ello, se puede mencionar que las diversas estrategias para disminuir el tiempo de demoras permitirán a las empresas una mayor operación logrando así aumentar la productividad siendo esto muy beneficioso para la empresa ya que los tiempos de demora se convertirán en tiempos operativos, en nuestra investigación, según los resultado estadísticos según Rho Spearman la correlación de los tiempos de operación y el rendimiento en los equipos de carguío es positiva perfecta (1), por lo

tanto a mayor tiempo de operación mayor será el rendimiento.

3. Finalmente, respecto a nuestro tercer objetivo, determinar los tiempos de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera de Cajabamba, Cajamarca, 2022, según tiempo de operación y rendimiento en los equipos de acarreo, Leyva (2019), en su estudio obtiene como resultado un ahorro considerable en los costos unitarios en acarreo siendo de 0.268 \$/TM ya que, en tiempo de operación y rendimiento en los equipos de acarreo es directamente proporcional, además reduce el costo unitario en acarreo, en nuestro estudio también obtenemos resultados, nuestros resultados muestran que, reduciendo las 4500 horas de los equipos de acarreo la productividad lograda es de 450,000 Ton/mes y el costo se reduce en un 0.153 \$/TM. toneladas/mes, nuestra prueba de correlación utilizando Rho Spearman nos da como resultado una correlación alta. lo cual nos indica que a mayor tiempo de operación mayor será el rendimiento de los equipos.

Las implicancias de este estudio es que se detalla los problemas que se evidencia en la unidad minera superficial ubicado en Cajabamba, Cajamarca, la investigación evidencia problemas de adaptación a sistemas prolongados. Otra implicancia, es con respecto a la falta de operadores, a raíz de que recursos humanos prolonga mucho el tiempo para contratar más operadores tanto para volquetes y excavadoras, lo que conlleva a una baja producción. Ante ello surge que después de la pandemia las empresas mineras tienen problemas de adaptarse con el tema de trabajadores; así como el tema ergonómico ya que el trabajo es bastante rutinario y repetitivo. Otra implicancia metodológica es demostrar a los siguientes tesisistas como se debe realizar un estudio para el control de tiempos de demora, ya que esta investigación muestra formas gráficas que son más simple de entender para un reporte académico.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

1. Se concluye, que la relación entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío y acarreo, según prueba de correlación estadística de Rho Spearman, realizada para nuestro estudio, arroja una correlación positiva alta ($\rho=0.701$), por lo cual concluimos que, si existe relación entre el tiempo de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo.
2. Por tanto, para la relación entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de carguío, según los resultados estadísticos de Rho Spearman realizados para nuestro estudio, indican que, si existe relación, con una correlación de variables positiva perfecta ($\rho=1$), lo cual nos indica que a mayor tiempo de operación mayor será el rendimiento.
3. Finalmente concluimos que, la relación entre el tiempo de operación y rendimiento en los equipos de acarreo, según los resultados estadísticos obtenidos de Rho Spearman indica que, si existe relación, puesto que la correlación de variables es positiva alta ($\rho=0.824$), por lo tanto, a mayor tiempo de operación, mayor será el rendimiento en los equipos de acarreo.
4. Según los estudios realizados, se recomienda implementar un sistema de gestión de flotas (DISPATCH), puesto que, permite un mayor control, en cada proceso unitario de la actividad minera.
5. Realizar un control, para el cumplimiento adecuado de horarios, por cambio de turno y cambio de guardia.
6. Contratación de operadores para equipos de carguío y equipos de acarreo.
7. Contratar con una cama baja para el traslado de equipos de carguío, por cambio de frente.

Referencias

- Apaza, D (20017). Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C. (*Tesis para optar el título profesional*) de ingeniero de minas. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9400/Apaza%20Risco%2C%20Elmer%20Danilo.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Castillo, J. (20014). Factor equivalente entre la flota de carguío y acarreo, y su aplicación en el área de dispatch en minera Yanacocha. (*tesis para optar el título profesional*) ingeniero de minas. Lima, Perú, universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de: castillo_cj.pdf (uni.edu.pe)
- Chávez, J. (2019). Guía para supervisores, MINSUR, informe n°01
- Chuctaya, D. y Larota, M. (2020). *Optimización de carguío y transporte en tiempo real mediante el software Jmineops en minería superficial – caso de estudio* [Tesis de pregrado, Universidad tecnológica del Perú]. Repositorio institucional.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2816/Deyvi%20Chuctaya_%20Maria%20Larota_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gomez, G. (2017). *Disponibilidad de equipos auxiliares para optimizar la productividad en el carguío y acarreo de las fases 01, 03 y 07 del tajo constancia empresa Especializada Stracon GYM SA* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3252/MIgogogd10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerra, E. & Montes, R. (2019). Relación entre la productividad, el mantenimiento de equipamiento minero en la gran minería. (*Artículo Científico*). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6812114>
- Leyva, D. (2019). Implementación del sistema dispatch: control de equipos de carguío y acarreo en minería a cielo abierto para optimizar costos operativos

en la compañía minera Shougang hierro Perú S.A.A. mina – 5 Marcona – Perú. (*tesis para optar el título profesional*) ingeniero de minas. Huaraz, Perú, Universidad Nacional

- Mestanza, S. (2021). La gestión de la demora en el abastecimiento de combustible y su influencia en la productividad de equipos de acarreo en una empresa minera de la ciudad de Cajamarca (*Tesis de Maestría*). Cajamarca, Perú, Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28272/Tesis_Parcial.pdf?sequence=13&isAllowed=y
- Ortiz, O., Canchari, G. y Giraldo, E. (2015). Influencia de sistemas de trabajo y de tiempos perdidos en el cálculo de equipo para el minado a cielo abierto del yacimiento Antillas, Apurímac. *Revista de investigación*, 14(28), 1-10. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/668>
- Pecharromán, D. Mesa, J. Gonzáles, J. & Andrés, S. (2014). Valorización de los sistemas de control automáticos de maquinaria en grandes proyectos de minería a cielo abierto (Artículo científico) Oviedo, España, Universidad Pública de Oviedo. Recuperado de: Valorización de los sistemas de control automáticos de maquinaria en grandes proyectos de minería a cielo abierto - Dialnet (unirioja.es)
- Robles, Foladori y Zayago (2020). Industria 4.0 en la minería mexicana. Ciudad de México, Colegio de san Luis. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Foladori/publication/342401164_Industria_40_en_la_mineria_mexicana/links/5f27273d458515b729fe36e3/Industria-40-en-la-mineria-mexicana.pdf
- Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de: Implementación del sistema dispatch: control de equipos de carguío y acarreo en minería a cielo abierto para optimizar costos operativos en la compañía minera Shougang Hierro Perú S.A.A. Mina 5 - Marcona – Perú (unasam.edu.pe)

Anexos

Anexo N°1

Tabla 10

Tiempo de demoras de Excavadoras

DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE	
	DEMORA Hrs/Mes	PORCENTAJE
Cambio de Guardia	47.6	8.40%
Cambio de Turno	145.1	25.62%
Capacitación/Eventos sociales	9.5	1.68%
Condiciones climáticas	16.7	2.95%
Condiciones polución	3.5	0.61%
Equipo no programado	265.5	46.87%
Falta de camiones	47.9	8.45%
Inspección de equipo	0.6	0.10%
Otras Demoras	2.9	0.51%
Parada de Seguridad	0.3	0.06%
Pausas Activas	17.2	3.03%
Por conflicto social	3.5	0.62%
Por regado de aditivo en vía	2.6	0.46%
Simulacro parada/seguridad	1.0	0.18%
Traslado cambio de frente	1.0	0.18%
Traslado propios medios	1.7	0.29%
TOTAL	566.5	100%

Anexo N°2

Tabla 11

Descripción de tiempos de demoras

DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE DEMORA Hrs/Mes	PORCENTAJE
Abastecimiento de AdBlue	9.9	0.16%
Abastecimiento de combustible	15.6	0.26%
Cambio de Guardia	919.5	15.21%
Cambio de Turno	2177.0	36.02%
Capacitación/Eventos sociales	77.8	1.29%
Condiciones climáticas	350.5	5.80%
Condiciones polución	147.6	2.44%
Equipo no programado	249.2	4.12%
Falta de equipo de carguío	9.1	0.15%
falta de frente de carguío	91.4	1.51%
Falta de Operador	1274.0	21.08%
Inspección de equipo	7.3	0.12%
Otras Demoras	258.5	4.28%
Parada de Seguridad	23.9	0.39%
Pausas Activas	224.1	3.71%
Por atención médica al operador	12.5	0.21%
Por conflicto social	86.7	1.44%
Por mantenimiento de vía 50 / 60	16.7	0.28%
Por regado de aditivo en vía	59.9	0.99%
Reporte de antifatiga	16.8	0.28%
Simulacro parado/seguridad	11.7	0.19%
Sistema de Fatiga	4.6	0.08%

TOTAL	6044.3	100%
--------------	---------------	-------------

Anexo N°3

Tabla 12

Tiempos de demoras de volquetes

VOLQUETES	TIEMPO DE DEMORAS	PORCENTAJE
CV- 51		
CV-0 52		
CV-053		
CV-054		
CV-055		
CV-056		
CV-057		
CV-058		
CV-059		
CV-060		
CV-061		
CV-062		
CV-063		
CV-064		
CV-065		
CV-066		
CV-067		

CV-068

CV-069

CV-070

CV-071

CV-072

CV-073

CV-074

CV-075

CV-076

CV-077

CV-078

CV-079

CV-080

CV-081

CV-082

CV-083

CV-084

CV-085

CV-086

...

CV-103

CV-104

TOTAL

Anexo N°4

“TIEMPO DE OPERACIÓN Y RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN UNA UNIDAD MINERA DE CAJABAMBA,
CAJAMARCA 2022”

Tabla 13

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA		POBLACIÓN
¿Cómo se relaciona el tiempo de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022?	Determinar la relación del tiempo de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022.	Existe relación significativa entre el tiempo de operación y el rendimiento en equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022.	VARIABLE INDEPENDIENTE: TIEMPO DE OPERACIÓN ✓ Tiempo de operación en equipos de carguío ✓ Tiempo de operación en equipos de acarreo. VARIABLE DEPENDIENTE: RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS. ✓ Rendimiento	TIPO DE INVESTIGACIÓN: a) Según el propósito de conocimiento: Básico b) Diseño de investigación Descriptivo correlacional c) Según presentación de datos: Cuantitativa, prospectiva y transversal.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Técnicas de recolección de datos a) Análisis de investigación Instrumentos de recolección de datos: a) GPS b) Horómetros	POBLACIÓN 65 equipos MUESTRA 58 equipos
Específico 01	Específico 01	Específico 01				
¿Cómo se relaciona el tiempo de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca, según tiempo de operación en equipos de carguío?	Determinar la relación del tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022. Según tiempo de operación en equipos de carguío.	Existe una relación significativa entre el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, según tiempo de operación en equipos de carguío.				
Específico 02	Específico 02	Específico 02				
¿Cómo se relaciona el tiempo de operación y el rendimiento en los equipos de carguío y acarreo en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca, Según tiempo de operación equipos de acarreo?	Determinar el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, en una unidad minera superficial de Cajabamba, Cajamarca 2022. Según tiempo de operación en equipos de acarreo.	Existe una relación significativa entre el tiempo de operación y rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, según tiempo de operación en equipos de acarreo.				