

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

**“INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO Y  
PRODUCCIÓN EN EL CARGUÍO Y ACARREO EN  
UNA MINA A TAJO ABIERTO – HUAMACHUCO 2022”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Erick Alexander Puente Caipo

Ruby Dorcas Reyes Aguilar

**Asesor:**

Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal

<https://orcid.org/0000-0001-7674-7125>

Trujillo - Perú

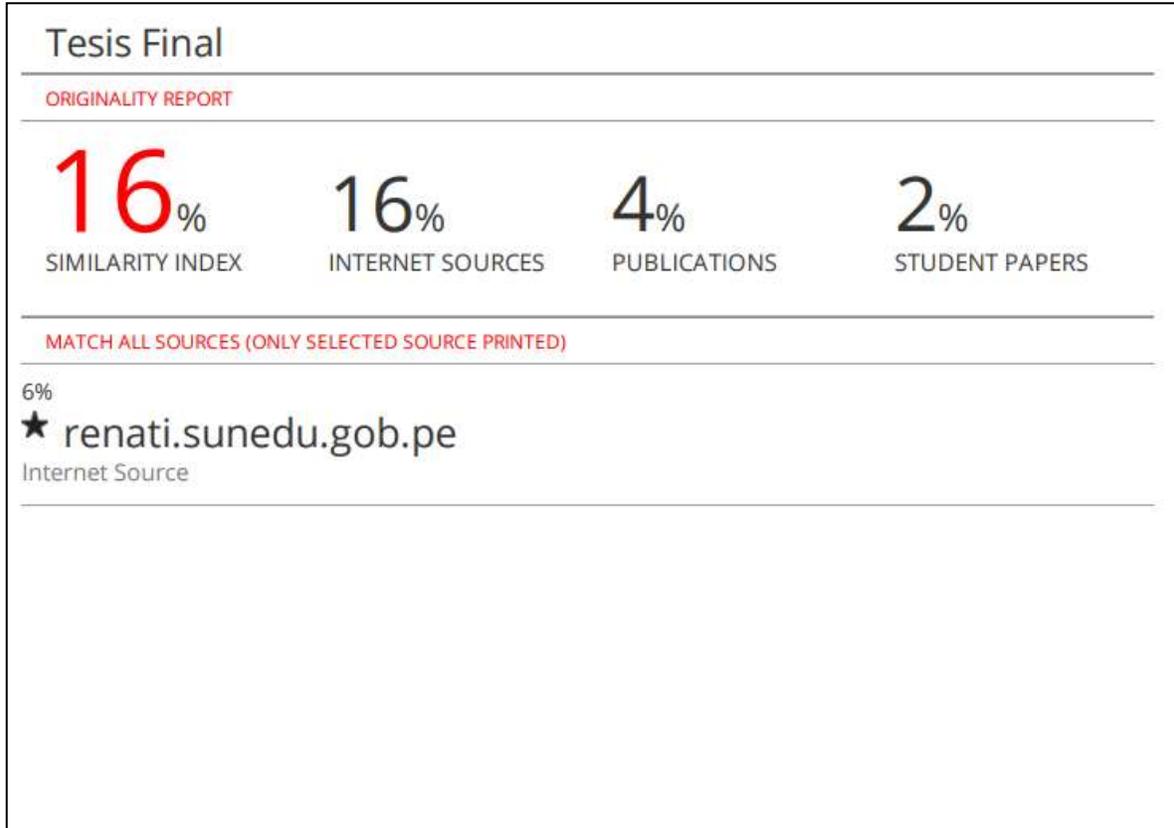
**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Liana Cárdenas Gutiérrez</b>	<b>40221041</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Ronal Antonio Alvarado Obeso</b>	<b>44562630</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Wilberto Effio Quezada</b>	<b>42298402</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

**IMFORME DE SIMILITUD**



## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme esa fuerza de seguir avanzando cada día a pesar de los tropiezos, asimismo a mis padres que siempre estuvieron conmigo en todo momento, a mis hermanas que me siguen apoyando y a mi compañera Ruby por el esfuerzo y tiempo para realizar esta investigación.

Erick Alexander Puente Caipo

Dedico esta tesis a mis padres, por apoyarme en esta etapa de mi vida, de igual manera a mis hermanos, por el impulso que me dieron, a mis sobrinos, ya que soy un ejemplo para ellos y a mi compañero Erick por el esfuerzo y compromiso puesto para realizar esta meta.

Ruby Dorcas Reyes Aguilar

## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial a la Universidad Privada del Norte, en conjunto con los docentes por habernos formado positivamente con todos los conocimientos necesarios a lo largo de estos años, también a nuestro asesor Eduardo Noriega, por el tiempo brindado para realizar esta investigación.,

## **TABLA DE CONTENIDOS**

<b>JURADO EVALUADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>IMFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4. Hipótesis .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPITULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>40</b>

<b>Tabla 1</b> Equipos de carguío y acarreo de la mina tajo abierto.....	45
<b>Tabla 2</b> Horas trabajadas en los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	46
<b>Tabla 3</b> Horas trabajadas en los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	46
<b>Tabla 4</b> Horas no trabajadas en los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	47
<b>Tabla 5</b> Horas no trabajadas en los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	47
<b>Tabla 6</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes abril 2022 .....	48
<b>Tabla 7</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes mayo 2022 .....	48
<b>Tabla 8</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes junio 2022 .....	49
<b>Tabla 9</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes abril 2022 .....	49
<b>Tabla 10</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes mayo 2022 .....	49

**Tabla 11** Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes junio 2022 ..... 50

**Tabla 12** Consumo de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022 ..... 50

**Tabla 13** Consumo de combustible de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022 ..... 51

**Tabla 14** T de Student para carguío y acarreo ..... 51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Horas trabajadas por los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	25
<b>Figura 2</b> Horas trabajadas por los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	26
<b>Figura 3</b> Horas no trabajadas por los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	27
<b>Figura 4</b> Horas no trabajadas por los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022 .....	28
<b>Figura 5</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes abril 2022 .....	29
<b>Figura 6</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes mayo 2022 .....	30
<b>Figura 7</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes junio 2022 .....	31
<b>Figura 8</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes abril 2022 .....	32
<b>Figura 9</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes mayo 2022 .....	33
<b>Figura 10</b> Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes junio 2022 .....	34

**Figura 11** Consumo de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo  
y junio 2022 ..... 35

**Figura 12** Consumo de combustible de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo  
y junio 2022 ..... 36

## RESUMEN

Esta investigación se enfocó en identificar los Indicadores Claves de Desempeño que mejoran la producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto en Huamachuco durante el año 2022. Se recopiló información de campo y se examinaron las horas productivas y no productivas de los equipos durante los meses de abril, mayo y junio. Los resultados mostraron que los equipos de carguío acumularon 3,597 horas productivas, mientras que los equipos de acarreo registraron 1,646 horas trabajadas. Se identificaron también las horas no productivas, con 1,420 horas en los equipos de carguío y 1,426 horas en los equipos de acarreo. Además, se evaluaron los indicadores de disponibilidad mecánica y utilización, encontrando una disponibilidad mecánica del 87% y una utilización del 72% para los equipos de carguío, y una disponibilidad mecánica del 70% y una utilización del 59% para los equipos de acarreo. El consumo promedio de combustible fue de 110,374 galones para los equipos de carguío y 9,876 galones para los equipos de acarreo. Se concluye que es recomendable realizar un análisis de operatividad de los equipos para detectar fallas mecánicas y evitar pérdidas de tiempo, lo que contribuirá a mejorar el rendimiento y la productividad en la mina.

**PALABRAS CLAVES:** Indicadores Claves de Desempeño, productividad, disponibilidad mecánica, utilización, carguío y acarreo.

**CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN****1.1. Realidad problemática**

El sector minero contribuye significativamente a la economía del país para el desarrollo de todos sus sectores, por este motivo se han realizado diversos estudios con el fin de seguir buscando optimizar los beneficios de la empresa al más bajo costo (Cerna, 2022).

La preocupación de minimizar costos en la extracción de minerales es un escenario constantemente analizado, es por ello que se trata de optimizar los procesos productivos mineros, centrándose en actividades que reflejan un mayor costo, a base de esto distintas empresas mineras realizan investigaciones sobre indicadores claves de desempeño de equipos de carguío y acarreo, analizando los tiempos en operación que involucra este proceso y los tiempos inoperativos con el fin de eliminarlos y aprovechar más su rendimiento.

El control y la gestión de equipos en todo el mundo se está generalizando y mejorando cada vez más. Los proyectos pequeños y medianos en los países en desarrollo están limitados por la falta de indicadores claves de desempeño para controlar los equipos en operación, lo que limita la optimización de sus recursos en el sector minero (Casas, 2018).

Las minas de extracción de mineral de oro a cielo abierto se encuentran en una búsqueda constante por mejorar su desempeño y producción, con el fin de aumentar la productividad y reducir los costos operativos. En el distrito de Huamachuco, ubicado en la provincia de Sánchez Carrión, región de La Libertad, se encuentra una mina a tajo abierto que se dedica a actividades mineras como el carguío y acarreo.

Actualmente dicha mina a tajo abierto presenta una serie de dificultades en el control de la productividad de los equipos de carguío y acarreo, es por ello por lo que la presente investigación busca una correcta determinación de los indicadores claves de desempeño,

tomando en cuenta las actividades dentro del ciclo operativo y de esta manera se incrementa la eficiencia de las unidades de carguío y acarreo para aumentar la producción y se reduzcan los costos unitarios. En una mejora continua del proceso operativo y la rentabilidad de la empresa minera.

Se han recopilado antecedentes previos como parte de la investigación de este estudio:

Según Cerna (2022), se enfocó en gestionar los indicadores claves de desempeño (KPI's) en el control de equipos para mejorar el carguío y acarreo en términos productivos. Este estudio es aplicado y de medición única. El resultado que obtuvo esta investigación fue que las horas productivas de los equipos de carguío alcanzaron un total de 2742 horas y 3294,23 horas productivas en los equipos de acarreo, además identificó las horas inoperativas de los equipos siendo un total de 2729,64 horas. Calculó también las horas de mantenimiento que tiene cada equipo en los meses de estudio y un consumo de combustible que varía por las horas de actividad de los equipos. Finalmente ha llegado a la conclusión que se debe realizar un análisis de operatividad de los equipos para abordar las fallas mecánicas y evitar las pérdidas de tiempos de producción. Esto mejorará el rendimiento y la productividad de la empresa.

En su investigación Rojas y Muñoz (2021), tuvieron como objetivo principal determinar la influencia de las demoras efectivas y mecánicas en los KPIS de carguío del equipo CAT 374FL. Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo de diseño no experimental y de tipo descriptiva. Obteniendo como resultados que las demoras efectivas de carguío en desmonte varían de 50% a 58% TD, en carguío de mineral están en promedio de 18% a 21% ton; con un total de horas no operativas de 192 horas. En las demoras

mecánicas inoperativas de los dos turnos alcanzan un 40% en revisión de equipos de 35% y en mantenimiento correctivo 25% alcanzando un total de horas perdidas de 39 horas. Además la disponibilidad efectiva y mecánica en el turno día varía de 44% a 58,1% y en el turno noche se tiene una disponibilidad efectiva y mecánica de 58,1% a 65,84%. Finalmente concluye que en el turno día como turno noche se tiene una disponibilidad mecánica y usaje de 85,8% y 81% respectivamente, siendo el porcentaje el tiempo que el equipo esta produciendo respecto al tiempo disponible dando como resultando el grado de eficiencia de arpocheamiento de los recursos por parte de la operación. Por lo tanto, las demoras no operativas influyen drásticamente en los indicadores de desempeño de la empresa minera.

En su estudio, Mercado y Marín (2021) analizaron los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo en la minera Kolpa S.A. El objetivo fue mejorar el rendimiento operacional y reducir costos. Se enfocaron en equipos scoop de 4.2 yd<sup>3</sup> y 2.0 yd<sup>3</sup>. Los resultados mostraron disponibilidades y utilizaciones inferiores a lo planificado, alcanzando 66% y 55% respectivamente, frente al 85% esperado. El rendimiento promedio de los equipos de carguío y acarreo fue de 21.01 m<sup>3</sup>/h y 21.23 m<sup>3</sup>/h respectivamente. En cuanto al consumo de combustible, se registró un promedio de 3.10 gal/h en los equipos de carguío, por encima del objetivo de 3.03 gal/h, mientras que los equipos de acarreo consumieron 2.70 gal/h en comparación con el objetivo de 4.0 gal/h, generando un ahorro de 1.3 gal/h.

Quispe (2021), tuvo como objetivo dar a conocer la importancia de los indicadores claves de desempeño. Este estudio es de tipo descriptivo de diseño no experimental. Para el desarrollo del estudio, se han iniciado medidas de mejora que permiten tener una mejor visión de todos los factores relacionados con el aumento de la producción y los costos. Concluye

que la investigación permitió tomar decisiones correctas, disminuyendo los costos de operación e incrementando la rentabilidad de la empresa, además se tiene un control sobre los indicadores, eleva los procesos productivos dentro de dicha unidad.

Según Romero (2021), su estudio se enfocó en evaluar los equipos de carguío y transporte de mineral para el cálculo óptimo del número de camiones basándose en la evaluación de los tiempos operativos y demoras de los equipos de carguío y transporte de mineral. El diseño de este estudio es cuasi experimental de tipo aplicativo. Finalmente concluye que la evaluación realizada al transporte de mineral es eficiente con 19 camiones, 17 en operaciones y 2 para las contingencias, sin embargo la empresa cuenta con una flota de 15 camiones de los cuales 13 están en operación y 2 para contingencia, con un tiempo de ciclo en el transporte de mineral de de 129 min y una carga efectiva de los equipos de carguío de 28,5 ton/ciclo.

En su estudio, Carranza (2021), evaluó la eficiencia operativa de equipos de carguío y acarreo utilizando el software Control Sense en la Mina Milpo. La metodología aplicada fue experimental, con un enfoque cuantitativo. Los resultados mostraron que la implementación del sistema Control Sense aumentó la productividad en el carguío y acarreo, pasando de 211 toneladas de material movido a 2005 toneladas. En cuanto a la evaluación de la eficiencia operativa, se observó que el OEE (Overall Equipment Efficiency) de la excavadora CAT374 aumentó en un 42%, el de la excavadora CAT390 aumentó en un 28%, y el de los volquetes SCANIA460 y SCANIA460HT aumentó en un 35% y 31% respectivamente. Todos los equipos obtuvieron una clasificación aceptable en términos de eficiencia operativa.

En su estudio Rojas (2019), tuvo como objetivo controlar los procesos de carguío y acarreo mediante Indicadores Clave de Desempeño (KPI) con el fin de optimizar los procesos y cuantificar la actividad. Finalmente concluye que controlar los procesos de operación tanto en carguío como acarreo se incrementa el rendimiento del equipo llegando a alcanzar una rentabilidad de 23,74%, por ende, el uso de estos indicadores conlleva a controlar mejor los costos de producción de los equipos, optimizando los procesos debido a que hay una supervisión constante de las desviaciones operativas que se pueden suscitar y a partir de ello, se tome acciones correctivas de manera inmediata, de tal manera que se incremente la producción y se reduzcan los costos.

En su estudio, Pizarro (2019) se propuso mejorar el carguío y acarreo de mineral en la Cía Minera Los Quenuales S.A. Yauliyacu utilizando indicadores de desempeño (KPIs). El enfoque del estudio fue descriptivo y aplicativo. Los resultados obtenidos mostraron que la productividad tuvo un impacto significativo en el control y mejora de los tiempos requeridos para el acarreo del material. Se identificaron tiempos óptimos en diversas áreas, como el tiempo de limpieza en los Tj 943, Tj-270, Tk-285, frente 975 y en la cámara de acumulación 22. Además, se logró reducir los tiempos de ida con carga de 2.5 a 2.3 minutos y optimizar el tiempo de retorno con carga de 3.5 a 2.7 minutos. Como resultado de estas mejoras, se incrementó el número de viajes de carga según las capacidades de utilización, lo que se tradujo en un aumento total de 1050 toneladas de material transportado.

Cordova (2018), en su investigación tuvo el propósito de determinar los indicadores claves de desempeño (KPI'S) de la flota de camiones para optimizar el acarreo de lastre. El diseño del estudio es no experimental con un alcance descriptivo y un enfoque cuantitativo. Finalmente concluye que el factor de acoplamiento dimensionó la flota de acarreo a 2

cargadores y 18 camiones. En un inicio se tuvo una flota de 11 camiones y 3 cargadores lo cual la disponibilidad de los camiones fue de 89,4%, con una utilización de 87,58% un mantenimiento de 10,6% con demoras operacionales de 12,42% y un rendimiento de 78,3%; y para los cargadores sus índices operacionales fueron de 89,8% en disponibilidad con una utilización de 70,71%, mantenimiento de 10,2%, demora operacional de 29,29% y rendimiento de 63,5%. En consecuencia los índices operacionales de los 18 camiones arrojaron un 89,4% de disponibilidad, con una utilización de 83,45%, mantenimiento de 10,6%, demoras operativas de 16,55% y rendimiento de 74,6% dando como resultado que para los 2 cargadores que arrojó el factor de acoplamiento se tuvo una mejora en el índice operacional de 16,52% porque se tuvo más camiones disponibles y por ende, la producción de material rocoso mejoró de 353632,55 ton de la flota inicial a 551326,82 ton en la flota final.

En su investigación Casas (2018), tuvo como objetivo principal determinar los indicadores clave de desempeño en equipos pesados para el control de rendimiento y productividad. En este estudio se obtuvo como resultado que la productividad y rendimiento de los equipos tienen valores inferiores a los presupuestados, para ello realizó un análisis y seguimiento de los indicadores clave de desempeño obteniendo una utilización al 55% y disponibilidad de la maquinaria pesada de 76,6% esto causado por demoras no operativas y falta de frente de trabajo. Finalmente concluye que, los indicadores clave de desempeño controlan el proceso productivo generando mayor rentabilidad para la empresa, alcanzó una productividad del 70% logrando el rendimiento presupuestado de los equipos.

Para entender mejor la presente investigación se tienen las siguientes bases teóricas.

Los Indicadores Claves de Desempeño (KPI'S) son herramientas que permiten medir el logro o evolución de los objetivos de una empresa, principalmente a base de aspectos clave del negocio u otros aspectos operativos dependiendo del tipo de actividad que esté realizando la empresa. Además, mide la evolución de un proceso o actividad. También mide el nivel de rendimiento del proceso, observando qué tan bien se está desempeñando el proceso para lograr los objetivos establecidos Casas (2018). Asimismo, la mejora continua, la toma de decisiones, la comparación con diferentes empresas, a través de la medición de los indicadores claves van a convertir una organización competitiva que genere ganancias para la empresa según Casas (2018).

Por lo tanto, Cordova (2018) menciona que el uso de indicadores de gestión ayuda a controlar lo que está pasando en la empresa, sirven como apoyo para la toma de decisiones cuando las variables se salen de los límites establecidos, o se propone una nueva meta, definen la importancia de incorporar cambios y/o mejoras a un proceso determinado, facilitando la gestión de mejores resultados. Para su selección se debe tener en cuenta que cada organización tiene su propio KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos y servicios, la rentabilidad del negocio, cumplimiento de plazos a tiempo, la eficiencia de los procesos, los tiempos de trabajo, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, que contribuyan a que la gerencia tenga una idea clara de lo que sucede en un cierto periodo de tiempo para tomar medidas correctivas adecuadamente. Sin embargo, los KPI en cada empresa tiene sus ventajas y desventajas, ya que el reto no es sólo seleccionar indicadores que ayuden a cumplir con las metas presupuestarias, sino que también tengan relación con las metas estratégicas de la empresa y para definir los KPI'S se suele aplicar el acrónimo SMART, ya que los

indicadores tienen que ser específicos, medibles, alcanzables, realistas, y a tiempo. Por ende, dichos indicadores se clasifican de acuerdo al ámbito de control como están distribuidos y de acuerdo a las dimensiones en donde se medirá las evaluaciones.

El nivel de sistematización de un indicador consta de un nivel base, un valor actual, un objetivo y el uso de semáforos para la evaluación y el desempeño del indicador. Los indicadores pueden ser positivos o negativos. Si su valor o tendencia es creciente, es positivo, lo que indica un progreso hacia la situación deseada, y si su valor o tendencia es decreciente, es negativo, lo que indica un progreso hacia la situación deseada Pizarro (2019). Además, los valores actuales y objetivos estimados entre intervalos de tiempo están relacionados con los valores esperados. La salida de estos productos admite la visualización en color de los hallazgos (semáforos) para facilitar la interpretación, según Rojas y Muñoz (2021).

Los indicadores de operación miden el trabajo completado en términos de cantidad o calidad. Los indicadores operacionales tienen como objetivo el uso, operación y funcionamiento de las máquinas, su mantenimiento y su reposición oportuna y adecuada, posibilitando así la optimización de los procesos según Quispe (2021).

Cerna (2022) menciona que la gestión del tiempo es importante para la cadena de producción y significa optimizar el valor del tiempo, un activo intangible. Por lo tanto, es importante recopilar datos sobre los intervalos de demora de ejecución y estandarizar los parámetros de desempeño de las tareas. Para los intervalos de tiempo se tiene en cuenta: el tiempo total que es aquel que se asume en años y se calendariza en tiempos por jornadas, periodos cortos y largos, previstos y no previstos; el tiempo programado es el tiempo previsto asignado para el proceso productivo y mantenimiento de los equipos; el tiempo disponible es el tiempo programado para las operaciones menos el tiempo que se emplea para

mantenimiento; el tiempo en operación es cuando el motor se encuentra en actividad, teniendo en cuenta las demoras operativas, asimismo este tiempo está dado por el tiempo efectivo que es el tiempo de ejecución donde el equipo está en actividad sumando el tiempo neto de operaciones y tiempo de operaciones subyacentes, tiempo en demoras operativas es aquel tiempo donde el motor está activo pero no viene siendo utilizado en los procesos productivos debido a diferentes retrasos en las operaciones entre el operador y el supervisor de operaciones dado por el arranque y chequeo de máquina, tiempo de distancia que toma el equipo en ir de un frente a otro, tiempo que toma para abastecimiento de combustible, tiempo de estacionamiento del equipo al finalizar guardia, espera en chancadora, espera en el punto de carguío y/o descarga; tiempo en demoras no operativas es el tiempo no reglamentado o factores que no son controlados, estando el motor sin actividad y parte de este tiempo total es utilizado para un mantenimiento programado del equipo; tiempo sin operar por fallas es el tiempo que se destina para arreglar el equipo o maquinaria y disminuir los retrasos que provengan de alguna falla; tiempo operativo y demoras operativas es el tiempo operativo en que los equipos no se encuentran trabajando y esto se da por cambio de turno o por horarios; disponibilidad física (DF) dada por el tiempo total menos el tiempo de mantenimiento y dividida por el mismo tiempo total expresa en porcentaje; disponibilidad mecánica (DM) resulta de las horas operativas divididas en tiempo total restado por el tiempo de mantenimiento expresado en porcentaje; utilización (U) resulta de dividir el tiempo operativo entre el mismo tiempo operativo sumado por el tiempo en reserva esta utilización se expresa en porcentaje; uso de la disponibilidad (UD) es cuando se estiman las horas realmente operadas dadas por el tiempo operativo dividido en tiempo operativo más demoras no operativas expresado en porcentaje; productividad con el fin de optimizar la producción y

disminuir los insumos y el rendimiento está dado por la relación entre el trabajo unitario que se ejecuta y el tiempo que está destinado en horas o días.

El presente estudio de investigación se justifica porque permite determinar los Indicadores Claves de Desempeño (KPI'S) y producción en el carguío y acarreo. Teniendo en cuenta que para lograr maximizar la producción y que el rendimiento de los equipos sea eficiente se debe tener un control y manejo adecuado. Desde el punto de vista de la productividad, nos enfocamos en maximizar las ganancias a medida que nuestros equipos trabajan de manera eficiente, generando una mayor rentabilidad para la empresa.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera la identificación de los indicadores claves de desempeño mejoran la producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

Identificar los Indicadores Claves de Desempeño que mejoran la producción en el carguío y acarreo en una mina a Tajo Abierto – Huamachuco 2022

### **Objetivos Específicos**

Identificar las horas productivas y no productivas de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco.

Analizar los KPI'S de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco.

Determinar el consumo de combustible de los equipos de carguío y acarreo.

#### **1.4.Hipótesis**

La identificación de los indicadores clave de desempeño tiene un efecto significativo en la mejora de la producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto en Huamachuco 2022.

## **CAPITULO II: METODOLOGÍA**

La metodología empleada en este estudio fue de enfoque cuantitativa, focalizándose en la recolección y evaluación de datos numéricos para responder las preguntas de investigación (Henández et al., 2014). El propósito fue aplicado, con la intención de emplear los aprendizajes y descubrimientos logrados para mitigar problemas o mejorar condiciones prácticas en la realidad Vargas (2009). En relación con su temporalidad, se ejecutó de forma longitudinal, lo que facilitó monitorear y evaluar en el transcurso del tiempo para detectar posibles modificaciones y patrones en las variables en estudio (Botía y Jurado, 2018). En cuanto a su alcance, fue una investigación correlacional, donde se examinaron las conexiones entre distintas variables sin interferir directamente en ellas (Guillen et al., 2020). Finalmente, el diseño del estudio fue no experimental y descriptivo, con la finalidad de detallar y examinar los fenómenos y variables en su ambiente natural, sin realizar alteraciones intencionales ni controlar variables, según Hernández y Mendoza (2018).

La población se encuentra conformada por todos los equipos de carguío y acarreo de la mina a tajo abierto SUMMA GOLD. La muestra esta conformada por los equipos de carguío y acarreo de la contrata CEDAR.

En el contexto de la investigación y redacción de la tesis relacionada con la industria minera, afirmamos y aceptamos de manera expresa, la solicitud de la contrata y empresa minera a tajo abierto de mantener una absoluta discreción y no mencionar su nombre en ninguna publicación, presentación o divulgación del trabajo académico.

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en el trabajo de investigación fueron; la observación para la toma de información necesaria del ciclo de carguío y acarreo, el análisis documental, los mismos que sirvieron para recolectar la información mensual del

ciclo de carguío y acarreo y posterior a ello determinación de los Indicadores Claves de Desempeño para controlar estos procesos. Asimismo, para la recolección de datos se utilizó fichas de observación, que servirán para el procesamiento de análisis de datos, también hojas de registros para la toma de datos de los tiempos de carguío y acarreo.

La presente investigación se ha desarrollado mediante el siguiente procedimiento:

Se recogió datos necesarios mediante la técnica de análisis documental utilizando su instrumento de guía de análisis documental para el recojo de información de manera ordenada y que aporten información de las variables que delimitan la investigación, desarrollando la búsqueda sistemática que respalda la teoría, mediante tesis, artículos, informes, libros, etc. Asimismo, recolectamos la información de la empresa y sus actividades operativas diarias.

Se procedió a analizar los instrumentos que se realizan en la etapa anterior, es decir se recolecta la información in situ correspondiente a los equipos de carguío y acarreo, observando que existen horas no operativas debido a las fallas de los equipos disminuyendo el rendimiento y retrasando el trabajo programado.

Finalmente, los datos obtenidos de campo y de las áreas correspondientes se analizan en detalle en la gestión de los tiempos, la disponibilidad mecánica, la utilización y la productividad de los equipos de carguío y acarreo. Después de establecer y determinar los KPI'S se procede a realizar un análisis estadístico de cada uno en relación a cada equipo, luego se identificará los equipos que tengan alguna deficiencia a los cuales se les implementará controles que permitirá mejorar y tener un mayor control de la productividad controles para permitir mejoras y aumentar la productividad del equipo de control.

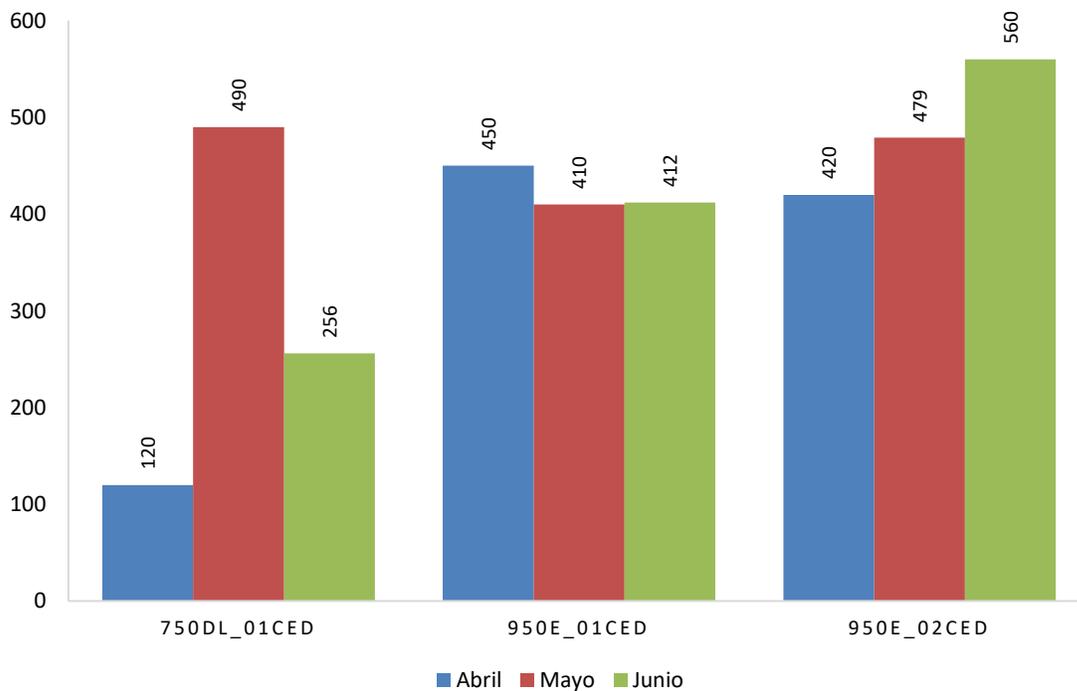
**CAPITULO III: RESULTADOS**

**Objetivo 1: Horas productivas y no productivas de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco.**

Durante los meses de abril, mayo y junio del 2022, se llevó a cabo un análisis de las horas de producción y no producción de los equipos de carguío y acarreo en una empresa minera a tajo abierto en Huamachuco. En la mina de tajo abierto, se dispone de 3 excavadoras de producción y 2 volquetes para el ciclo de acarreo (ver **ANEXO 3**).

**Figura 1**

*Horas trabajadas por los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*



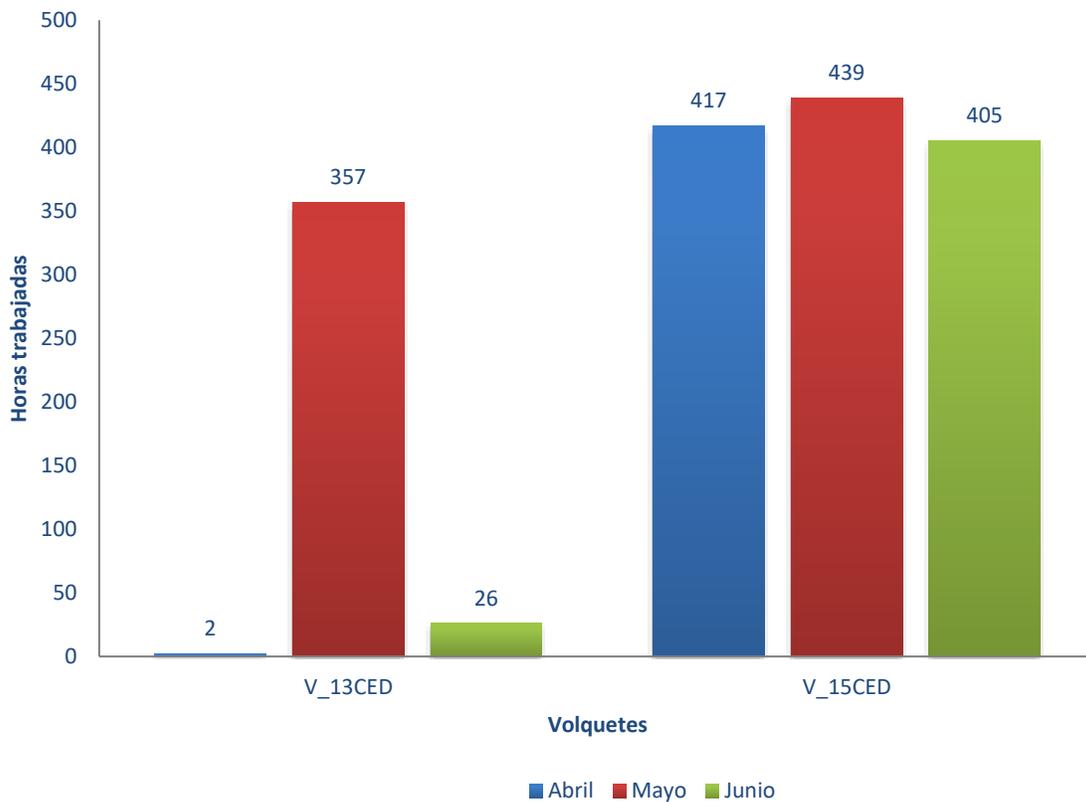
Nota. Datos obtenidos de las horas de producción de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio (ver **ANEXO 3, Tabla 2**)

En la Figura 1, se puede observar 3 excavadoras con horas trabajadas en los meses de abril, mayo y junio; de las cuales en el mes de abril obtuvieron 990 horas producidas, mientras que

en el mes de mayo obtuvieron 1379 horas y en el mes de junio 1228 horas. En este resultado se puede observar un aumento creciente de horas producidas para los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio correspondientemente.

**Figura 2**

*Horas trabajadas por los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022*



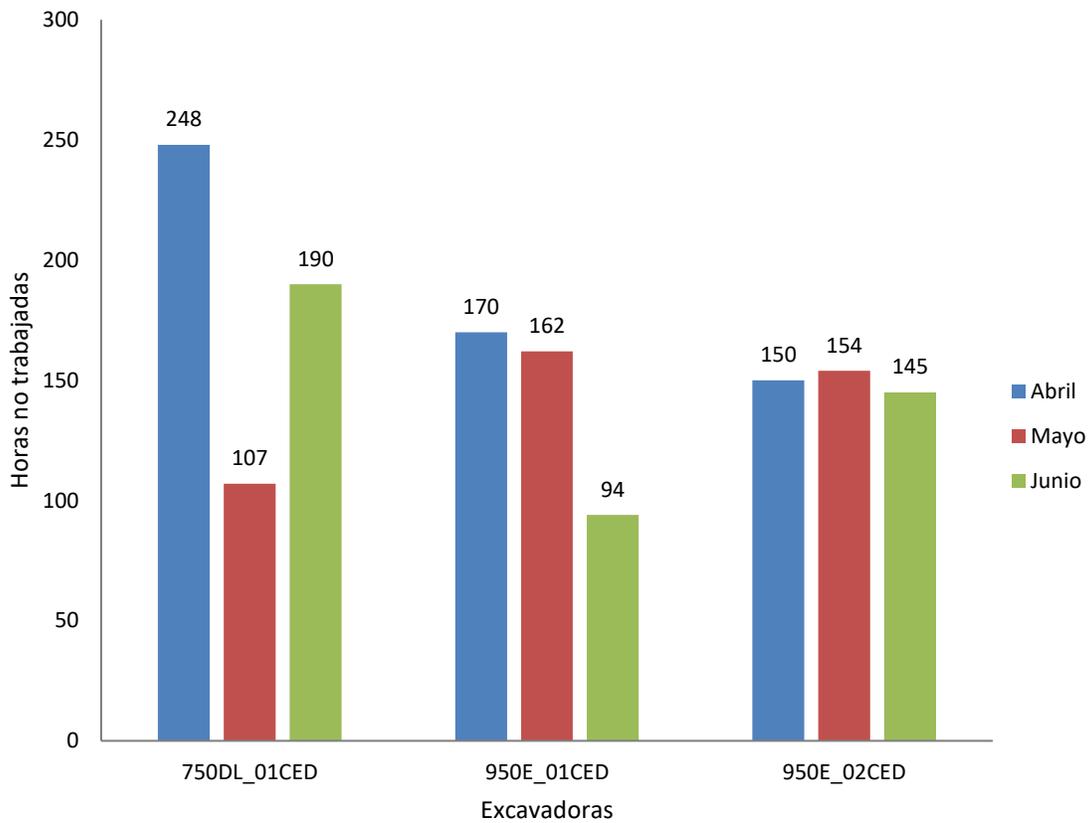
Nota. Datos obtenidos de las horas de producción de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio (ver ANEXO 3, Tabla 3)

En la Figura 2, se puede observar una disminución en las horas de productividad de los equipos de acarreo durante el mes de abril, seguido de un aumento en los meses de mayo y

junio; de manera similar se muestra que los equipos de acarreo tuvieron una producción muy baja en abril debido a la inoperatividad del volquete.

**Figura 3**

*Horas no trabajadas por los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*

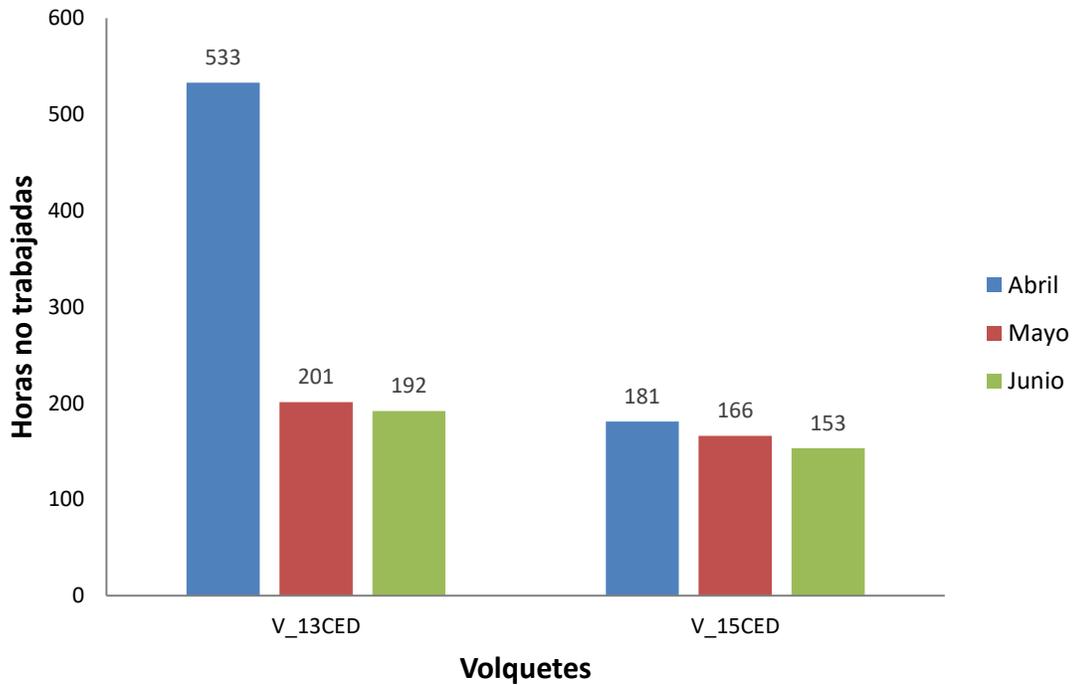


*Nota.* Datos obtenidos de las horas no productivas de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio (ver ANEXO 3, **Tabla 4**)

En la Figura 3, Se observa que en el mes de abril las horas no trabajadas de las excavadoras son considerablemente altas, a diferencia de los meses mayo y junio.

**Figura 4**

*Horas no trabajadas por los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de las horas no productivas de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio (ver ANEXO 3, Tabla 5)

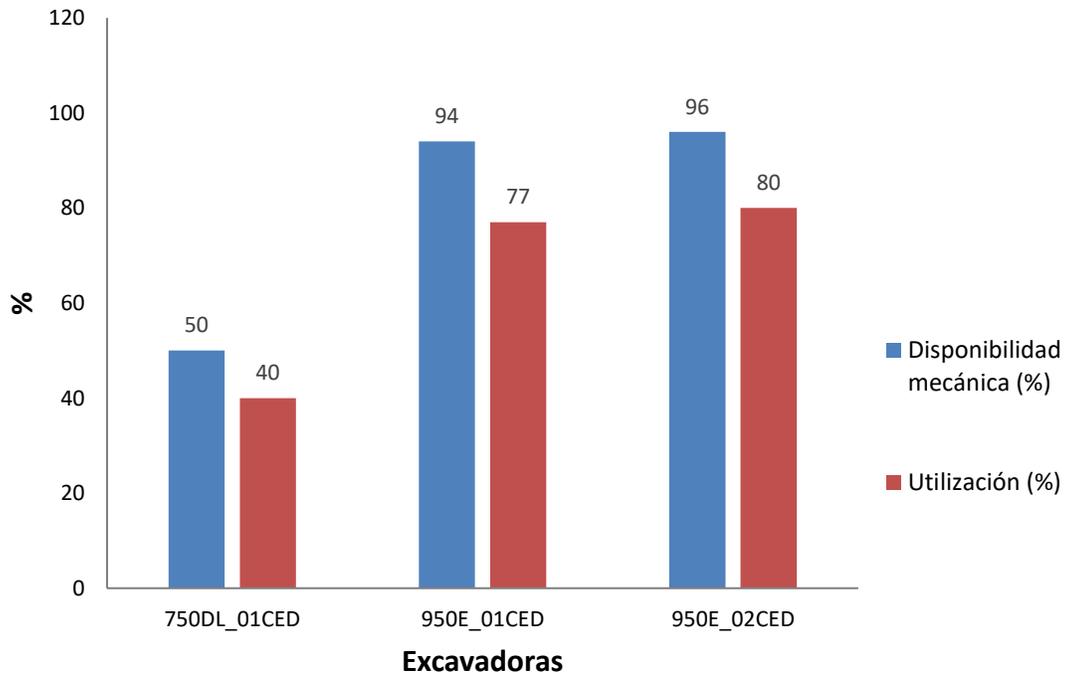
En la Figura 4, se aprecia que el volquete V-13CED en el mes de abril obtuvo considerablemente muchas horas no trabajadas, debido a que estuvo inoperativo y solo se estaba trabajando con un solo volquete, mientras que en los meses de mayo y junio ambos volquetes estaban trabajando con normalidad y tuvieron horas no producidas como siempre lo tuvieron.

**Objetivo 2: KPI’S de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco.**

Se determinó los Indicadores Claves de Desempeño (KPI’S) en disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío y acarreo en los meses de abril, mayo y junio del año 2022. Como podemos observar en las figuras a continuación.

**Figura 5**

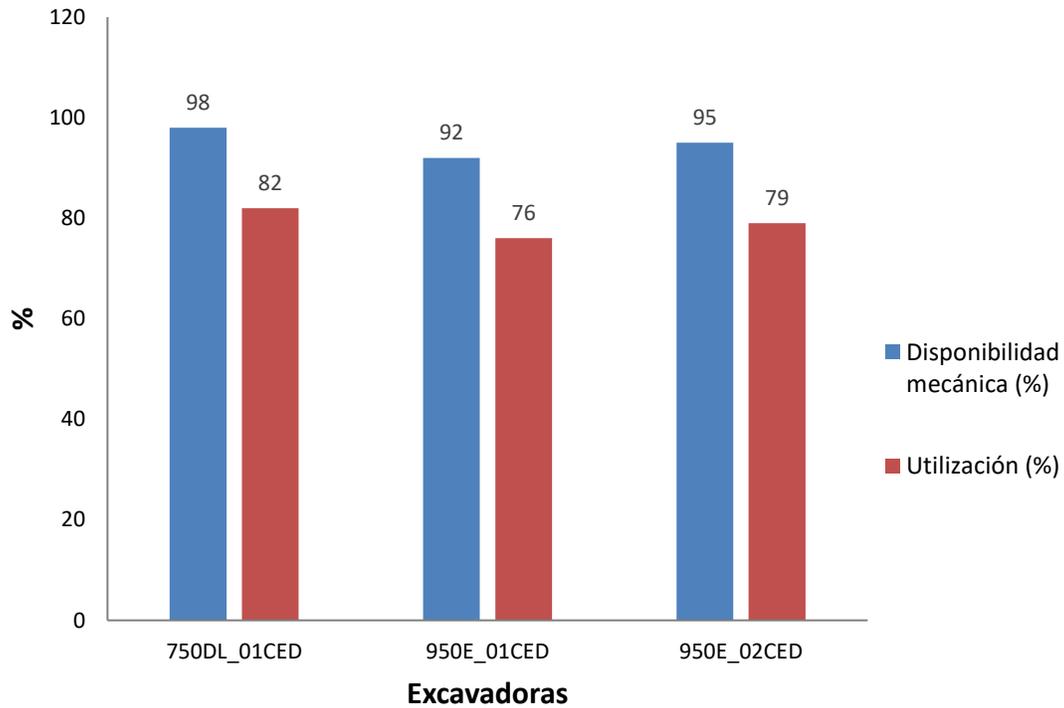
*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes abril 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de carguío en el mes de abril (ver ANEXOS 4, Tabla 6)

**Figura 6**

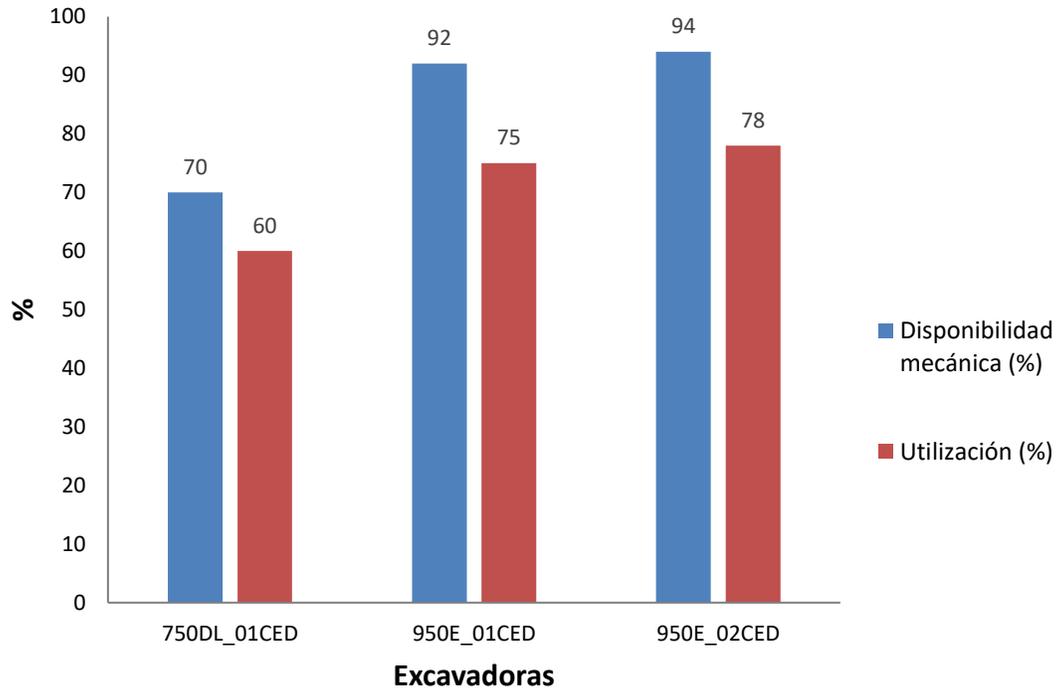
*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes mayo 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de carguío en el mes de mayo (ver ANEXOS 4, Tabla 7)

**Figura 7**

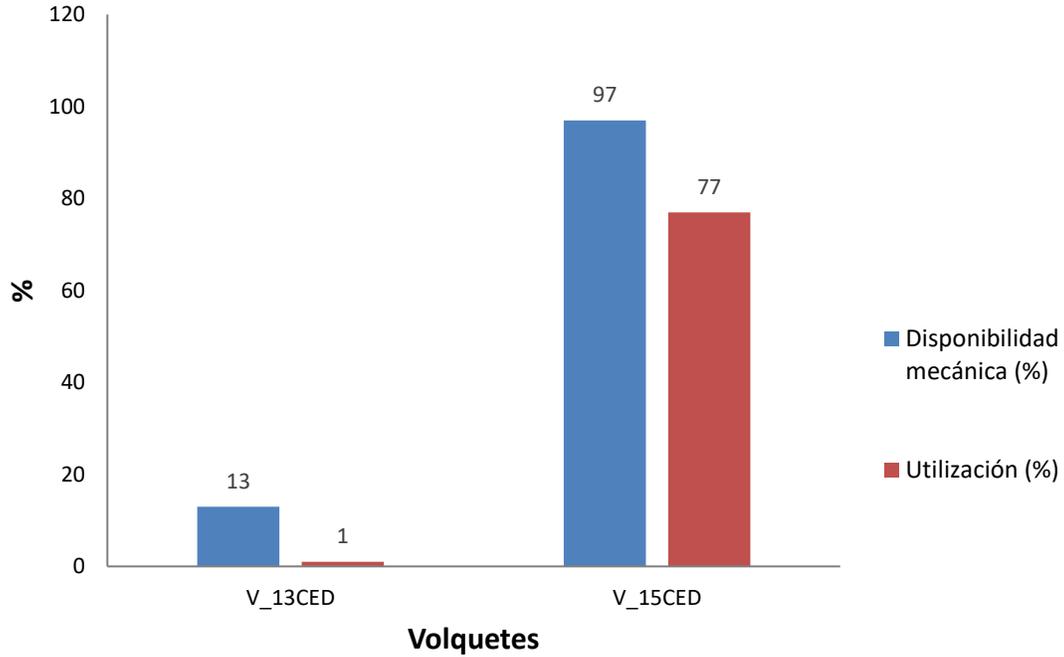
*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes junio 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de carguío en el mes de junio (ver **ANEXOS 4, Tabla 8**)

**Figura 8**

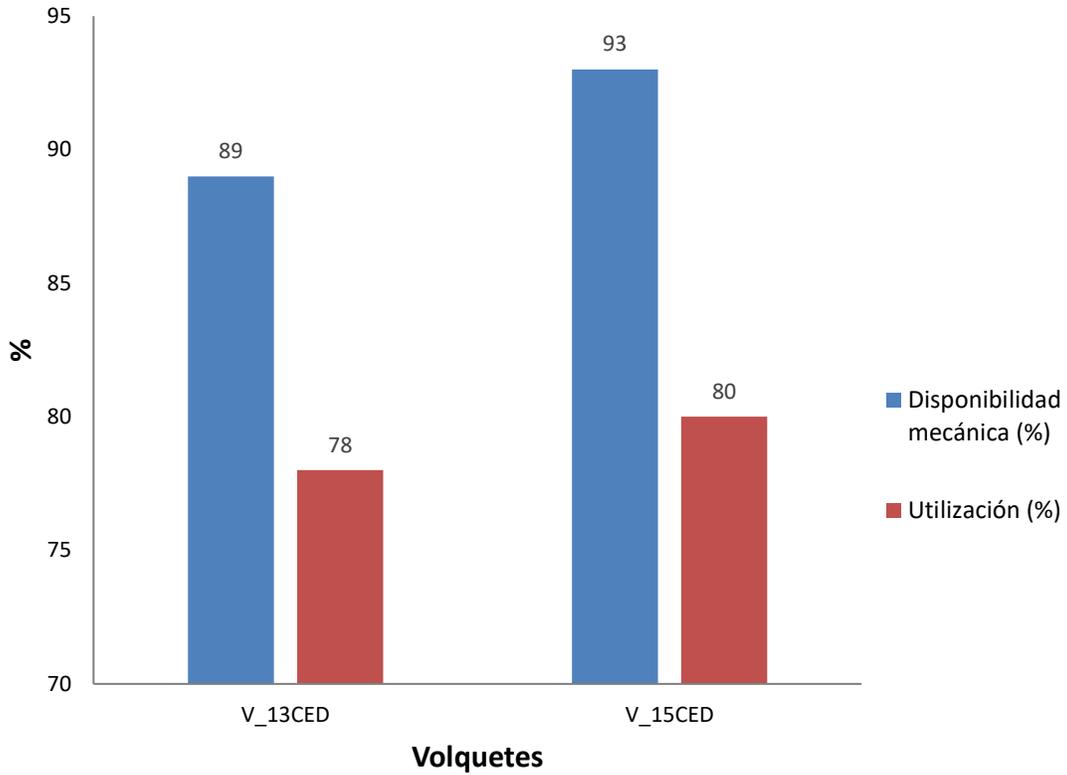
*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes abril 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de acarreo en el mes de abril (ver ANEXOS 4, **Tabla 9**)

**Figura 9**

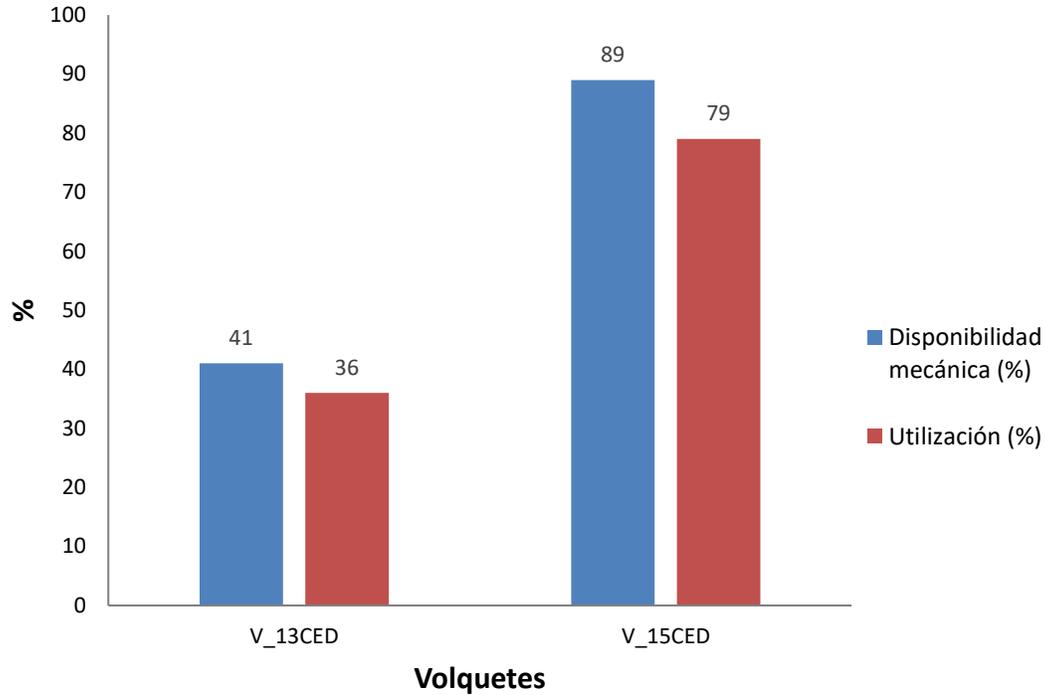
*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes mayo 2022*



*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de acarreo en el mes de mayo (ver ANEXOS 4, Tabla 10)

**Figura 10**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes junio 2022*



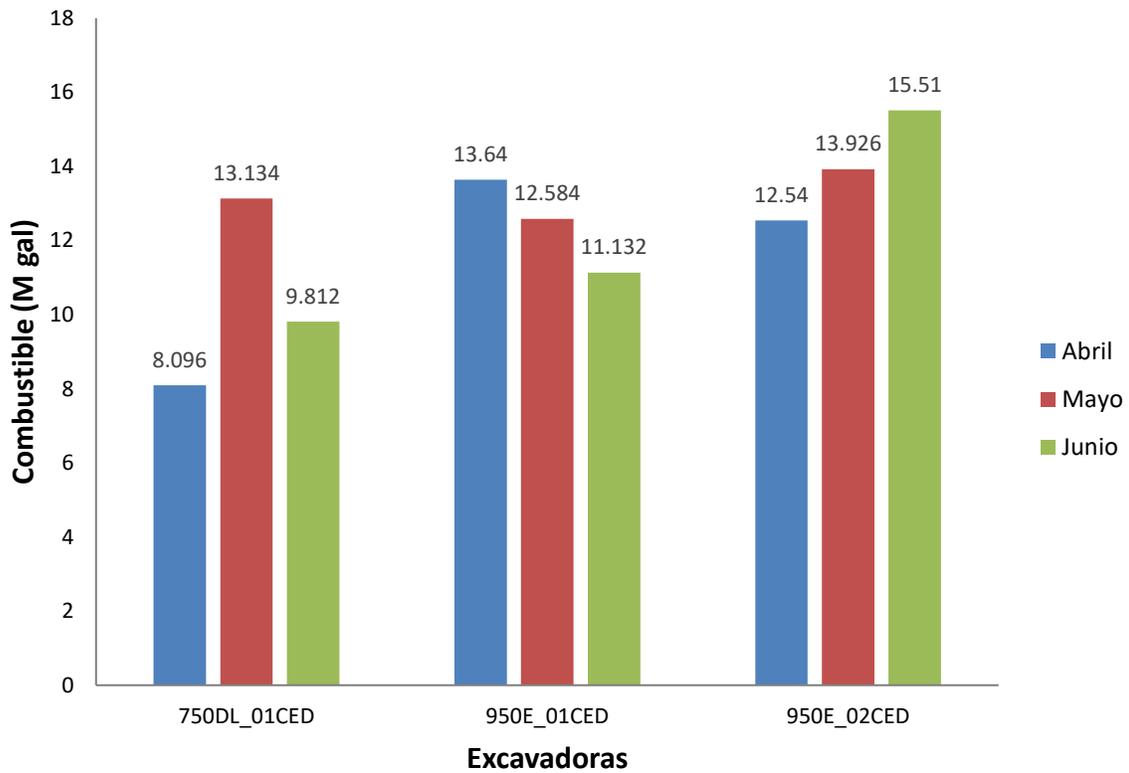
*Nota.* Datos obtenidos de la disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de acarreo en el mes de junio (ver ANEXOS 4, Tabla 11)

**Objetivo 3: Consumo de combustible de los equipos de carguío y acarreo.**

Se muestran los resultados de consumo de combustible de los equipos de carguío y acarreo en los meses de abril, mayo y junio del año 2022.

**Figura 11**

*Consumo de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*

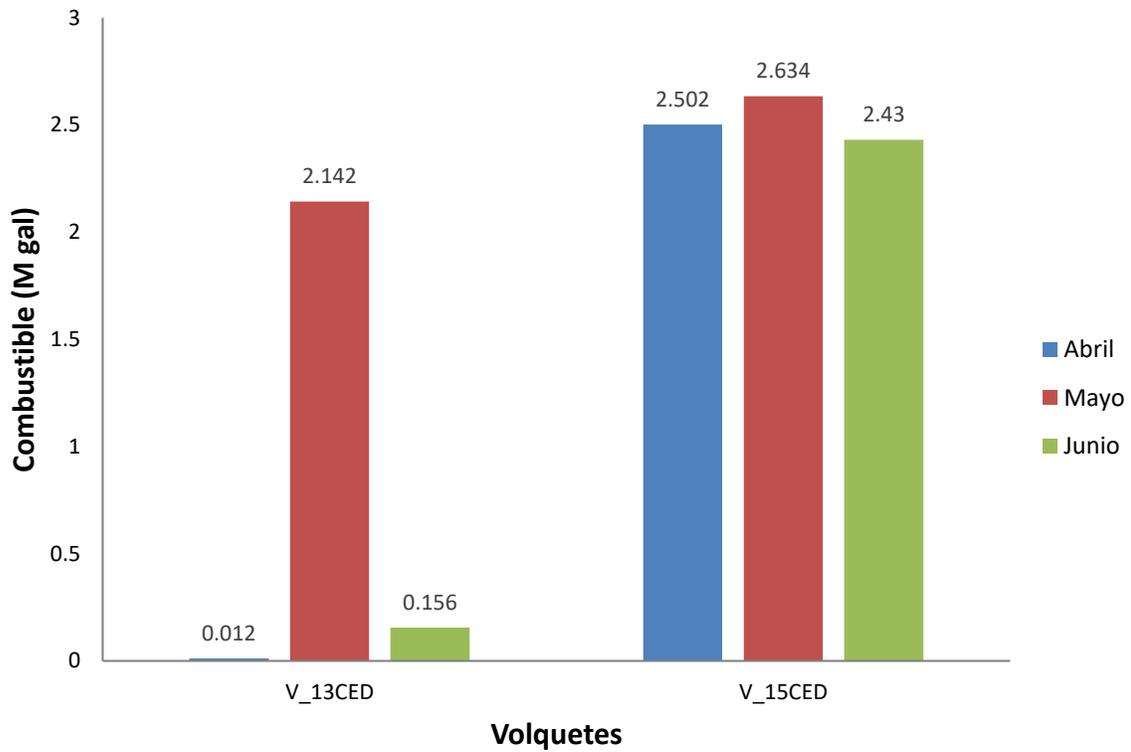


*Nota.* Resultados obtenidos del consumo promedio de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio (ver ANEXOS 4, Tabla 12)

**Figura 12**

*Consumo de combustible de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio*

2022



*Nota.* Resultados obtenidos del consumo promedio de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio (ver ANEXOS 4, Tabla 13 Tabla 12)

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En el presente trabajo de investigación se tuvo como propósito principal identificar los Indicadores Claves de Desempeño para mejorar la producción en el carguío y acarreo en una mina a Tajo Abierto – Huamachuco 2022. Por tanto, validamos la hipótesis mediante las siguientes discusiones:

En tanto la productividad indica que hay muchas demoras operativas disminuyendo las horas productivas, por ende se minimiza las demoras y tiempos muertos para una mejora en las horas trabajadas de los equipos (Casas, 2018). Se hizo un análisis de las horas de producción de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio del año 2022 con un total de 3597 horas trabajadas, sin embargo se observa que el mes de abril se tuvo una baja de producción con 990 horas debido a fallas mecánicas de la excavadora 750DL\_01CED (ver **ANEXO 3, Tabla 2**). Con respecto a los equipos de acarreo se tuvo un total de horas producidas de 1646, se observa también que en el mes de abril las horas trabajadas son bajas esto debido a que el volquete V\_13CED estuvo inoperativo durante la mayor parte de este mes por fallas mecánicas y repuestos que tardaron en llegar, en este mes se tuvo 419 horas operativas de los dos volquetes con los que la contrata cuenta y aumentó su producción en los meses de mayo y junio, siendo mayo el mes con 796 horas operativas de los equipos (ver **ANEXO 3, Tabla 3**). También se hizo un análisis de las horas no operativas en los equipos de carguío alcanzando un total entre los meses de abril, mayo y junio de 1420 horas (ver **ANEXO 3, Tabla 4**), y para los equipos de acarreo tuvieron 1426 horas no operativas entre estos tres meses, esto se dió debido a que en el mes de abril el volquete V\_13CED estuvo

inoperativo la mayor parte del mes aumentando las horas no operativas del ciclo de minado( ver **ANEXO 3, Tabla 5**).

Los indicadores claves de desempeño (KPI'S) son estrategias operativas que buscan detectar los defectos operativos en el desarrollo del ciclo de minado para ser medidos y modificados cuando el proceso lo requiera (Cordova Tahua, 2018). Se identificaron los KPI'S en disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de carguío y acarreo en los meses de abril, mayo y junio del año 2022. En los equipos de carguío se tuvo una disponibilidad mecánica de 80% y una utilización de 66% en el mes de abril (ver **ANEXOS 4, Tabla 6**), para el mes de mayo se tuvo una disponibilidad mecánica de 95% y una utilización de 79% (ver **ANEXOS 4, Tabla 7**) y en el mes de junio su disponibilidad mecánica fue de 85% con una utilización de 71% ( ver **ANEXOS 4, Tabla 8**). Para los equipos de acarreo se tuvo una disponibilidad mecánica de 35% y una utilización de 39% en el mes de abril, observado que no se utilizo al máximo los equipos, debido a que el volquete V\_13CED paso la mayor parte del mes en mantenimiento (ver **ANEXOS 4, Tabla 9**), en el mes de mayo se tuvo una disponibilidad mecánica de 91% con una utilización de 79% (ver **ANEXOS 4, Tabla 10**) y para el mes de junio del año 2022 se tuvo una disponibilidad mecánica de 65% y una utilización de 58% (ver **ANEXOS 4, Tabla 11**). Observado que el mes donde se aprovecho mas a los equipos de carguío y acarreo fue el mes de mayo.

Finalmente se identifico el consumo promedio de combustible entre los meses de abril, mayo y junio del año 2022. Los equipos de carguío durante estos tres meses consumieron un total de 110374 galones de combustible (ver **ANEXOS 4, Tabla 12**) y los equipos de acarreo consumieron 9876 galones de combustible promedio (ver **ANEXOS 4, Tabla 13**). Concordando con la investigacion de Cerna (2022) donde concluye que cuando

los equipos tienen mas horas productivas su consumo de combustible es mayor y cuando hay fallas mecánicas existe una gran perdida de producción pero una disminución en el consumo de combustible.

## 4.2. Conclusiones

La presente investigación logró identificar las horas de producción y las horas no productivas de los equipos de carguío y acarreo y mediante la gestión de tiempos en producción se logró tener un control adecuado de los procesos de carguío y acarreo, lo cual nos facilita una mejor planeación y optimización del ciclo de minado.

En esta investigación se logró identificar los indicadores claves de desempeño (KPI'S) en disponibilidad mecánica y utilización de los equipos de carguío y acarreo en los meses de abril, mayo y junio del año 2022, logrando los equipos de carguío una disponibilidad mecánica de 87% y una utilización de 72% y los equipos de acarreo una disponibilidad mecánica de 70% con una utilización de 59%.

Los indicadores claves de desempeño son estrategias operativas que sirven para mejorar el rendimiento de los equipos, identificando defectos en el ciclo de minado para darles solución de manera inmediata, incrementando la productividad (Casas Ocas, 2018) de los equipos.

Se logró también en este estudio identificar el consumo de combustible de los equipos de carguío con un total de 110374 galones de combustible y en los equipos de acarreo un total de 9876 galones de combustible entre los meses de abril, mayo y junio.

## REFERENCIAS

- Bazán, A. (2016). *Cálculo del número de unidades de la flota de camiones en el tajo abierto San Gerardo, perteneciente a la Compañía Minera Atacocha*. Huancayo-Perú: Universidad Continental.
- Botía, C., & Jurado, T. (2018). El proceso de una investigación cualitativa longitudinal sobre la transición a la maternidad y paternidad en España. *Revista de Metodología de Ciencias Sociales*(41), 33-56.
- Carranza, D. (2021). *Implementación del Software Control Sense para Incrementar la Eficiencia en el Carguío y Acarreo de la Compañía Minera Milpo S.A.A*. Tesis para título profesional de Ingeniero de minas, Universidad Cesar Vallejo, Departamento de Ingeniería de Minas, Chiclayo.
- Casas Ocas, D. E. (2018). *INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO DE EQUIPO PESADO PARA CONTROL DE RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD*. Cajamarca.
- Cerna Rios, G. (2022). *Gestión de KPI'S para mejorar la productividad en equipos de carguío y acarreo en SUMMA GOLD CORPORATION - Contrata CEDAR*. Trujillo.
- Cordova Taha, 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*. Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3580>
- Guillen, O., Sánchez, M., & Begazo, L. (2020). *Pasos para elaborar una tesis de tipo correlacional*. Lima.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education.

- Mercado, J., & Marín, J. (2021). *Análisis de los indicadores de productividad en equipos de carguío y acarreo para la mejora del rendimiento operacional y reducción de costos en Compañía Minera Kolpa S. A. – 2021*. Tesis para título profesional de Ingeniero de Minas, Universidad Continental, Departamento de Ingeniería de Minas, Huancayo.
- Pizarro Sánchez, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante uso de Indicadores Claves de Desempeño (KPIs) en CIA Minera Los Quenuales S.A., Yauliyacu. Lima - 2018*. Abancay.
- Quiroga Ferruz, P. I. (2016). *Diseño de Herramienta computacional para control de KPI de operadores de carguío y transporte - Mina Los Bronces*. Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/142772>
- Quispe Casquero, J. D. (2021). *Indicadores claves de desempeño (KPI) para optimizar la explotación del tajo norte en Sociedad Minera el Brocal S.A.A. Cerro de Pasco*. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2543>
- Rojas Chiquez, D. V., & Muñoz Delgado, A. (2021). *Influencia de las demoras efectivas y macánicas de los KPIS de carguío del equipo CAT 374FL, en una mina a Tajo Abierto en Cajamarca, 2021*. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30015>
- Rojas Ortiz, I. F. (2019). *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*. Piura.
- Romero Huaranga , A. B. (2021). *Evaluación de equipos de carguío y transporte de mineral para el cálculo óptimo del número de camiones, Minera San Cristóbal S.A.A.* Huancayo.

Vargas Bringas, M. Á. (2020). *Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en Minería Superficial - Cajamarca - 2019*. Cajamarca.

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.

ANEXOS

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO: “INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO Y PRODUCCIÓN EN EL CARGUÍO Y ACARREO EN UNA MINA A TAJO ABIERTO-HUAMACHUCO 2022.”**

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿De qué manera la identificación de los indicadores claves de desempeño mejoran la producción en el carguío y acarreo en una mina tajo abierto – Huamachuco 2022?	La identificación de los indicadores clave de desempeño tiene un efecto significativo en la mejora de la producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto en Huamachuco 2022.	Identificar los Indicadores Claves de Desempeño que mejoran la producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022.	Indicadores Claves de Desempeño	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> N: Aplicada	Todos los equipos de carguío y acarreo de todas las contratas que trabajan en la mina a tajo abierto SUMMA GOLD.
		<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> N: No experimental de tipo descriptivo	<b>MUESTRA</b>
		Identificar las horas productivas y no productivas de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco. Analizar los KPI’s de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco. Determinar el consumo de combustible de los equipos de carguío y acarreo.	Producción	<b>TÉCNICA:</b> Análisis documental	Equipos de carguío y acarreo de la contrata CEDAR.
				<b>INSTRUMENTO:</b> Guía de análisis documental	

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>TÍTULO: “INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO Y PRODUCCIÓN EN EL CARGUÍO Y ACARREO EN UNA MINA A TAJO ABIERTO-HUAMACHUCO 2022.”</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
	<b>CONCEPTUAL</b>	<b>OPERACIONAL</b>			
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Indicadores Claves de Desempeño	Son herramientas que permiten medir el logro o evolución de los objetivos de una empresa, principalmente en base a aspectos clave del negocio u otros aspectos operativos dependiendo del tipo de actividad que esté realizando la empresa. También mide el nivel de rendimiento del proceso, observando qué tan bien se está desempeñando el proceso para lograr los objetivos establecidos (Huarocc, 2014).	Son aquellos indicadores que miden el desempeño de los equipos de carguío y acarreo en función a los tiempos de operación del ciclo de minado.	Disponibilidad  mecánica	%	Guía de análisis documental
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Producción	Es la relación existente entre los recursos empleados y los producidos con dichos recursos (Casas, 2018).	La cantidad de toneladas expresada en metros cúbicos que van a producir los equipos de carguío y acarreo.	Toneladas	m <sup>3</sup>	Guía de análisis documental

**ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

	<b>INSTRUMENTO N° 01: PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO</b>
	<b>TÍTULO: “INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO Y PRODUCCIÓN EN EL CARGUÍO Y ACARREO EN UNA MINA A TAJO ABIERTO-HUAMACHUCO 2022”</b>
<p><b>OBJETIVO:</b> Este instrumento tiene como objetivo recopilar información documentaria respecto a la gestión de tiempos para identificar las horas de productividad y horas no productivas de los equipos de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto.</p>	

**Tabla 1**

*Equipos de carguío y acarreo de la mina tajo abierto*

<b>Equipos</b>	<b>Código</b>	<b>Área</b>	<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Excavadora de producción</b>	750DL_01CED	Mina	6,2
	950E_01CED	Mina	6,2
	950E_02CED	Mina	6,2
<b>Volquetes</b>	V_13CED	Mina	24
	V_15CED	Mina	24

**Tabla 2**

*Horas trabajadas en los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*

<b>Equipos de carguío</b>	<b>Meses 2022</b>			<b>Total (hrs)</b>
	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	
750DL_01CED	120	490	256	866
950E_01CED	450	410	412	1272
950E_02CED	420	479	560	1459
Total (hrs)	990	1 379	1228	3 597

**Tabla 3**

*Horas trabajadas en los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022*

<b>Equipos de acarreo</b>	<b>Meses 2022</b>			<b>Total (hrs)</b>
	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	
V_13CED	2	357	26	385
V_15CED	417	439	405	1261
Total (hrs)	419	796	431	1 646

**Tabla 4**

*Horas no trabajadas en los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*

Equipos de carguío	Meses 2022			Total (hrs)
	Abril	Mayo	Junio	
750DL_01CED	248	107	190	545
950E_01CED	170	162	94	426
950E_02CED	150	154	145	449
Total (hrs)	568	423	429	1 420

**Tabla 5**

*Horas no trabajadas en los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio 2022*

Equipos de acarreo	Meses 2022			Total (hrs)
	Abril	Mayo	Junio	
V_13CED	533	201	192	926
V_15CED	181	166	153	500
Total (hrs)	714	367	345	1 426

**ANEXOS 4: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

	<b>INSTRUMENTO N° 02: INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO</b>
	<b>TÍTULO: “INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO Y PRODUCCIÓN EN EL CARGUÍO Y ACARREO EN UNA MINA A TAJO ABIERTO-HUAMACHUCO 2022”</b>
<b>OBJETIVO:</b> Este instrumento tiene como objetivo identificar los indicadores claves de desempeño que mejoran la producción de los equipos de carguío y acarreo de la mina a tajo abierto.	

**Tabla 6**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes abril 2022*

<b>Equipos de carguío</b>	<b>Disponibilidad mecánica</b>	<b>Utilización</b>
	(%)	(%)
750DL_01CED	50	40
950E_01CED	94	77
950E_02CED	96	80

**Tabla 7**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes mayo 2022*

<b>Equipos de carguío</b>	<b>Disponibilidad mecánica</b>	<b>Utilización</b>
	(%)	(%)
750DL_01CED	98	82
950E_01CED	92	76
950E_02CED	95	79

**Tabla 8**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de carguío mes junio 2022*

Equipos de carguío	Disponibilidad mecánica	Utilización
	(%)	(%)
750DL_01CED	70	60
950E_01CED	92	75
950E_02CED	94	78

**Tabla 9**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes abril 2022*

Equipos de acarreo	Disponibilidad mecánica	Utilización
	(%)	(%)
V_13CED	13	1
V_15CED	97	77

**Tabla 10**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes mayo 2022*

Equipos de acarreo	Disponibilidad mecánica	Utilización
	(%)	(%)
V_13CED	89	78
V_15CED	93	80

**Tabla 11**

*Disponibilidad mecánica y utilización (%) de los equipos de acarreo mes junio 2022*

Equipos de acarreo	Disponibilidad mecánica	Utilización
	(%)	(%)
V_13CED	41	36
V_15CED	89	79

**Tabla 12**

*Consumo de combustible de los equipos de carguío en los meses de abril, mayo y junio 2022*

Equipos de carguío	Meses 2022			Total
	Abril	Mayo	Junio	(gal)
750DL_01CED	8096	13134	9812	31042
950E_01CED	13640	12584	11132	37356
950E_02CED	12540	13926	15510	41976
Total (gal)	34276	39644	36454	110 374

**Tabla 13**

*Consumo de combustible de los equipos de acarreo en los meses de abril, mayo y junio*

2022

Equipos de acarreo	Meses 2022			Total (gal)
	Abril	Mayo	Junio	
V_13CED	12	2142	156	2310
V_15CED	2502	2634	2430	7566
Total (gal)	2514	4776	2586	9876

**Tabla 14**

*T de Student para carguío y acarreo*

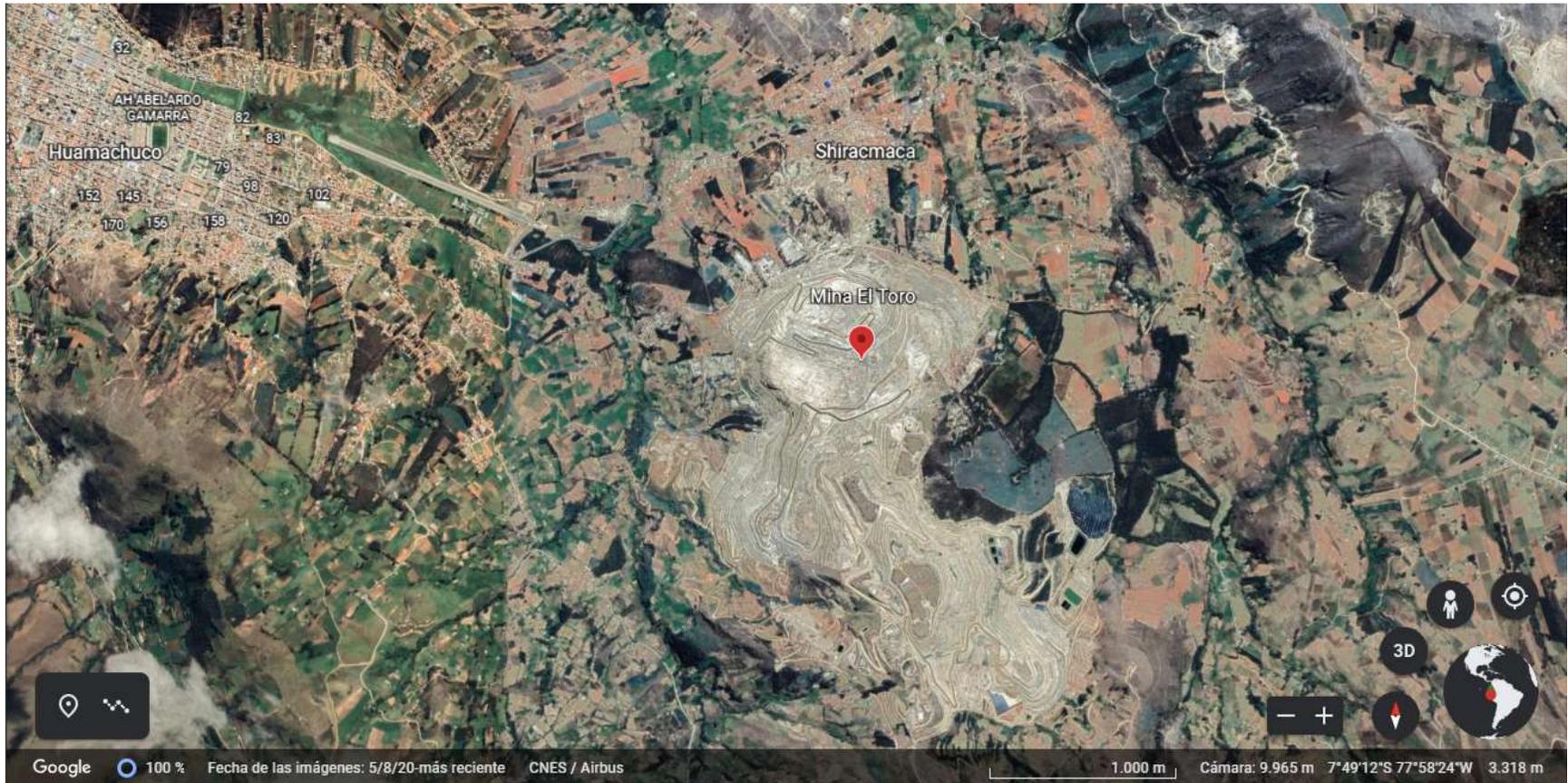
T de Student para carguío y acarreo		
	Carguío	Acarreo
Media	1199	548.666667
Varianza	38461	45916.3333
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	42188.6667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	3.87778516	
P(T<=t) una cola	0.00893743	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	
P(T<=t) dos colas	0.01787485	
Valor crítico de t (dos colas)	2.77644511	

**ANEXO 5: UBICACIÓN DE LA MINA TAJO ABIERTO**

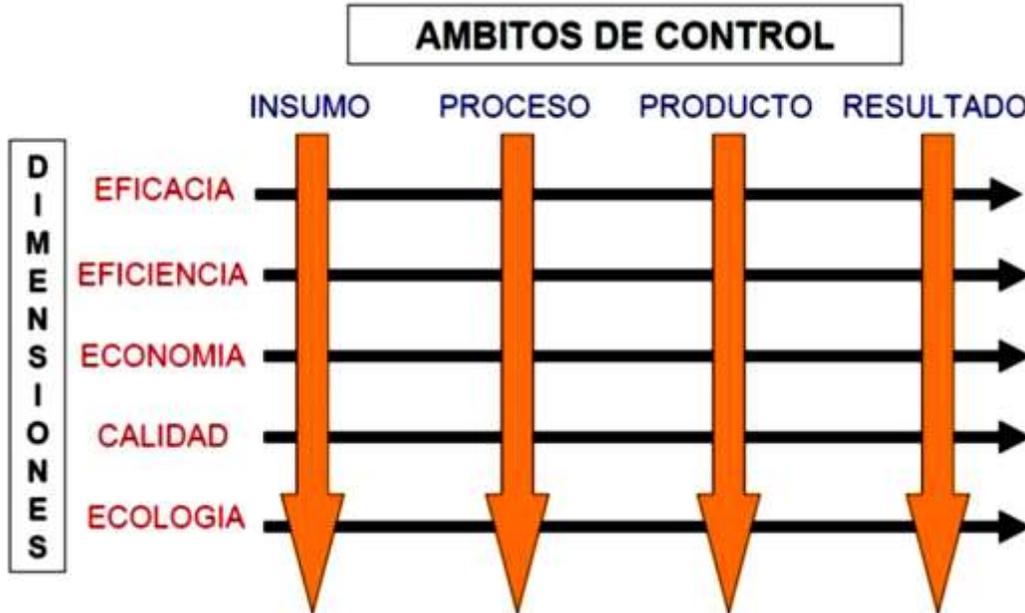


*Nota.* Obtenido de SUMMA GOLD CORPORATION

**ANEXOS 6:UBICACIÓN DE LA MINA TAJO ABIERTO**



**ANEXO 7: CLASIFICACIÓN DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO**



Nota. Obtenido de (Huarocc, 2014).

**ANEXOS 8: DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS**

Tiempo calendario = 1 Año = 8 760 horas

Tiempo programado	Tiempo no programado
-------------------	----------------------

Tiempo programado (con interferencias)	Tiempo de interferencias
--	--------------------------

$T_T$  tiempo total programado ( sin interferencias)

Tiempo disponible $T_D = T_T - T_M$	Mantenimiento $T_m$ Planificado    Fallas
--	--

Tiempo disponible ( con reserva)	Reserva
----------------------------------	---------

$T_T$  = Tiempo total programado

$T_D$  Tiempo disponible ( sin reserva)

$T_D$  = Tiempo disponible

$T_O$ Tiempo operativo	Demoras TDO	
	Planificadas	Interferencias

$T_M$  = Mantenimiento

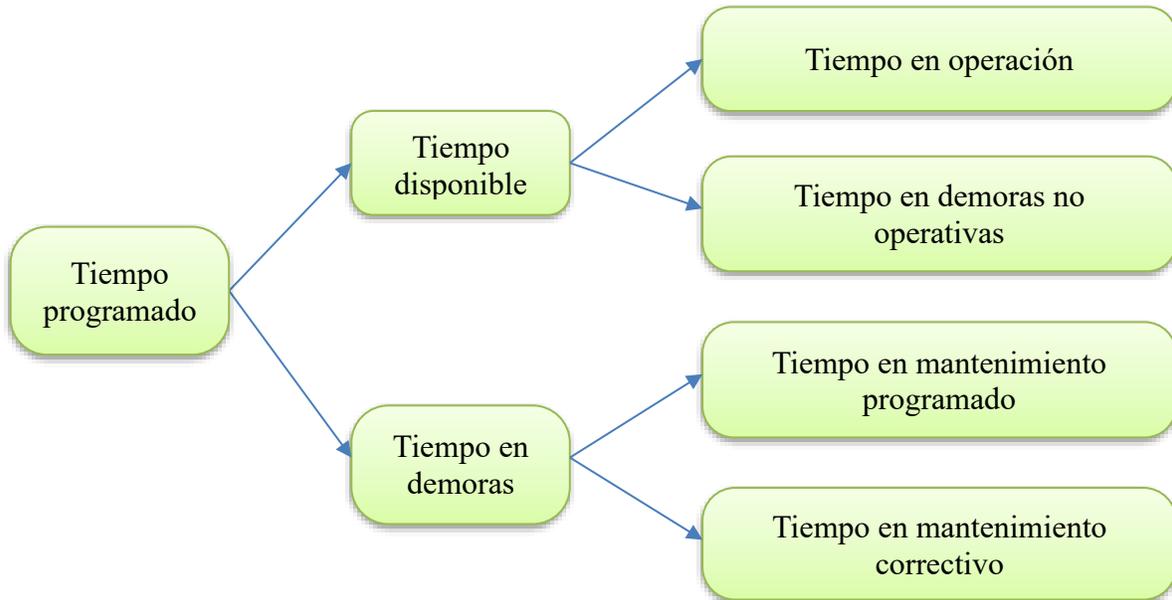
$T_O$  = Tiempo operativo

Horómetro

$T_{DO}$  = Tiempo de demoras operativas

Nota. Obtenido de (Cerna, 2022).

**ANEXOS 9: TIEMPO PROGRAMADO**



*Nota.* Obtenido de (Cerna, 2022).

**ANEXOS 10:VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Yo, Wilbert Lenin Risco Julca, con CIP N° 143756, ostento el grado de ingeniero y ejerzo la carrera profesional en ingeniería de minas. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO**” que será aplicado en la investigación “Indicadores claves de desempeño y producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022” de los alumnos Bach. Puente Caipo Erick Alexander y Reyes Aguilar Ruby Dorcas. Luego de hacer las verificaciones permitentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

**EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Nº	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.				X
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.			X	
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.				X
7	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información			X	

1: Deficiente 2: Regular 3: Bueno 4: Excelente

Trujillo, 06 de julio de 2023



Wilbert Lenin Risco Julca  
CIP. 143756

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

Yo, Marco Antonio Cotrina Teatino, con D.N.I. N° 41872247, ostento el grado de doctor y ejerzo la carrera profesional en ingeniería de minas. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO” que será aplicado en la investigación “Indicadores claves de desempeño y producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022” de los alumnos Bach. Puente Caipo Erick Alexander y Reyes Aguilar Ruby Dorcas.

Luego de hacer las verificaciones permitentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

**EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO**

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				x
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.				x
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				x
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				x
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			x	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			x	
7	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información			x	

1: Deficiente 2: Regular 3: Bueno 4: Excelente

Trujillo, 06 de julio de 2023



Marco Antonio Cotrina Teatino  
DNI. 41872247

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, Juan Antonio Vega Gonzalez, con D.N.I. N° 18212091, ostento el grado de doctor y ejerzo la carrera profesional en ingeniería metalúrgica. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, los instrumentos que serán aplicados en la investigación “Indicadores claves de desempeño y producción en el carguío y acarreo en una mina a tajo abierto – Huamachuco 2022” de los alumnos Bach. Puente Caipo Erick Alexander y Reyes Aguilar Ruby Dorcas.

Luego de hacer las verificaciones permitentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

#### EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.				X
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.			X	
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.			X	
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información				X

1: Deficiente 2: Regular 3: Bueno 4: Excelente

Trujillo, 06 de julio de 2023



Juan Antonio Vega Gonzalez  
DNI. 18212091