



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“EVALUACIÓN DE COSTOS PARA EL PROCESOS DE  
CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA SUPERFICIAL –  
CAJAMARCA – 2019”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en** Ingeniería de Minas

**Autor:**

Miguel Ángel Vargas Bringas

**Asesor:**

Ing. Alex Marinovic Pulido

Cajamarca - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermanos y amigos por su perspicacia y persistencia la cual es el origen del motivo para que día tras día ser mucho mejor como persona y como profesional, llevándome por el buen sendero.

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Privada del Norte por formarme con ética y moral a lo largo del desarrollo de mi carrera profesional, a los docentes ya que han contribuido en mi formación académica; por sus lecciones, instrucciones y por lo más importante, su amistad.

## Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	8
1.1.    Realidad problemática	8
1.2.    Formulación del problema	15
1.3.    Objetivos	16
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS	22
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	38
ANEXOS	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. Fuentes de resultados y metodología obtenidas en Redalyc .....</i>	<i>23</i>
<i>TABLA 2. Fuentes de resultados y metodología obtenidas en Scielo .....</i>	<i>24</i>
<i>TABLA 3. Equipos a utilizar en carguío .....</i>	<i>25</i>
<i>TABLA 4. Tiempo de carguío y acarreo.....</i>	<i>25</i>
<i>TABLA 5.Indicadores de desempeño excavadora CAT 336.....</i>	<i>27</i>
<i>TABLA 6. Indicadores de gasto (US\$/hr) .....</i>	<i>28</i>
<i>TABLA 7. Indicador de desempeño de equipos de transporte .....</i>	<i>29</i>
<i>TABLA 8.Indicador de desempeño del acarreo (US\$/hr) .....</i>	<i>30</i>
<i>TABLA 9.Cuadro comparativo de costos de carguío y acarreo .....</i>	<i>31</i>
<i>TABLA 10. BCM Flota/Guardia .....</i>	<i>31</i>
<i>TABLA 11. Resultado Económico del Acarreo .....</i>	<i>32</i>
<i>TABLA 12. Variación del Resultado Económico de Acarreo .....</i>	<i>32</i>
<i>TABLA 13. Comparación del Costo de Consumo de Combustible (US\$/mes) Diferentes Condiciones .....</i>	<i>32</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i><b>Figura 1.</b></i> <i>Indicador de desempeño en el carguío (gal/hr)</i> .....	27
<i><b>Figura 2.</b></i> <i>Indicador de desempeño en el carguío (tn/hr)</i> .....	28
<i><b>Figura 3.</b></i> <i>Indicador de desempeño en el carguío (hr/mes)</i> .....	29
<i><b>Figura 4.</b></i> <i>Costo de Carguío (US\$/Tn)</i> .....	30
<i><b>Figura 5.</b></i> <i>Costo de Carguío (US\$/Tn)</i> .....	31

## RESUMEN

Finalidad del estudio es de realizar una evaluación del proceso de carguío y acarreo, mediante eso identificar los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a la minería de tajo abierto durante el año 2019. El tipo de investigación es cuantitativa con diseño de investigación no experimental y el nivel de investigación es correlacional. El procedimiento abarca: fase 1, pre-campo; fase 2, de campo; fase 3, de gabinete y fase 4, elaboración del informe. Como resultados se ha obtenido que en promedio total la duración de un ciclo de la etapa de carguío y acarreo es de 17 minutos, la excavadora Komatsu PC – 350 LC tiene una productividad de 6.8 ton/hr, la excavadora Komatsu PC – 350 DE 4.5 ton/hr y la excavadora CAT 320 de 3.4 ton/hr, para volquetes FMX y FM con capacidad de 15 m<sup>3</sup>, resaltando su disponibilidad mecánica de 70% y su utilización de 75%, costo de carguío por hora asciende a 120 US\$/Hr y el costo de transporte por tonelada producida tiene un costo de 40 US\$/Hr. Concluyendo que La evaluación de los costos de carguío y acarreo es muy importante en la actividad minera, dado que a partir de su evaluación se establece parámetros a optimizar con el mero de hecho de reducir costos operacionales

**PALABRAS CLAVES:** costo, carguío, acarreo, tiempos improductivos, ciclo

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La Minería superficial en Perú y Cajamarca es conocida nivel mundial y por su gran producción de mineral y para lograr eso las empresas mineras, deben tener en cuenta que una reducción de costos es un gran aporte a la unidad minera (Arevalo, 2018), al final este proyecto busca de que estos procesos se desarrollen de manera mecánica y no monótona ya que el proceso de carguío y acarreo son variables según el tiempo de desarrollo y para esto se involucra el ingeniero de minas para poder tener un criterio para poder enfrentar cambios o variabilidad de una mina en los proceso de carguío y acarreo.

Pabel (2014), desarrollo la investigación titulada optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño en la minera CODELCO- Chile con el objetivo de explicar su nueva metodología para la reducción de costos en las operaciones de carguío y acarreo de mineral con un incremento sustancial del nivel de producción para que puedan obtener un mayor beneficio las empresas mineras y una reducción de los costos de carguío y acarreo. La investigación que usó para la demostración de la hipótesis fue descriptiva; como muestra se tomó evaluar los indicadores que se fueron evaluando las causas que generan que este proceso posee un alto índice cuantitativo, con ello se tomaron mediciones y decisiones pertinentes en las operaciones de minado con el objetivo de buscar optimizar y colocar el negocio de las explotaciones mineras en un nivel adecuado de producción. Como conclusión las soluciones que propuso para la reducción de costos es que los ingenieros y profesionales evocados a la reducción o



fragmentación del mineral dentro de la secuencia de minado y con ello obtener una mayor producción en la unidad minera.

Vergara (2015), según su estudio realizado el resultado detecta que en el Último trimestre del 2015 se detectó problemas de cola en volquetes de modelo CAT – 785C que son asignados a rutas cortas, las cuales representas un 12.69% de tiempos operativos y como consecuencia el índice de utilización de estos volquetes llego a un 87.31% y su productividad a 414.47 TM/H al término del periodo, dando como resultado un incremento en los costos por conceptos de voladura, el proceso de carguío y acarreo asume un costo de \$ 1,505,057.84 dólares lo que nos da un precio unitario por tonelada a \$0.61 dólares. Objetivo por la cual se hizo necesario que evalué y analice sus procesos de carguío y acarreo y voladura; la investigación que desarrollo fue en cargadores del área de operaciones equipos que fueron asignados a rutas cortas de labor, así como la cantidad de equipos utilizados. Tomando como muestra el nuevo tipo de voladura que proporciona que tenga una fragmentación menor de la roca, lográndose una reducción entre 32.13% y 36.32% asimismo se realizó una similitud del sistema de carguío y acarreo que para eso dispuso de 1 cargador frontal y 2 volquetes donde él pudo comprobar la baja utilización en filas de espera que asciende en un 0.13% con el promedio de 0 volquetes y un máximo de 1 volquete. Mientras que el tiempo promedio de carguío se redujo a 3.13 minutos que esto representa al 18.49%, asumiendo un costo unitario por tonelada igual \$ 0.38 dólares lo que le llevo a una reducción de 37.70% respecto su último trimestre de año 2015; él llegó a la conclusión que su propuesta de mejorar los ciclos de carguío y acarreo que nos permite reducir costos del área de operaciones garantizando el

cumplimiento de manera eficaz y eficiente de movimiento de material estéril hacia botaderos para rutas cortas.

Ricra y Vásquez (2017), ellos desarrollan su proyecto y sostienen que la optimización de las etapas de carguío y acarreo están orientados a ayudar a la empresa Mina Lagunas Norte donde ellos proponen modificar sus procesos de negocio con el único objetivo de reducir costos y mejorar la eficiencia y obtener como resultado el mayor beneficio posible una herramienta de mejora adecuada, esto es esencial para lograr resultados efectivos. Ellos mencionan en su proyecto que un proceso defectuoso genera sobrecostos y estos conlleva a una resta en competitividad y como consecuencia esto afecta en la rentabilidad. La investigación lo desarrollaron mediante una hoja de cálculo de Excel a través de un complemento SOLVER esto permite resolver problemas de Optimización en etapas de carguío y acarreo basado en un modelo matemático de programación lineal llamado SIMPLEX y lo utilizan como herramienta para poder resolver los problemas de optimización de los procesos de carguío y acarreo en mina Laguna Norte. Las muestras de tesis consisten en técnicas de programación lineal mencionado líneas arriba con el fin de un óptimo desempeño en el ciclo de carguío y acarreo del mineral que significa un flujo más dinámico y productivo de mineral hacia los sistemas de chancado y obteniendo como conclusión una mejora significativa y ahorros operativos de \$18,533.00 dólares en los procesos de carguío y acarreo de la mina Lagunas Norte que constituye a un 12,35 % del costo de la operación. Con su estudio ellos verifican con su programación de SOLVER como una herramienta tecnológica y útil al momento de modelar y optimizar los procesos de operación, SOLVER es parte de una serie de comando y abecés es denominado como herramienta de análisis que se puede obtener

un valor óptimo de un mínimo y un máximo para la formula en una celda, que lo denominan celda objetivo que está sujeta a restricciones y limitaciones de acuerdo a otras celdas con formula en la hoja de cálculo.

Rodríguez (2017), hace mención en su proyecto que en la actualidad el sector minero tiene un propósito que es optimizar los rendimientos, reducir los tiempos, dar una mayor precisión, optimizar costos en la producción y minimizar los aspectos e impactos ambientales en minería para lo cual se desarrolló su proyecto con el único objetivo de reducir los costos de la operación y la reducción en emisión de gases en el área de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto; para lograr esto el reduce los tiempos en la limpieza de piso y palas gigantes. La investigación se propone desarrollarlo en dos fases que es trabajos de campo y gabinete. En la fase de trabajo de campo el área de carguío el utiliza una pala gigante y en la sala de dispatch donde llegó a determinar los tiempos y la cantidad d emisión de gases contaminantes que emiten los tractores de ruedas que se encargan de limpiar el piso de la pala gigante. su muestra fue analizada con su base de datos de la unidad minera Yanacocha que se desarrolló mediante un control desde el año 2013 hasta el 2017 donde el procedimiento alternativo de limpieza del piso de la pala gigante fue efectuado desde junio del 2016. Como conclusión obtuvo que luego de aplicar la limpieza de piso en la pala gigante se minimizo en tiempo para esta operación de 500 segundos a 400 segundos por hora entonces por lo tanto los costos de la operación se redujeron en \$180 000 dólares mensuales que hace una suma de 2 160 000 dólares al año.

Pizan (2013), hace su investigación con un objetivo que es obtener nuevos rendimientos reales en movimiento de tierras donde emplea maquinaria pesada, para sus actividades de carguío y acarreo utilizando excavadoras su investigación lo

desarrollo de manera experimental en volquetes de 15 m<sup>3</sup> y para el empuje de materia utilizo tractores de oruga operación que desarrollo en los minados de Cerro Negro y Carachugo de la unidad minera Yanacocha. La muestra consta de una toma de datos que realizo entre el mes de abril hasta el mes de noviembre del 2012 que lo desarrollo por observación directa en los equipos y así poder controlar las horas de trabajo y los reportes diarios que realizan los ingenieros de campo y para hacer control de cuanto material transportaba por día hizo levantamientos topográficos con la ayuda de un GPS diferencia; y como conclusión obtuvo rendimientos reales que fueron comprobados con los rendimientos dados por el fabricante de los equipos y concluyo que los tiempos improductivos son propios de la unidad minera como son los climas adversos, fallas mecánicas, mantenimientos, etc.

Benavidez (2016), nos hace mención que dentro de los procesos productivos de minería a nivel internacional, nacional y local los procesos de carguío y acarreo son los de mayor demanda de dinero, generando una gran inversión de asciende en un 45% y 60% de la operación minera, por lo que es de gran importancia lograr mejores rendimientos en los procesos de carguío y acarreo que involucran personal y maquinaria, por parte el personal están los operadores, mecánicos y supervisores, etc. Por otro lado, están las maquinaria o equipos de carguío y acarreo, mantenimientos de los mimos, repuestos e insumos. En las empresas mineras de la región de Cajamarca se observó que los tiempos perdidos tanto en horas hombre y horas maquina en proceso de carguío y acarreo están por debajo del estándar.

En las unidades mineras de Cajamarca especialmente en las labores a cielo abierto (open pit) la utilización de equipos de carguío y acarreo son la pieza fundamental de la producción de la mina, pero influyen factores que generan tiempos

improductivos que son: esperas en la cola, falta de equipo de carguío, equipos descompuestos, abastecimiento de combustible, falta de operadores, falta de frente de trabajo, inspección de quipos, congestión en los puntos de acopio de material, el estado de vías de acceso, traslado de personas al cambio de guardia, etc. Factores que afecta la mejora continua de la producción de la unidad minera.

Para esto se desea efectuar una evaluación en los procesos de carguío y acarreo, evaluar los tiempos que generan perdida para la unidad minera para así reducir o estandarizar los tiempos; además se desea reducir los costos identificando la pérdida de tiempo en los ciclos de trabajo y de tal manera generar mayores ingresos cumpliendo todas las metas programadas sin descuidar los estándares de seguridad en el trabajo.

El presente proyecto de tesis está orientado sobre la evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en minería superficial, en donde como actividad principal se tiene al desplazamiento de mineral de un punto a otro, proceso ya conocido como carguío y acarreo este proyecto se desarrollará en el presente año, 2019, con el objetivo de realizar una evaluación previa a todo el proceso de carguío y acarreo, mediante eso identificar los factores que afectan dichos procesos los cuales están generando tiempos improductivos o hora muertas a la unidad minería superficial, este proyecto tiene una investigación cuantitativa donde se medirán factores de tiempos improductivos ya se por fallas mecánicas, climas adversos, tiempos en mantenimiento a todos estos equipos involucrados del proceso de carguío y acarreo (Clerque, 2018) y obteniendo una data de información sobres los tiempos tomados para poder hacer un análisis y efectuar una reducción de los costos.

## **Justificación**

La minería superficial en Cajamarca es reconocida mundialmente por su producción de mineral que conlleva a este trabajo de investigación a analizar uno de los procesos principales de la operación que son el carguío y acarreo estos procesos son importantes para el ingreso económico de la unidad minera y dicha investigación trata de mejorar dichos procesos para generar un ingreso económico mayor generando una mejora para todas las operaciones mineras. Por ejemplo, Yanacocha es la minera de oro reconocida como la más grande de América del Sur, con una altura de 3500 a 4000 msnm y está ubicada en los distritos: La Encañada, Baños del Inca y Cajamarca, en la provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca, a 48 km. al norte de la ciudad de Cajamarca. La minera comenzó sus exploraciones en Perú en 1982 y Yanacocha inició sus operaciones en el año 1993, actualmente sigue operando cinco tajos que son Maqui Maqui, Carachugo, Yanacocha, la Quinoa, y Gold Mill. La misma está compuesta por 5 plataformas de lixiviación y 3 plantas de recuperación de oro.

La primera fase del proyecto se inició con la revisión de la literatura científica, la cual se ha realizado en diferentes medios de búsqueda de información dentro de las cuales destacan bibliotecas virtuales de las diferentes universidades de mundo, destacando la Universidad Privada del Norte, se ha tomado como referencia temas de investigación ya realizados por egresados cuyo tema desarrollado es muy similar al presente. Para fundamentar mejor las cuestiones de afianzarse con el tema se ha hecho consultas a docentes universitarios, profesionales expertos en el área de carguío y acarreo, en especial los tiempos que tardan los equipos en realizar la actividad, puesto que ha surgido problemas, los cuales se ven afectados por los

diferentes factores que interactúan in situ; por lo que se tienen resultados muy ajenos a los esperados y planeados.

La base de datos referenciada lo constituyen: Redalyc, Scielo, Science, Google académico, Cybertesis UNI, Cybertesis UNMA, Cybertesis URP, cabe recalcar que las fuentes de información obtenidas han sido mayormente artículos científicos, papers, informes, tesis, revistas científicas, conferencias, videoconferencias, libros.

Las palabras claves utilizadas son: carguío, acarreo y costos de carguío y acarreo, al navegar con vía web se ha tenido una base de 15, 12 y 9 fuentes de información respectivamente por cada palabra. Una vez obtenido se ha filtrado y clasificado la información de acuerdo al problema de investigación ¿Cómo desarrollar una evaluación para poder determinar los tiempos improductivos en los procesos de carguío y acarreo en las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019?

Inclusión y exclusión: El criterio de selección consistió tomar las fuentes que están afines con los objetivos, los que tienen una temática, orden, buena metodología, resultados congruentes se han elegido para ser tomados como referencias; por el contrario, las fuentes que tienen poca relación con el tema, las que han sido aplicados a otros campos diferentes al de minería, las que no apuntan a la optimización del proceso de carguío y acarreo han sido excluidas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo desarrollar una evaluación para poder determinar los tiempos improductivos en los procesos de carguío y acarreo en las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar una evaluación del proceso de carguío y acarreo, mediante eso identificar los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Evaluar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras operativas, de maniobras, estacionamiento, descarga.

Analizar los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo y con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para evaluar costos de dicho proceso en las operaciones de minería superficial – Cajamarca durante el año 2019

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

Al realizar la evaluación del proceso de carguío y acarreo, se identificará los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019.



#### **1.4.2. Hipótesis específicas**

Al evaluar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras operativas, de maniobras, estacionamiento, descarga; se logrará reducir las pérdidas de tiempo en las maniobras que realiza el operador de la pala.

Analizando los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo, se determinará con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para analizar costos de dicho proceso en las operaciones de minería superficial – Cajamarca.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El proyecto de investigación tiene un nivel de investigación cuantitativo (Huarocc, 2015) ya que se va a analizar los costos de operación de los procesos de carguío y acarreo.

#### Diseño De La Investigación

El diseño de la investigación es no experimental, dado que no existe manipulación alguna de las variables (Trujillo, 2011)

#### Nivel De Investigación

El nivel de investigación viene a ser correlacional (Checya, 2015) ya que mantiene una relación entre los procesos de carguío y acarreo para poder determinar los costos en dichos procesos de tal manera de generar un ingreso económico mayor.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### Población

Reportes obtenidos en los equipos de carguío y acarreo (camiones de las operaciones mineras) utilizados en las unidades de minería superficial – Cajamarca.

#### Muestra

Para este proyecto se analizará 5 camiones gigantes y 1 pala gigante que desarrollan el ciclo de carguío y acarreo de las unidades de minería superficial - Cajamarca

## Métodos

El método de investigación viene a ser inductivo

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### Técnicas e instrumentos de recolección

##### Técnicas

Las técnicas que se utilizara en este proyecto constan con la recolección de datos de los ciclos de carguío y acarreo haciendo un análisis en los reportes diario de los equipos.

##### Instrumentos

Fichas de con qué frecuencia pasan el mantenimiento de equipos y el diagnóstico de a qué se debe sus anomalías.

- Fichas mensuales de los ciclos de carguío y acarreo.
- Fichas de tiempos o horas trabajadas de los equipos.
- Con que frecuencia hay lluvias.

Los datos recolectados nos servirán para poder analizar e identificar los factores que no nos están permiten generar un ingreso económico más favorable para la unidad minera.

#### Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Para el procesamiento, análisis e interpretación de resultados se hará de herramientas computacionales, principalmente Microsoft Excel, donde se ingresará los datos de tiempos de ciclos de carguío y acarreo, posteriormente mediante fórmulas establecidas calcular el rendimiento de cada maquinaria; además mediante gráficos

estadísticos evaluar la distribución de cada tiempo que implica el ciclo, para establecer criterios de mejora y optimización del proceso de carguío y acarreo.

## **2.4. Procedimiento**

### **Fase de 1: Pre-Campo**

Consistió en la revisión de la literatura científica se ha realizado en diferentes medios de búsqueda de información dentro de las cuales destacan bibliotecas virtuales de las diferentes universidades de mundo.

### **Fase de 2: Fase de campo**

Como siguiente paso se harán observaciones en campo en el Tajo la Quinoa de los diferentes parámetros como tiempo de carguío, tiempo de acarreo, tipo de material (en roca o diseminado, etc.), factores in situ de tiempo: tiempo de cuadrado, tiempo de espera, tiempo de ida y regreso, demoras operativas, demoras mecánicas.

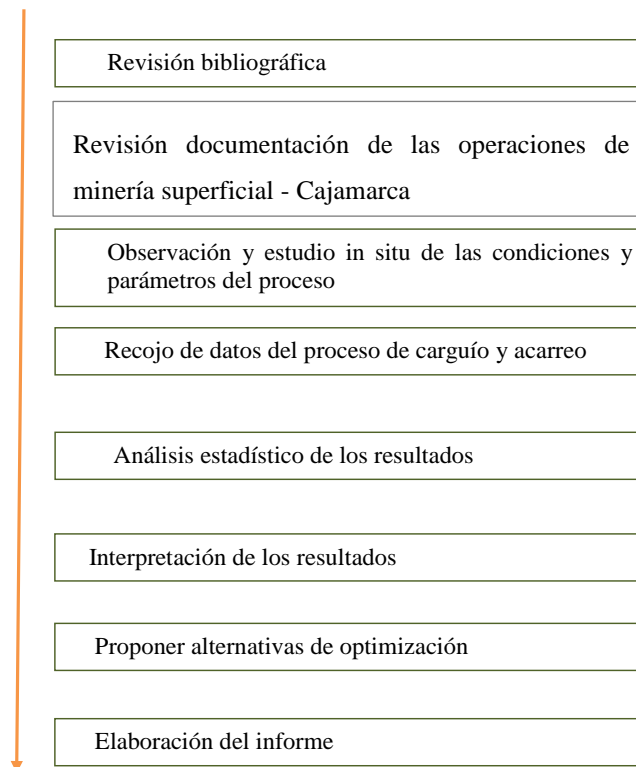
### **Fase de 3: Fase Gabinete**

Con los datos de campo y de laboratorio se ingresaron a herramientas técnicas (Software minero, Microsoft Excel) para su procesamiento, análisis e interpretación de resultados.

### **Fase de 4: Elaboración del informe**

Finalmente, se procederá a la elaboración del informe de investigación con los lineamientos de Universidad Privada del Norte.

### Secuencia del procedimiento



### Aspectos éticos de la investigación

El presente trabajo se desarrollará bajo las consideraciones que maneja la Universidad Privada del Norte. Entre ellas las más importantes donde se refleja que el autor:

- Realizará investigaciones que lleven a aumentar el bienestar de la población y la comunidad de interés
- Cumplirá las normas institucionales que regulan la investigación científica
- Mostrará su investigación, metodología y análisis de la forma más precisa posible
- Citará apropiadamente las investigaciones relevantes utilizadas en la revisión sistemática que se hayan publicado anteriormente. Para el ello utilizará normas APA correctamente.

### **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

Para el presente trabajo de investigación se han obtenido 12 resultados de diferentes fuentes de información (entre tesis, revistas, artículos, papers, informes, conferencias) durante el proceso de búsqueda relativas a los temas de carguío, acarreo, equipo de carga, equipo de acarreo, rendimiento de quipos, de este conjunto se han seleccionado 8 fuentes, que tienen resultados muy similares a los planteados en el presente tema.

Las fuentes analizadas, artículos de carácter científico datan investigaciones realizadas y ejecutadas con equipos de carguío y acarreo llamada durante la etapa de explotación minera a Tajo Abierto. En el proceso de selección se han tomado 7 de 11 fuentes informativas, los cuales tiene una estrecha similitud con las palabras de búsqueda, objetivos y problema de investigación.

Las estrategias y mecanismos utilizados para el proceso de búsqueda de información con respecto a la pregunta de investigación ¿Cómo desarrollar una evaluación para poder determinar los tiempos improductivos en los procesos de carguío y acarreo en las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019? Y objetivo realizar una evaluación del proceso de carguío y acarreo, mediante eso identificar los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019. Conllevaron a un análisis de carácter macro, esto es, no se consideró referencia alguna en específico, es decir, no se consideró un ejemplo conciso de rendimiento de equipos de carga o de minado estacional, por tal razón se han tomado diferentes referencias literarias con respecto al tema en curso.

**TABLA 1.**

*Fuentes de resultados y metodología obtenidas en Redalyc*

<b>AÑO</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>EMPÍRICO</b>	<b>CUALITATIVO</b>	<b>MIXTO</b>
<b>2007</b>	59.6	25.4	8.6	6.4
<b>2008</b>	32.1	24.5	24.3	19.1
<b>2009</b>	23	55.7	21.3	0
<b>2010</b>	24.1	53.4	17.5	5
<b>2011</b>	35	44.5	0	20.5
<b>2012</b>	46.5	34.9	18.6	0
<b>2013</b>	21.8	45.7	10.5	22
<b>2014</b>	24.5	45.7	8.4	21.4
<b>2015</b>	52.1	16.5	18.6	12.8
<b>2016</b>	35.4	43.2	7.8	13.6
<b>2017</b>	40.6	17.8	18.5	23.1
<b>2018</b>	16.8	39	18.4	25.8
<b>2019</b>	23.4	47.2	13.4	16
<b>TOTAL</b>	33.45	37.96	14.3	14.28

**TABLA 2.**

*Fuentes de resultados y metodología obtenidas en Scielo*

<b>AÑO</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>EMPÍRICO</b>	<b>CUALITATIVO</b>	<b>MIXTO</b>
<b>2007</b>	56.3	42.5	1.2	0
<b>2008</b>	28.3	30.5	22.6	18.6
<b>2009</b>	25	50.7	24.3	0
<b>2010</b>	31.4	45.2	12.7	10.7
<b>2011</b>	30.7	45.4	4.7	19.2
<b>2012</b>	57.5	31.4	11.1	0
<b>2013</b>	18.7	47.5	12.5	21.3
<b>2014</b>	37.4	45.7	0	16.9
<b>2015</b>	41.5	25.4	19.7	13.4
<b>2016</b>	36.9	44.5	6.2	12.4
<b>2017</b>	46.2	12.8	14.3	26.7
<b>2018</b>	18.6	37	19.1	25.3
<b>2019</b>	24.6	42.7	14.3	18.4
<b>TOTAL</b>	34.85	38.56	12.52	14.07

En los resultados se realizará el análisis de los mismos, donde se verán los beneficios y poder plantear alternativas consecuentes para la operación.



- Tiempos de operación por turno
- El tipo de material que se va transportar
- El tiempo que toma el mantenimiento de los equipos

**TABLA 3.**

*Equipos a utilizar en carguío*

<b>EQUIPOS DE CARGUÍO</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CAPACIDAD (m3)</b>
Excavadora CAT 374 FL EX - 016	Caterpillar	374D L	3	4
Excavadora CAT 336 DL	Caterpillar	336D L	3	3.4
Cargador Frontal CF - 1003	Caterpillar	936 E	1	2.1

**TABLA 4.**

*Tiempo de carguío y acarreo.*

Tiempo de carguío (min)	Tiempo de Cuadrado (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo de ida y regreso (min)	T descarga chancado (min)	Otros (min)	Total (min)
3.23	0.3	1	10.66	1.14	0.36	17
3.43	0.42	1.12	9.42	1.68	0.34	16
2.87	0.53	0.76	10.99	1.4	0.56	17
3.33	0.28	0.86	11.08	1.62	0.45	18
3.63	0.34	1.12	10.65	2.09	0.19	18
3.55	0.48	1.1	10.56	1.11	0.38	17

3.68	0.31	1.18	8.65	1.22	0.47	16
3.21	0.47	0.96	10.99	1.35	0.41	17
4.28	0.48	0.9	9.37	1.18	0.48	17
4.09	0.52	0.96	9.1	1.58	0.53	17
3.21	0.38	1.22	9.63	1.73	0.13	16
2.97	0.34	1.49	9.33	1.43	0.28	16
3.4	0.48	1.4	8.87	1.57	0.47	16
3.34	0.43	0.92	11.05	1.15	0.42	17
3.69	0.35	1.03	10.81	2	0.49	18
2.75	0.37	0.79	10.38	1.22	0.44	16
3.15	0.52	0.8	10.77	1.44	0.51	17
3.53	0.35	0.8	10.6	1.36	0.37	17
3.39	0.5	0.79	9.85	1.23	0.27	16
2.97	0.44	1.3	11.03	1.61	0.34	18
2.86	0.28	1	10.03	1.34	0.41	16
3.8	0.29	0.98	4.49	1.81	0.47	12
3.18	0.48	0.96	8.87	0.67	0.32	14
2.97	0.47	0.96	10.96	2.05	0.42	18
3.62	0.49	0.86	10.59	1.9	0.41	18
3.77	0.27	0.91	9.54	1.55	0.49	17
3.72	0.4	1.12	9.88	1.97	0.46	18
2.99	0.38	1.15	11.09	1.24	0.48	17
3.72	0.52	0.6	9.64	2.43	0.39	17
3.34	0.4	1.2	9.55	1.57	0.36	16

---

Promedio de tiempo por ciclo 17

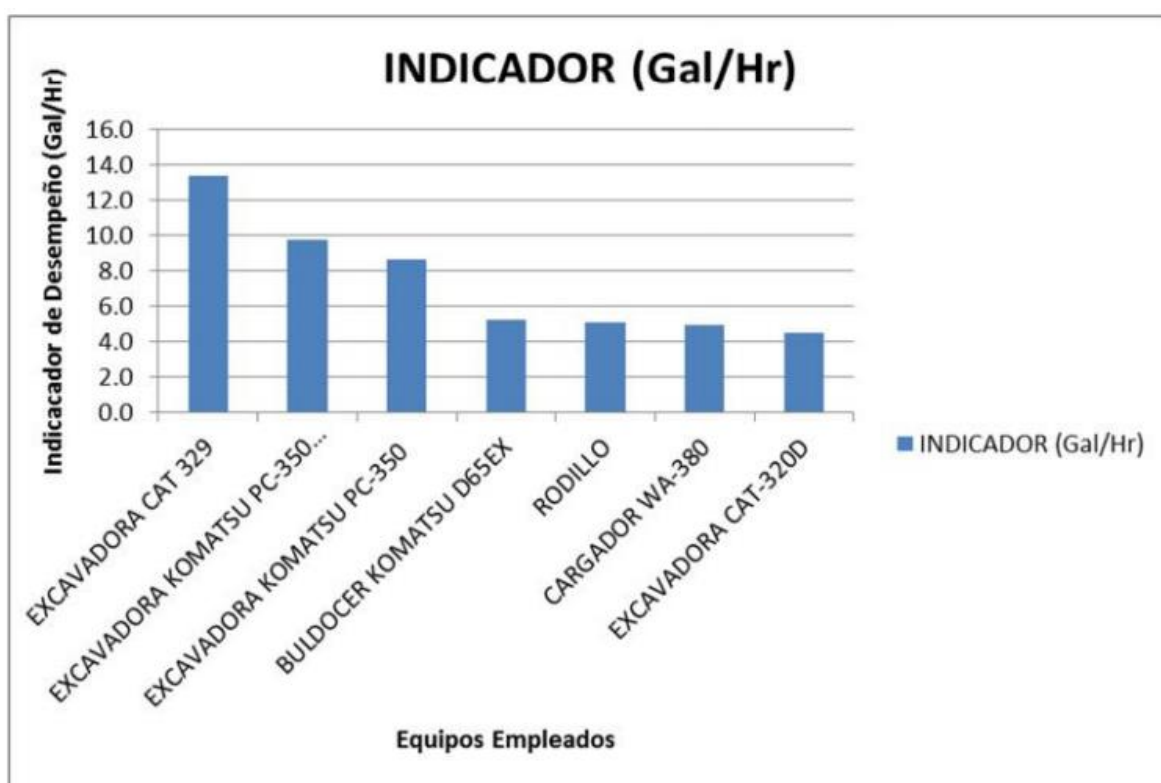
---

**TABLA 5.**

*Indicadores de desempeño excavadora CAT 336*

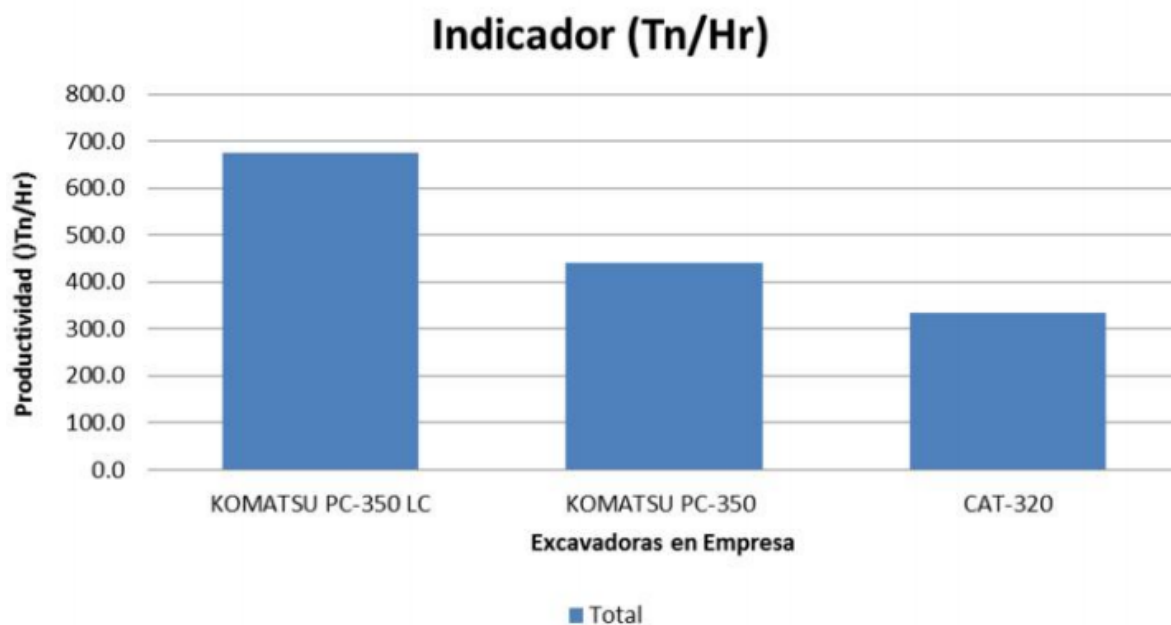
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	Actual
Galones de consumo por equipo / Horas trabajadas (Gal/Hr)	12 Gal/Hr
Toneladas métricas producidas / Horas de carguío (TM/Hr)	300 Tn/Hr
Costo de carguío / Horas trabajadas (US\$/Hr)	44 US\$/Hr
Horas de trabajo / Mes (Hrs trabajo/Mes)	50 Hrs/Mes
Disponibilidad mecánica del equipo de carguío (% Disp. mecánica)	75%
Porcentaje de Utilización del Equipo (% Utilización)	80%
Horas de carguío / N° camiones (Min/Camión)	18 min/Cam.

Fuente: Huarocc, 2015



**Figura 1.** Indicador de desempeño en el carguío (gal/hr)

Fuente: Huarocc, 2015



**Figura 2.** *Indicador de desempeño en el carguío (tn/hr)*

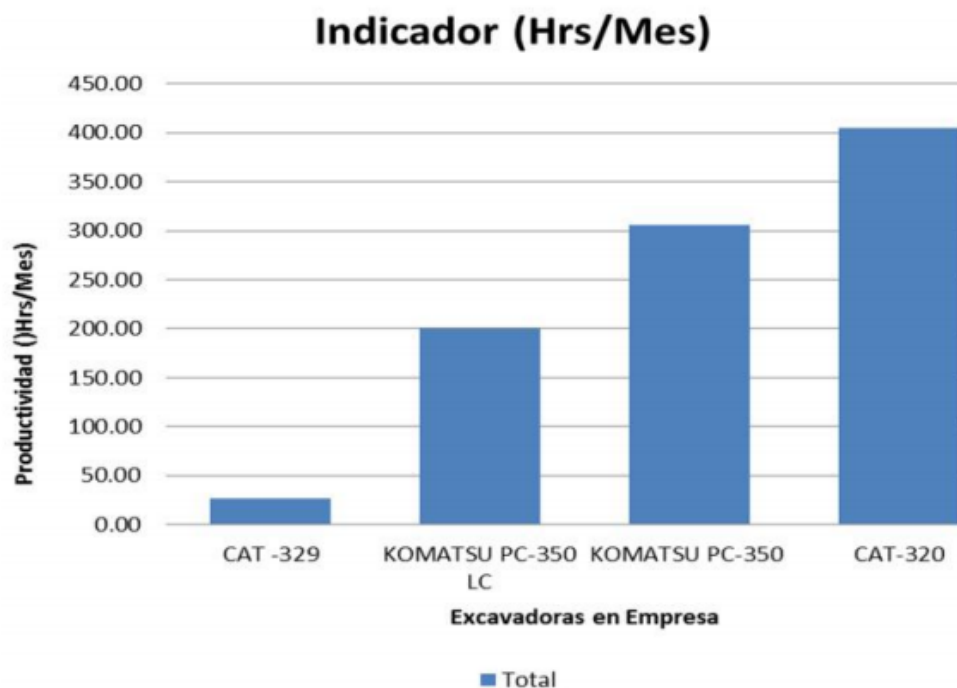
Fuente: Huarocc, 2015

**TABLA 6.**

*Indicadores de gasto (US\$/hr)*

<b>Indicador de Operaciones</b>	<b>US\$/Hr</b>
Excavadora Komatsu PC-350LC	120.00
Excavadora Komatsu PC-350LC	120.00
Excavadora CAT-320	115.00

Fuente: Huarocc, 2015



**Figura 3.** Indicador de desempeño en el carguío (hr/mes)

Fuente: Huarocc, 2015

**TABLA 7.**

*Indicador de desempeño de equipos de transporte*

<b>EQUIPOS DE TRANSPORTE VOLQUETES FMX Y FM CON CAP: 15m3</b>	
<b>INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO</b>	<b>UNID</b>
Galones de Consumo por Equipo / Horas Trabajadas (Gal/Hr)	3.00
Toneladas Métricas Producidas / Horas de Carguío (Tn/Hr)	150Tn/Hr
Costo de Carguio / Hora Trabajadas (US\$/Hr)	120 US\$/Hr
Costo de Transporte / Toneladas Producidas (US\$/Tn)	40 US\$/Hr
Km recorridos / Horas Trabajadas (Km/ Hr)	6 km/Hr
% Disponibilidad Mecánica	70%
% Utilización Mecánica	75%

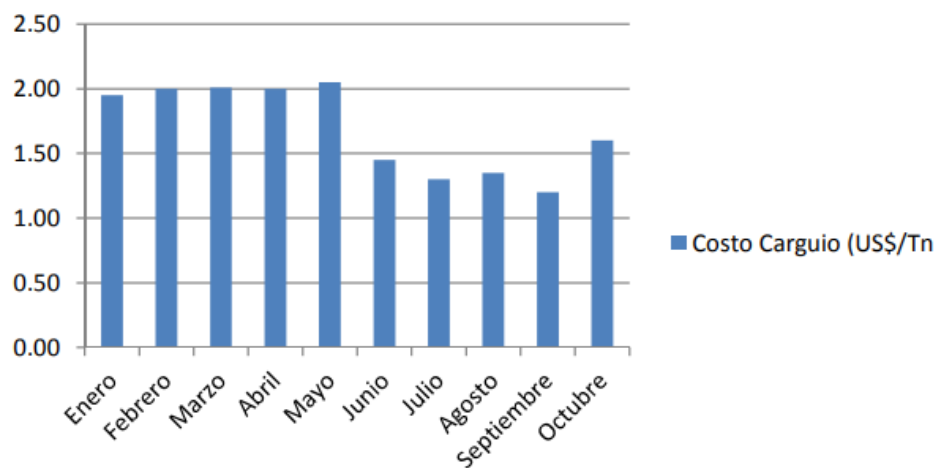
Fuente: Huarocc, 2015

**TABLA 8.**

*Indicador de desempeño del acarreo (US\$/hr)*

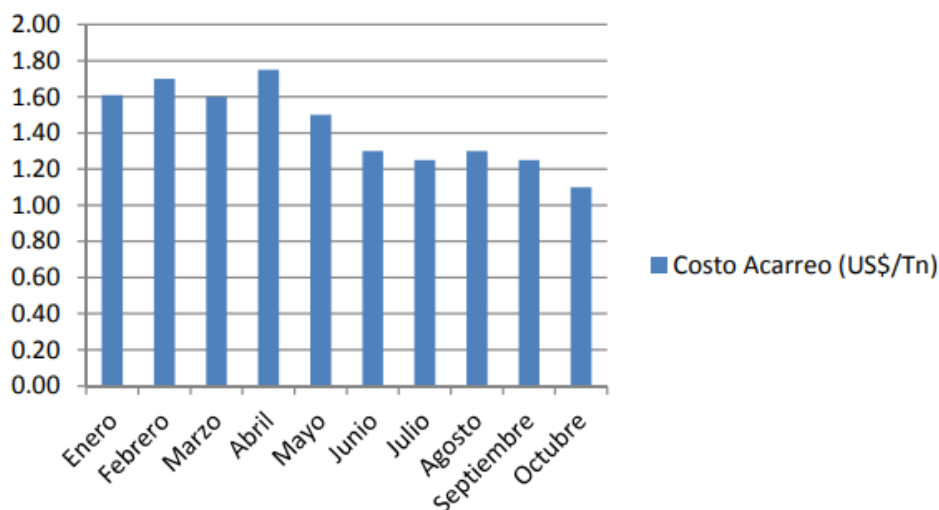
Volquetes	Indicador de Desempeño (US\$/Hr)
A7A-883	38.00
B4B - 890	38.00
B4J-827	38.00
B5X - 850	38.00
C1N-852	38.00
C2X-835	38.00
C3M-927	38.00
C3N-810	38.00
C6J-934	38.00
D4C - 902	38.00
YP-7405	38.00

Fuente: Huarocc, 2015



**Figura 4.** Costo de Carguío (US\$/Tn)

Fuente: Huarocc, 2015



**Figura 5.** Costo de Carguío (US\$/Tn)

Fuente: Huarocc, 2015

**TABLA 9.**

*Cuadro comparativo de costos de carguío y acarreo*

Criterio	Control tradicional de producción Enero - Mayo	Control mediante indicadores de desempeño Junio - Setiembre	Diferencia
Costos de Carguío (US\$/Tn)	2.00	1.38	0.62
Costo de Acarreo (US\$/Tn)	1.63	1.24	0.39

Fuente: Huarocc, 2015

**TABLA 10.**

*BCM Flota/Guardia*

Material	Estado de Via	Ciclo (h)	h/Guardia	Ciclos/guardia	Bcm/Guardia	Flota (Volquetes)	Ciclos Flota/Guardia	BCM Flota/Guardia
Mineral	Mal estado	1.25	9.61	8	74	55	423	4,063.49
	Buen Estado	1.08	9.61	9	86	55	489	4,703.12
Esteril	Mal estado	0.37	9.61	26	250	12	312	2,995.20
	Buen Estado	0.27	9.61	36	342	12	427	4,104.54

Fuente: Pari, 2018

**TABLA 11.**

*Resultado Económico del Acarreo*

Material	Estado de Via	BCM Flota/Guardia	BCM/Dia	BCM/Mes	US\$/BCM Pagado	US\$/mes
Mineral	Mal estado	4,063.49	8,126.98	243,809.54	5.434	1,324,861.06
	Buen Estado	4,703.12	9,406.23	282,186.97	5.434	1,533,404.01
Esteril	Mal estado	2,995.20	5,990.41	179,712.19	1.628	292,571.45
	Buen Estado	4,104.54	8,209.08	246,272.27	1.628	400,931.25

Fuente: Pari, 2018

**TABLA 12.**

*Variación del Resultado Económico de Acarreo*

Material/\$-mes	Mal Estado (BCM)	Buen Estado (BCM)	Variación (US\$)
Mineral	1,324,861.06	1,533,404.01	208,542.94
Esteril	292,571.45	400,931.25	108,359.80
<b>Total:</b>	<b>1,617,432.51</b>	<b>1,934,335.26</b>	<b>316,902.74</b>

16%

Fuente: Pari, 2018

**TABLA 13.**

*Comparación del Costo de Consumo de Combustible (US\$/mes) Diferentes Condiciones*

Estado de Via	(gal/h)	Horas/día	Días/mes	US\$/gal	Combustible(US\$/mes)
Vía en Buen estado	4.20	19.22	30	2.39	\$5,787.91
Vía en Mal estado	5.41	19.22	30	2.39	\$7,455.38
					<b>\$1,667.47</b>

Fuente: Pari, 2018



## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

De acuerdo a la TABLA 1 se observa los tipos de estudios revisados en la búsqueda de información en Redalyc, de acuerdo a su metodología y resultados; en mayor porcentaje de fuentes teóricas se encuentra en el año 2007 con 59.6%, los empíricos en el año 2009, 55.7%; cualitativos en el año 2008, 24.3% y mistos en el año 2018, 25.8%. Del total de fuentes en el periodo 2007 – 2019, los teóricos representan el 33.45%, empíricos 37.96%, cualitativos 14.3% y mixtos 14.28%. Se infiere que los teóricos han sido los más encontrados en la revisión literaria

De acuerdo a la TABLA 2 se observa los tipos de estudios revisados en la búsqueda de información en Scielo, de acuerdo a su metodología y resultados; en mayor porcentaje de fuentes teóricas se encuentra en el año 2012 con 57.5%, los empíricos en el año 2009, 50.7%; cualitativos en el año 2008, 24.3% y mistos en el año 2017, 26.7%. Del total de fuentes en el periodo 2007 – 2019, los teóricos representan el 34.85%, empíricos 38.56%, cualitativos 12.52% y mixtos 14.07%. Se infiere que los teóricos han sido los más encontrados en la revisión literaria.

En la TABLA 3 se presenta los equipos de carguío, excavadores y cargador frontal de marca Caterpillar con capacidad entre 2.1 m<sup>3</sup> y 4 m<sup>3</sup>.

En la TABLA 4 se aprecia los tiempos que se dan en el carguío y acarreo como: tiempo de carguío, tiempo de cuadrado, tiempo de espera, tiempo de ida y regreso, tiempo de descarga de chancado, otros y tiempo total. En promedio total la duración de un ciclo de la etapa de carguío y acarreo es de 17 minutos.

En la operación unitaria de carguío de mineral y desmonte se tuvieron que llegar a elaborar indicadores que puedan medir la operatividad de esta operación para

ello se tuvieron que confeccionar gráficos comparativos que nos evalúen la eficiencia y eficacia de la operación unitaria (Huarocc, 2015). Dentro de la evaluación de los indicadores claves de desempeño en el proceso unitario de carguío se tuvo que estandarizar los siguientes indicadores para cada uno de los equipos de carguío para la excavadora CAT 336: Galonees de consumo por quipo por hora trabajada, toneladas producidas por hora de carguío, costo de carguío por horas trabajadas, horas de trabajo por mes, disponibilidad mecánica, utilización y horas de carguío por número de camiones (TABLA 5)

En la figura 1 se presenta el indicador en galones por hora de los equipos de carguío, tales como excavadora CAT 329, excavadora Komatsu PC – 350, Rosillo, cargador WA – 380, el mayor consumo se da por la excavadora CAT 329 (aproximadamente 13 gal/hr), mientras que existe menor consumo en la excavadora CAT – 320D (aproximadamente 4 gal/hr). Asimismo, existe otro indicador del desempeño en el carguío medido en toneladas por hora, en la figura 2 se muestra que la excavadora Komatsu PC – 350 LC tiene una productividad de 6.8 ton/hr, la excavadora Komatsu PC – 350 DE 4.5 ton/hr y la excavadora CAT 320 de 3.4 ton/hr

La TABLA 6 presenta indicadores de gasto para las excavadoras según modelos: Komatsu – 350 LC y Komatsu PC – 350 LC DE 120 US\$/Hr, y CAT – 320 DE 115 US\$/Hr. La figura 3 indica que la excavadora CAT 320 tiene un indicador de productividad de 400 hr/mes, la más baja es la CAT 329 con 25 hr/mes de productividad.

En la TABLA 7, se muestra los indicadores de desempeño para volquetes FMX y FM con capacidad de 15 m<sup>3</sup>, resaltando su disponibilidad mecánica de 70% y su utilización de 75%, costo de carguío por hora asciende a 120 US\$/Hr y el costo

de transporte por tonelada producida tiene un costo de 40 US\$/Hr. En la TABLA 8, se muestran los indicadores de desempeño del acarreo en US\$/Hr, según modelo de los mismos volquetes, se aprecia que el costo por hora es de 38 US\$ para todos los modelos.

#### Costo de Acarreo (US\$/Tn)

Dentro del análisis de los costos de carguío se obtuvo una mejora durante el empleo de los indicadores de desempeño es así como dentro del promedio de gasto que se tenía en la operación unitaria de carguío que se tenía de 2.0US\$/Ton este costo se redujo a 1.56US\$/Tn, en tanto a la operación unitaria de transporte el costo de transporte que se tenía fue de 1.61US\$/Tn una vez aplicado la herramienta de gestión de los indicadores se obtuvo una mejora en cuanto al costo de 1.27 US\$/Tn con la misma cantidad de equipos de transporte (Figura 4 y 5 )

En la TABLA 9 se presenta que el costo de carguío en el periodo de enero – mayo tiene un valor de 2 US\$/Tn, el desempeño de junio -setiembre es de 1.38 US\$/Tn cuya diferencia es de 0.62 US\$/Tn, además, el costo de acarreo en el periodo de enero – mayo tiene un valor de 1.63 US\$/Tn, el desempeño de junio -setiembre es de 1.24 US\$/Tn cuya diferencia es de 0.39 US\$/Tn

La TABLA 10 muestra los BCM por guardia para cada flota de acarreo tanto para mineral y desmonte, para el mineral a mal estado el BCM es de 4 063.49 y para el buen estado de 4 703.12; mientras que para el estéril a mal estado le corresponde un BCM de 2 995.20 y para el buen estado 4 104.54

En la TABLA 11 se presenta los resultados económicos del acarreo tanto para el mineral y estéril, para el primero ante el mal estado de la vía se tiene un costo mensual de 1 324 861.06 US\$ y ante un buen estado se obtiene un costo de 1 533

404.01 US\$/mes. Para el material estéril tiene un costo mensual de 2 92 571.45 US\$ cuando las condiciones de las vías son malas, mientras que para una buena condición el costo de 400 931.25 US\$/mes.

La TABLA 12 los resultados arrojan que realizar acarreo en una vía en buen estado de conservación frente a una en mal estado, el costo para mineral es de 208 542.94 US\$, para el estéril de 108 359.80 US\$ el total asciende a 316 902.74 US\$, con ello se obtiene una variación económica del 16 % más rentable.

En la Tabla 13 se aprecia que el consumo de combustible mensual es de 1, 667.47 dólares mensuales, lo cual incide directamente en el costo del proceso de carguío y acarreo. Esto viene del costo en vía buen estado, el cual asciende a 5 787.91 US\$ y para la vía en mal estado 7 455.38 US\$.

#### Limitaciones

Acceso a la información propia de las empresas, no ha sido posible por confidencialidad de datos. Otro factor limitante en la fase de pre-campo (Revisión sistemática de la literatura) ha sido que algunas fuentes de información no presentaron su contenido completo, en el caso de los resultados no ha logrado visualizarlos a detalle, ya sea por derechos de autor o porque el archivo ha sido subido sin la data completa, donde se debe de figurar también los parámetros a considerar para el diseño y construcción posterior.

## 4.2 Conclusiones

La evaluación de los costos de carguío y acarreo es muy importante en la actividad minera, dado que a partir de su evaluación se establece parámetros a optimizar con el mero de hecho de reducir costos operacionales, dichos parámetros

dependen de un factor muy importante llamado tiempo tanto operativo y demoras operativas, lo cual conlleva a determinar la duración de ciclo de carguío y acarreo.

Al realizar la evaluación del proceso de carguío y acarreo, se identificaron los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las unidades mineras - Cajamarca durante el año 2019

Al evaluar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras operativas, de maniobras, estacionamiento, descarga; se logró reducir las pérdidas de tiempo en las maniobras que realiza el operador de la pala.

Analizando los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo, se determinó con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para analizar costos de dicho proceso en las unidades mineras – Cajamarca.

### **Recomendaciones**

Se recomienda seguir realizando la investigación de los tiempos inoperativos de los equipos de carguío y acarreo en el proceso de minado, para lograr elevar más la eficiencia potencial de los mismos.

Mantener las vías de acarreo de la Unidad Minera en buen estado de conservación para que el acarreo sea más productivo.

Realizar mantenimiento de vías de manera constante para evitar que la vía se deteriore.

Capacitar al personal de Control de Equipos en cuanto a los beneficios e importancia que tiene el mantener una flota de acarreo óptima en determinado frente de trabajo.

## REFERENCIAS

- Arevalo (2018). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total para reducir los costos operativos de la empresa Metarquiel S.A.C.* (tesis para optar el título de ingeniero de minas) Universidad Privada del Norte – Cajamarca, recuperado de : <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13794>
- Balcázar, N. y Seminario, C. (2016). *Propuesta de un Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional Basado en las Normas OHSAS 18001 Para Aumentar la Productividad en la Empresa Saladita S.A.C.* (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2295/1/Balc%C3%A1zar%20Olivos%20y%20Seminario%20LLaque.pdf>.
- Castillo (2016). *Optimización de la producción en carguío y acarre mediante el sistema jigsaw – leica en minera Toquepala SRL.* (tesis para optar el título de ingeniero de minas) Universidad Cesar Vallejos – Cajamarca, recuperado de : [file:///C:/Users/Vargas/Downloads/castillo\\_chf.pdf](file:///C:/Users/Vargas/Downloads/castillo_chf.pdf)
- Checya D. (2015). *Gestión de la operación de equipos de movimiento de tierras para mejorar el rendimiento de carguío y acarreo en la mina Antapacay* (tesis para optar el título ingeniero de minas). Universidad nacional de san Agustín de Arequipa, recuperado de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/204/B2-M-18330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Clerque (2018). *Implementación de un proceso de mejora de un ciclo de carguío sobre los costos operativos en una empresa minera*. (tesis para optar el título de ingeniero de minas) Universidad privada del Norte – Cajamarca , recuperado de:

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13059/Clerque%20Brice%20C3%B1o%20Nilton%20Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Huarocc P. (2014). Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. CHUCO II de la E.M. Upkar Mining S.A.C. Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú.

Magno (2014). *Mejoramiento continuo en el control de carguío y acarreo con camiones en Mina CIA Condestable S.A.* (tesis para ingeniero de minas). Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11165/1/trujillo\\_ga.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11165/1/trujillo_ga.pdf)

Maruri (2016). *Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo ferrobambas Bambas 2015*. (tesis para optar el título de ingeniero de minas) universidad nacional Micaela Bastidas de Apurimac, recuperado de: [file:///C:/Users/Vargas/Downloads/T\\_0260%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Vargas/Downloads/T_0260%20(1).pdf)

Pabel M. (2016). *Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C.* (tesis para ingeniero de minas). Universidad Nacional Del Centro Del Perú”. Recuperado de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1337/%E2%80%9C OPTIMIZACION%20DEL%20CARGUIO%20Y%20ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pari (2018). *Dimensionamiento de equipos de carguio y acarreo y optimización del plan de mantenimiento de de vías para los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur Mina La Zanja SRL.*(tesis para optar el título de ingeniero de minas) universidad nacional de San Agustín de Arequipa, recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5374>

Pizan C., (2013). *Evaluación de rendimientos en el movimiento de tierras con maquinaria pesada para los minados cerro negro y Carachugo en Yanacocha – Cajamarca* (tesis para optar en título de Ing. Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, recuperado: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/204/B2-M-18330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quispe. (2017). *Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera tambomayo CIA. De minas buenaventura Arequipa.* (tesis para optar el título de ingeniero de minas) universidad nacional del antiplano – Puno, recuperado de : [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4070/Quispe\\_Mamani\\_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4070/Quispe_Mamani_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ricra R. y Campos M. (2017). *Impacto ambiental de la programación lineal con el usso de solver en la optimización de las operaciones de carguío y acarreo de mineral en la Mina Laguna Norte, la libertad, 2017.* (tesis de título de



ingeniero de minas). Universidad Privada del Norte – Trujillo. Recuperado de :

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12985>

Saldaña (2013). *Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en le tajo Chaquicocha bajo clima severo. minera Yanacocha.* (tesis para optar el título de ingeniero de minas). Universidad nacional de ingeniería lima – Perú. Recuperado de : [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1150/1/saldana\\_ta.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1150/1/saldana_ta.pdf)

Vergara (2016). *Propuesta de mejoramiento en control de carguío y acareo en minera YANACOCHA S.R.L.* (Tesis título de ingeniero de minas) Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11165/1/trujillo\\_ga.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11165/1/trujillo_ga.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en Minera Yanacocha del tajo Gold mil - Cajamarca, 2019	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE (y)	CUANTITATIVA  Ya que se va a analizar los costos de operación de los procesos de carguío y acarreo. No experimental, porque no existe manipulación alguna de variables. Nivel de investigación, correlacional, puesto que relaciona los procesos de carguío y acarreo para determinar costos de dichos procesos.
	¿Cómo desarrollar una evaluación para poder determinar los tiempos improductivos en los procesos de carguío y acarreo en las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019?	Realizar una evaluación del proceso de carguío y acarreo, mediante eso identificar los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019	Al realizar la evaluación del proceso de carguío y acarreo, se identificará los factores que afectan dichos procesos y están generando tiempos improductivos a las operaciones de minería superficial - Cajamarca durante el año 2019	Carguío y acarreo	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS		OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE (x)	
¿Qué se logrará al valuar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras operativas, de maniobras,		Evaluar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras	Al evaluar los tiempos de cada ciclo de carguío y acarreo, sus demoras	Costos	<b><u>POBLACIÓN</u></b>
					Reportes obtenidos en los equipos de carguío y

<p>estacionamiento, descarga?</p>	<p>operativas, de maniobras, estacionamiento, descarga.</p>	<p>operativas, de maniobras, estacionamiento, descarga; se logrará reducir las pérdidas de tiempo en las maniobras que realiza el operador de la pala.</p>		<p>acarreo (camiones de las operaciones mineras) utilizados de las unidades de minería superficial – Cajamarca</p>
				<p><b><u>MUESTRA</u></b></p>
<p>¿Cómo analizar los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo y con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para evaluar costos de dicho proceso en las unidades mineras?</p>	<p>Analizar los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo y con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para analizar costos de dicho proceso en las unidades mineras.</p>	<p>Analizando los costos de los tiempos del ciclo de carguío y acarreo, se determinará con qué frecuencia pasan mantenimiento mecánico para analizar costos de dicho proceso en las unidades mineras – Cajamarca.</p>		<p>Para este proyecto se analizará 5 camiones gigantes y 1 pala gigante que desarrollan el ciclo de carguío y acarreo de las unidades minería superficial – Cajamarca.</p>