



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MEJORA DEL PROCESO DE CARGUÍO Y
ACARREO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS EN
UNA EMPRESA MINERA A TAJO ABIERTO DE
CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Robert Cortez Malca

Asesor:

Ing. Christian Martin Quezada Machado

Cajamarca - Perú

2018


APROBACION DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por los Bachilleres Robert Cortez Malca, denominada:

“MEJORA DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACARREO PARA
MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA EMPRESA MINERA A TAJO
ABIERTO DE CAJAMARCA “



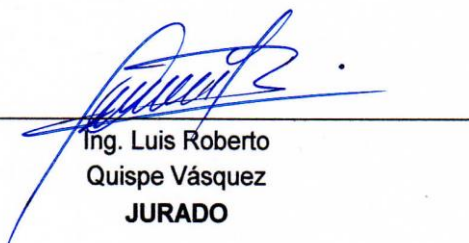
Ing. Christian Martin
Quezada Machado
ASESOR



Ing. Mylena Karen
Vilchez Torres
JURADO
PRESIDENTE



Ing. Ana Rosa
Mendoza Azañero
JURADO



Ing. Luis Roberto
Quispe Vásquez
JURADO

DEDICATORIA

A Dios.

*Por darme la oportunidad de vivir y por estar
conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi
corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi
camino a aquellas personas que han sido mi soporte y
compañía durante todo el periodo de estudio.*

A mi madre Luz Elena (QEPD).

*Por haberme apoyado en todo momento de su vida, por
sus consejos, sus valores, por la motivación constante
que me ha permitido ser una persona de bien, pero más
que nada, por su amor*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona

A mis hermanos y sobrinos por sus palabras y compañía y estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mi esposa e hijo por las palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente

A Kenia y Jhonatan, dos personas que estuvieron siempre apoyándome y brindándome sus conocimientos y dándome palabras de aliento para seguir adelante y realizarme profesionalmente

Al Ing. Christian Quezada Machado mi asesor por apoyarme en el desarrollo de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

APROBACION DE TESIS	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	14
CAPÍTULO III. RESULTADOS	25
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	51
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variables.....	15
Tabla 2: Acarreos según el tiempo de espera de cada excavadora antes del acarreo	25
Tabla 3: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera de excavadora antes del acarreo ...	26
Tabla 4: Acarreos según el código de volquete utilizado.....	27
Tabla 5: Acarreos según el tiempo de carguío del volquete	28
Tabla 6: Tiempo de traslado del volquete cargado en llegar a su punto de descarga.....	29
Tabla 7: Estadísticas descriptivas del tiempo de traslado del acarreo	30
Tabla 8: Acarreo según su tiempo de descarga	30
Tabla 9: Estadísticas descriptivas del tiempo de descarga del acarreo	31
Tabla 10: Acarreos según el tiempo de retorno del volquete vacío	31
Tabla 11: Estadísticas descriptivas del tiempo de retorno del volquete vacío.....	32
Tabla 12: Acarreos según el tiempo de espera del volquete antes del carguío	33
Tabla 13: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera del volquete antes del carguío	34
Tabla 14: Acarreos realizados en un ciclo (tiempo).....	35
Tabla 15: Acarreo según el tiempo de espera de excavadora antes de carguío	37
Tabla 16: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera de la excavadora antes del carguío	38
Tabla 17: Acarreos según el código de volquete utilizado.....	38
Tabla 18: Acarreos según el tiempo de carguío.....	39
Tabla 19: Acarreos según el tiempo de traslado del volquete con material	40
Tabla 20: Acarreos; según el tiempo de descarga de material	41
Tabla 21: Acarreo según el tiempo de traslado de volquete con material	42
Tabla 22: Acarreos según el tiempo de descarga de material	43
Tabla 23: Acarreos según el tiempo de retorno del volquete sin material.....	44
Tabla 24: Estadísticas descriptivas del tiempo de retorno del volquete sin material	45
Tabla 25: Acarreos según el tiempo de espera del volquete antes de carguío	46
Tabla 26: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera del volquete antes del carguío:	46
Tabla 27: Acarreos durante un ciclo tomando en cuenta el tiempo	47
Tabla 28: Estadísticas descriptivas del tiempo de duración del ciclo de acarreo.....	48
Tabla 29: Análisis de varianza de dos factores con varias muestras.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribución de acarreo según el tiempo de espera de cada excavadora antes del acarreo	26
Gráfico 2: Distribución de acarreo según el código de volquete utilizado	27
Gráfico 3: Distribución de acarreo según el tiempo de carguío del volquete.....	28
Gráfico 4: Distribución de acarreo según el tiempo de traslado al punto de descarga.....	29
Gráfico 5: Distribución de acarreo según su tiempo de descarga	30
Gráfico 6: Distribución de acarreo según el tiempo de retorno del volquete vacío	32
Gráfico 7: Distribución de Acarreo; según el tiempo de espera del volquete antes del carguío	34
Gráfico 8: Distribución de acarreo en un ciclo teniendo en cuenta el tiempo.....	36
Gráfico 9: Distribución de acarreo según el tiempo de espera de excavadora antes de carguío	37
Gráfico 10: Distribución de acarreo según el código de volquete utilizado	39
Gráfico 11: Distribución de acarreo según el tiempo de carguío	40
Gráfico 12: Distribución de acarreo según el tiempo de traslado del volquete con material	41
Gráfico 13: Distribución de acarreo según el tiempo de descarga de material.....	42
Gráfico 14: Distribución de acarreo según el tiempo de traslado de volquete con material.....	43
Gráfico 15: Distribución de acarreo según el tiempo de descarga del material.....	44
Gráfico 16: Distribución de acarreo según el tiempo de retorno de volquete sin material ...	45
Gráfico 17: Distribución de acarreo según el tiempo de espera de volquetes antes del carguío	46
Gráfico 18: Distribución de acarreo durante el ciclo (tiempo).	47
Gráfico 19: Comparación de la mejora del proceso de carguío y acarreo en el período 2016 frente al 2017	50

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal mostrar la mejora del proceso de carguío y acarreo para movimiento de tierras en una empresa minera a tajo abierto de Cajamarca, para esto se utilizó el análisis de varianza bajo la metodología ANOVA, evaluando la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes indicadores, para la recolección de la información se utilizó una ficha de observación donde se obtuvo los tiempos del proceso de carguío y acarreo en el período 2016, luego de analizar dicha información y aplicar la mejora de los tiempos en la actividad de carguío, acarreo y retorno del proceso en el período 2017, se pudo notar una mejora significativa en los tiempos del proceso de carguío y acarreo generando de esta manera la reducción de colas de espera de los volquetes y la optimización del proceso en general en un 100% esto responde a la hipótesis de estudio además de ser corroborada por la metodología antes mencionada.

Este trabajo puede servir de base para futuras investigaciones, ya que se está aplicando y demostrando que el modelo de mejora del proceso de carguío y acarreo impacta positivamente en la reducción de tiempos del proceso de carguío y acarreo de una empresa minera, por lo que si se desearía tomar de referencia esto podría abordar otras variables de estudio y profundizar en la investigación realizada.

Palabras clave: Proceso, Mejora, Carguío y Acarreo.

ABSTRACT

The main objective of the research is to show the improvement of the loading and hauling process for earthmoving in an open-pit mining company in Cajamarca, for this the analysis of variance was used under the ANOVA methodology, evaluating the importance of one or more factors when comparing the means of the response variable in the different indicators, for the collection of the information an observation form was used, where the times of the loading and hauling process were obtained in the 2016 period, after analyzing that information and applying the improvement of the times in the activity of loading, haulage and return of the process in the period 2017, it was possible to notice a significant improvement in the times of the loading and hauling process, generating in this way the reduction of waiting queues of the trucks and the optimization of the process in general in a 100% this responds to the hypothesis of study besides being corroborated by the methodology to mentioned.

This work can serve as a basis for future research, since it is being applied and demonstrating that the improvement model of the loading and hauling process has a positive impact on the reduction of the loading and hauling process of a mining company, so if you would like to take reference this could address other variables of study and deepen the research conducted carried out.

Keywords: Process, Improvement, Loading and Hauling.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los procesos en las empresas son factores muy importantes en el desarrollo de la producción o la entrega de algún servicio, por lo que es de vital importancia siempre ir mejorando y eliminando desperdicios para que en consecuencia tengamos procesos óptimos. En el presente trabajo se busca mejorar el proceso de carguío y acarreo en una empresa minera de la ciudad de Cajamarca con el objetivo de optimizar el uso de flotas de camiones en dicho proceso.

Para esto se realizó la toma de tiempos de todo el proceso en el año 2016 teniendo como muestra 682 registros; luego se procedió a la aplicación de una mejora en algunas de las actividades del proceso en el año 2017 teniendo como resultado una mejora notable en el proceso, como lo fue la reducción de las colas de espera de los camiones y la optimización de las flotas de camiones que realizan el proceso.

Para poder demostrar la mejora del proceso se tuvo a bien comparar la variación en los tiempos del proceso de carguío y acarreo del año 2017 frente al proceso ya mejorado del año 2018, por esta razón es que se toma la decisión de usar la metodología ANOVA, la cual permite analizar correctamente dicha variación.

Es preciso mencionar que para el presente trabajo no se revelará los nombres de la empresa minera donde se realizó la mejora, para cuidar su integridad y no divulgar información que pueda verse comprometida su trabajo.

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, a nivel mundial las empresas y operaciones mineras buscan cada día mejorar y reducir los tiempos y costos dentro de sus operaciones unitarias, este contexto hace necesario que las operaciones mineras situadas en Perú también entren en competencia y búsqueda de esta reducción de tiempos y costos en sus diferentes operaciones.

El Carguío y acarreo son las operaciones más influyentes en los costos de operación (60% del costo mina), por lo que es de gran importancia lograr los mejores rendimientos de los equipos y personal involucrados, tanto en la parte física (material, equipos, mantención, disponibilidad, insumos, etc.), como en la parte humana (operadores, mantenedores, jefes de turno, etc.).

En dichas operaciones mineras se observó que los tiempos de demoras son muy elevados, por lo cual la utilización de los equipos de acarreo se encuentra por debajo del estándar establecido en esta empresa.

En estas operaciones se tiene el reto de cumplir metas trazadas de producción, por tanto es necesario mejorar y optimizar cada recursos disponible, siendo la utilización de los equipos de carguío y acarreo un punto clave para el éxito de la operación, y para poder ejercer control sobre este indicador se cuantificaron las demoras presentes en los ciclos de carguío y acarreo, siendo este el punto esencial del presente estudio, que tiene como objetivo principal mejorar y disminuir las demoras en la operación y en consecuencia aumentar el porcentaje de utilización de los equipos.

En minerías superficiales como es el caso de esta empresa minera, la utilización de los equipos de carguío y el acarreo vienen siendo afectados por una serie de factores que reducen las horas totales de trabajo siendo las principales causas los tiempos improductivos, tales como: espera en cola, incremento de equipo de acarreo, inspección de equipo, traslado al frente de trabajo, etc. Lo cual afecta a la mejora continua en la productividad.

En tal sentido, el estudio contempla efectuar un análisis de los principales tiempos improductivos que afectan en la utilización de los equipos de carguío y acarreo para tener el control sobre ellas para la mejora continua en la productividad.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar el proceso de carguío y acarreo para movimiento de tierras en una empresa minera a tajo abierto de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Mejorar del proceso de carguío y acarreo para movimiento de tierras en una empresa minera a tajo abierto de Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de tiempos del proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en los años 2016 y 2017.

- Diseñar del modelo de mejora de tiempos del proceso de carguío y acarreo basado en la toma de decisiones.
- Aplicar el modelo de mejora de tiempos del proceso de carguío y acarreo para una empresa minera en el año 2017.
- Comparar los tiempos antes y después de aplicar el modelo de optimización en el proceso de acarreo de movimiento de tierras de la empresa minera.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

a. **Según su propósito:**

Aplicada, ya que busca obtener un nuevo conocimiento para el proceso de carguío y acarreo.

b. **Según su profundidad**

Descriptiva, puesto que se observará y describirá las diferentes actividades del proceso de carguío y acarreo en la operación minera.

c. **Según su naturaleza**

Cuantitativa, ya que estudiará y analizará la realidad mediante diversos procedimientos basados en la medición.

d. **Según la manipulación de variables**

Cuasi experimental, Debido a que se manipulará el efecto de cada variable, pero no se posee un control total de las mismas.

2.1.1. Operacionalización de variables

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR
Proceso de carguío y acarreo.	Conjunto de acciones para realizar traslado, de diferente tipo de material sobre un camión o volquete por rutas establecidos desde la zona de carguío hasta la zona de descarga	Carguío de Material	1. Tiempo de espera de la excavadora, antes del carguío (TEAC).
		Traslado y descarga del Material	2. Tiempo de carguío del volquete (TCV).
			3. Tiempo de traslado de acarreo (TTA).
			4. Tiempo de descarga del acarreo (TDA).
			5. Tiempo de retorno del volquete vacío (TRVV).
		Retorno y espera del camión	6. Tiempo de espera del volquete antes del carguío (TEVAC).
		Ciclo total del proceso	7. Tiempo total del ciclo (TTC).

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

2.2.1. Población

Todas las observaciones del proceso de carguío y acarreo para el movimiento de tierras de una empresa minera a tajo abierto de Cajamarca durante el año 2017.

2.2.2. Unidad de análisis

Una observación del proceso de carguío y acarreo para el movimiento de tierras de una empresa minera a tajo abierto de Cajamarca durante el año 2017.

2.2.3. Muestra

Debido a la población infinita, ya que no se sabe el número observaciones del proceso carguío y acarreo exactos realizados en el año 2017, nuestras variables son cuantitativas continuas y además se trabajará a un nivel de confianza del 95% y un error del 5% se usará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 \cdot pq}{e^2}$$

Donde:

Z: Nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z)

p: Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado.

q: Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 1 – p.

e: Error de estimación máximo aceptado.

n: Tamaño de la muestra.

Nota: Tener en cuenta que cuando no hay indicación de la población que posee o no el atributo se asume 50% para p y 50% para q.

$$n = \frac{2.61^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2} = 681.21$$

Se trabajará con 682 acarreos.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica: Observación de acarreo en campo.

Instrumento: Ficha de observación, ver anexo 1.

Análisis de datos: Análisis estadístico usando el software SPSS, aplicando con el método ANOVA.

2.4. Procedimiento

En la empresa minera de la ciudad de Cajamarca en el período 2016, la obtención de la información usada para la investigación de minimización de tiempos en el proceso de carguío y acarreo se desarrolló de la siguiente forma:

Como primer paso se tuvo que obtener la población de estudio, para lo cual se llegó a la conclusión que es infinita ya que no se tiene con certeza la cantidad exacta; para el cálculo de la muestra se trabajará a un nivel de confianza del 95% y se asumirá un error del 5% en las fichas de observación, las variables a investigar son cuantitativas continuas las cuales son:

- Tiempo de espera de excavadora antes del carguío.
- Tiempo de carguío del volquete.
- Tiempo de traslado del acarreo.
- Tiempo de descarga del acarreo.
- Tiempo de retorno del volquete vacío.
- Tiempo de espera del volquete antes del carguío.
- Tiempo total del ciclo.

De estas variables las que generan el impacto para la mejora son:

- Tiempo de traslado del acarreo.
- Tiempo de retorno del volquete vacío.
- Tiempo de espera del volquete antes del carguío.

A continuación, se presenta el diagrama de proceso de la investigación:

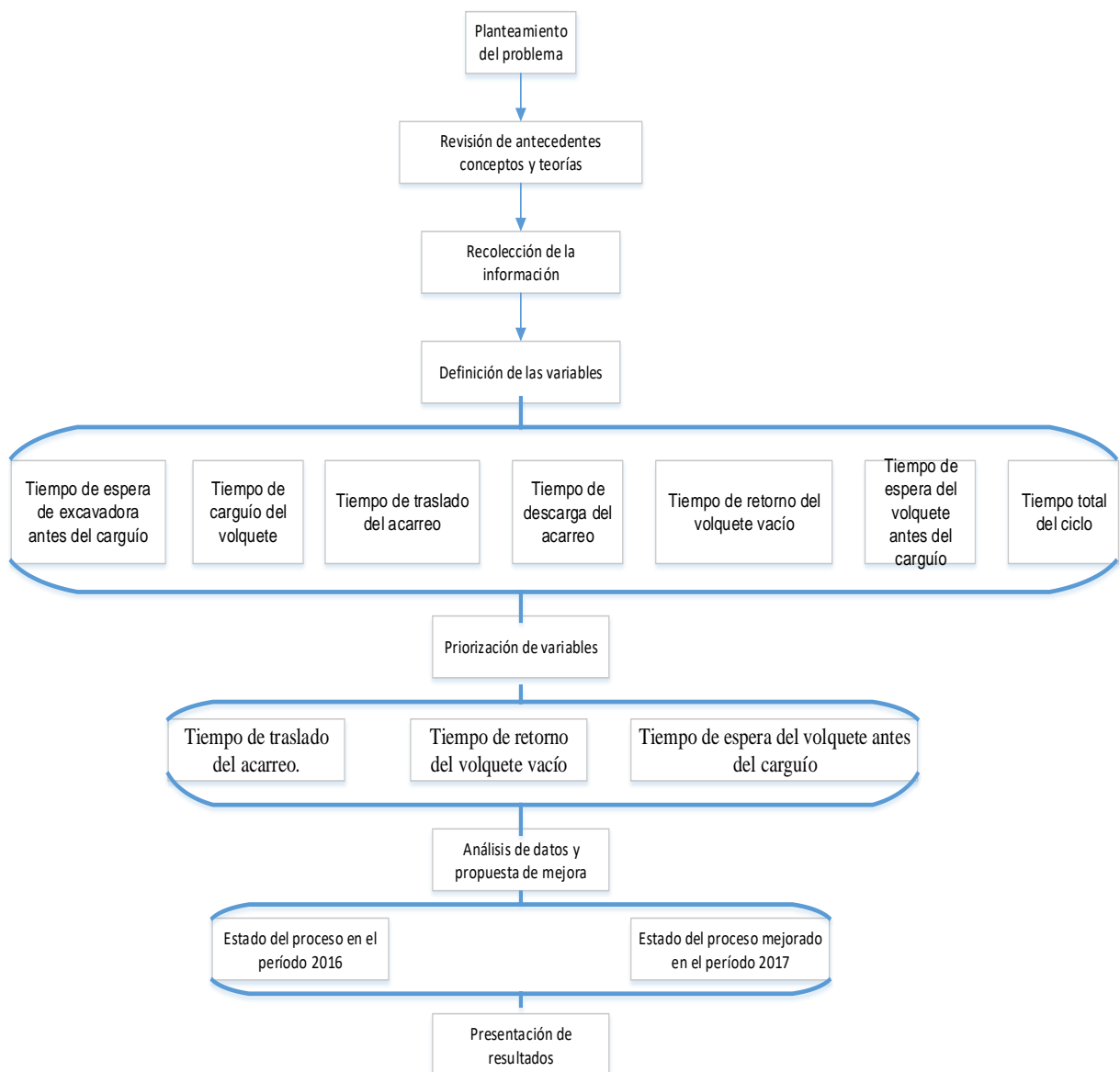
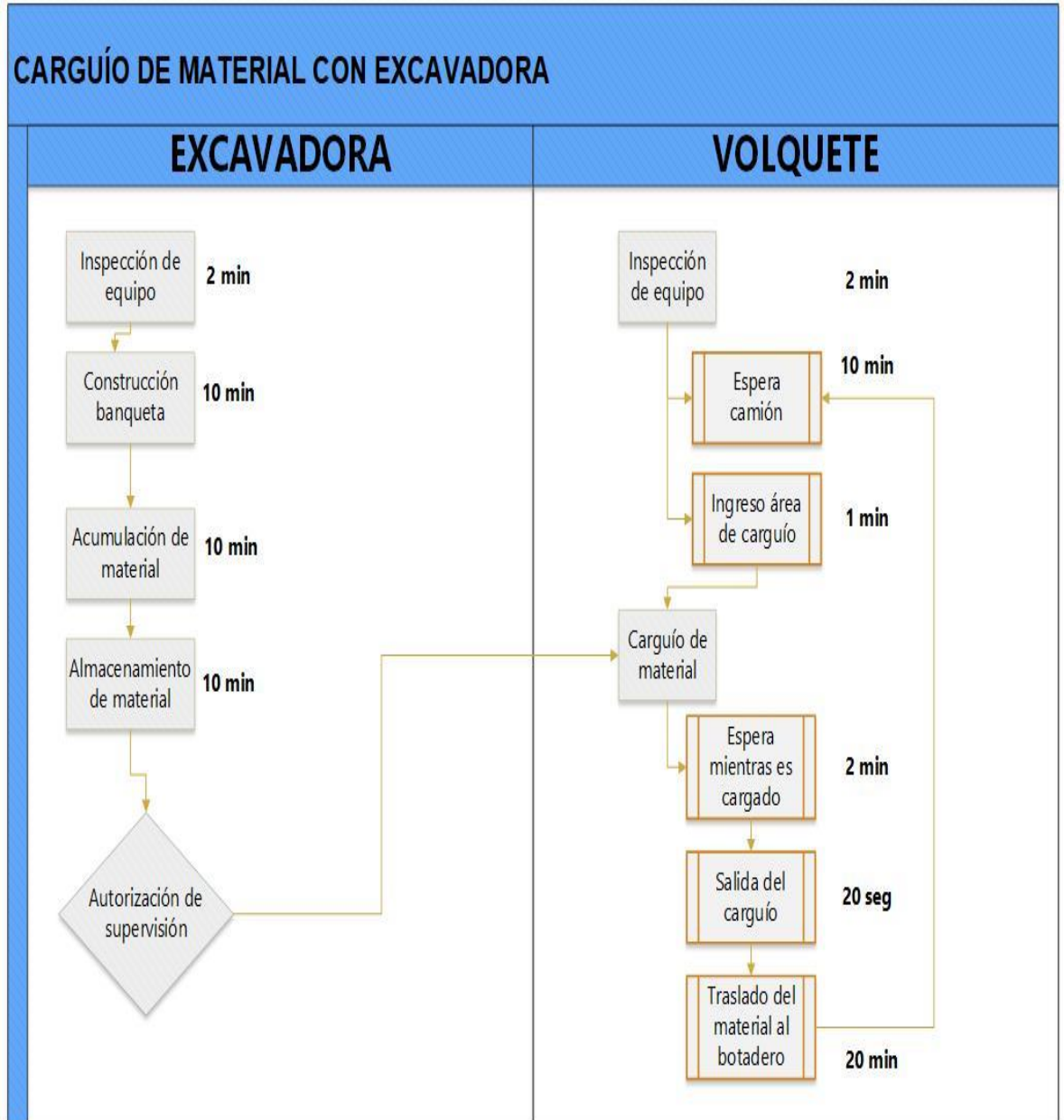


Figura 1: Diagrama de procesos de la investigación



Leyenda:



Figura 2: Proceso completo de carguío y acarreo

Descripción de fases del proceso durante el periodo 2016 en la empresa minera de Cajamarca

FASE 1: Inspección y supervisión.

En esta fase interviene la supervisión encargada de la operación y los operadores de los equipos que van a intervenir en el proceso (excavadoras y volquetes).

Paso 1: El supervisor de operaciones mediante una inspección previa establecerá el área de carguío, realizando una evaluación de las áreas de volteo e ingreso de carguío.

Paso 2: El supervisor de operaciones de acuerdo al área dispuesta para el carguío y los tramos a recorrer para la descarga definirá la flota a utilizar.

Paso 3: Los operadores de excavadores y conductores de volquetes deben de inspeccionar cada uno su equipo. Llenando su formato pre uso de los equipos

Pasó 4: Para realizar el carguío de material el operador de la excavadora deberá construir una banqueta de aproximadamente 1.5 metros de altura para poder visualizar la tolva del camión a cargar.

Paso 5: Los conductores de los volquetes, deberán esperar hasta que el operador de la excavadora culmine de construir su banqueta y acumulé el material a cargar.

Todo este proceso dura un promedio de 30 minutos, dependiendo el área a cargar y el estado de vías por donde se transitará el acarreo

FASE 2: Operaciones de carguío.

En esta fase se realiza el carguío con una excavadora CAT 330 DL y acarreo con 7 volquetes de capacidad 15 m³, existiendo una interacción constante entre volquete y la excavadora, además cabe mencionar que las velocidades de traslado de material,

así como de retorno del camión son las mínimas establecidas por las normas de seguridad por la empresa.

Paso 6: El operador de la excavadora inicia la acumulación de material para realizar el carguío de los volquetes, el cual tiene que abastecer de material del mismo terreno constantemente durante el ciclo.

Paso 7: Una vez acumulado el material, se da inicio al carguío de los volquetes, el cual se debe realizar por el lado de mayor visibilidad para el operador.

Paso 8: El operador de la excavadora espera con el lampón cargado y levantado, llamando con 01 toque de claxon.

Paso 9: El camión a ser cargado ingresa por el lado izquierdo de la excavadora (lado visible) en forma de retroceso.

Paso 10: El operador del volquete retrocede hasta la altura del cucharón de la excavadora y se detiene cuando el operador de la excavadora toque una vez bocina. Una vez cargado el camión de material el operador de la excavadora avisa al operador del volquete mediante el toque de 02 claxon para retirarse.

Paso 11: Una vez que el volquete haya salido, la excavadora cargara su cucharón y esperará al siguiente volquete, previamente deberá avisarle mediante 01 claxon para que empiece a cuadrarse en el área de carguío, siguiendo así el ciclo de carguío.

Paso 12: El volquete, inicia el recorrido hacia los botaderos los cuales son el lugar donde los volquetes depositaran el material acarreado, debemos tener en cuenta que el recorrido lo hace a una velocidad de 15 km/hora (velocidad mínima establecida por la empresa).

Paso 13: El volquete, iniciará el proceso de descarga, retrocediendo hacia el borde del botadero previa visualización del cuadrador vigía el cual dará la orden de descarga.

Paso 14: El volquete una vez descargado se retirará del área de descarga (botadero) y se dirigirá al área de carguío con una velocidad de 20 Km/hora (velocidad mínima establecida por la empresa).

Paso 15: Siguiete volquete inicia el ciclo de carguío e ingresa al área de carguío, previamente será indicado por el operador dela excavadora mediante un claxon.

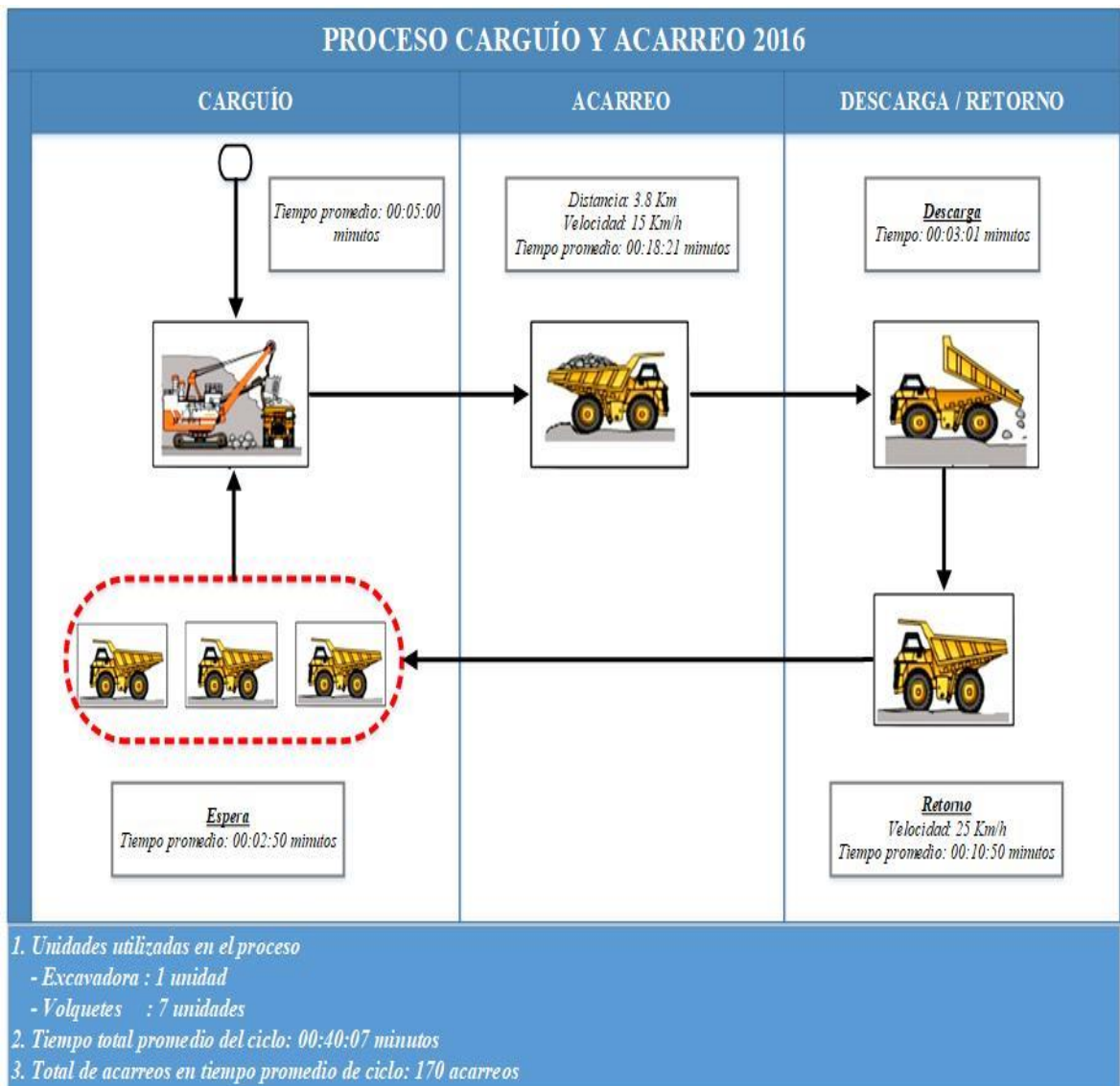


Figura 3: Operaciones de carguío y acarreo período 2016.

Descripción de la mejora del proceso de carguío y acarreo para movimiento de tierras en una empresa minera de Cajamarca en el período 2017

FASE 1: Se procedió tal cual el proceso de carguío y acarreo descrito anteriormente.

FASE 2: Operaciones de carguío.

En esta fase se toma la decisión de realizar el carguío y acarreo, existiendo una interacción constante entre 5 volquetes y la excavadora CAT 330 DL, esto debido a que ya no se formaron colas de espera de los camiones para el momento de carga ya que se incrementó la velocidad al momento de ir hacia la zona de descarga (botadero), así como la velocidad de retorno del camión vacío, claro está que dichos incrementos respetan los niveles establecidos por la empresa.

Paso 1: El operador de la excavadora inicia la acumulación de material para realizar el carguío de los volquetes.

Paso 2: El operador de la excavadora espera con el lampón cargado y levantado, llamando con 01 toque de claxon.

Paso 3: El camión a ser cargado ingresa por el lado izquierdo de la excavadora (lado visible) en forma de retroceso.

Paso 4: El operador del volquete retrocede hasta la altura del cucharón de la excavadora y se detiene cuando el operador de la excavadora toque una vez bocina. Una vez cargado el camión de material el operador de la excavadora avisa al operador del volquete mediante el toque de 02 claxon para retirarse.

Paso 5: Una vez que el volquete haya salido, la excavadora cargara su cucharón y esperará al siguiente volquete, previamente deberá avisarle mediante 01 claxon para que empiece a cuadrarse en el área de carguío, siguiendo así el ciclo de carguío.

Paso 6: El volquete, inicia el recorrido hacia los botaderos, con una velocidad de 30 Km/Hora (velocidad de ida mejorada), lugar donde los volquetes depositaran el material acarreado.

Paso 8: El volquete, iniciará el proceso de descarga, retrocediendo hacia el borde del botadero previa visualización del cuadrador vigía el cual dará la orden de descarga.

Paso 9: El volquete una vez descargado se retirará del área de descarga (botadero) y se dirigirá al área de carguío con una velocidad de 35 Km/hora (velocidad de retorno mejorada),

Paso 10: Siguiete volquete inicia el ciclo de carguío e ingresa al área de carguío, previamente será indicado por el operador dela excavadora mediante un claxon.

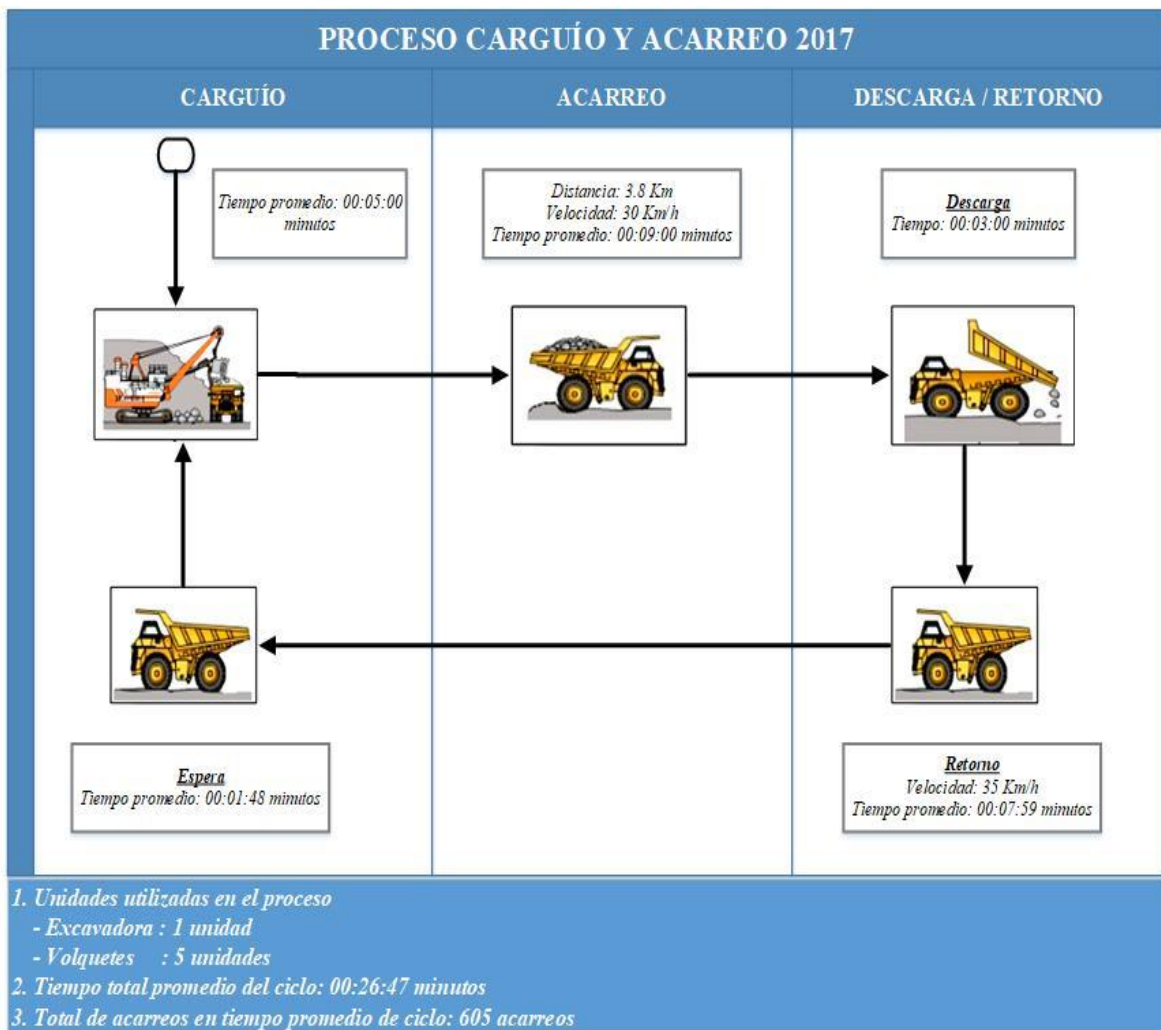


Figura 4: Operaciones de carguío y acarreo período 2017.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

RESULTADOS ANTES DE APLICAR LA MEJORA DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACARREO PARA MOVIMIENTO DE TIERRA EN UNA EMPRESA MINERA A TAJO ABIERTO DE CAJAMARCA PERÍODO - 2016

Tabla 2: Acarreos según el tiempo de espera de cada excavadora antes del acarreo

<i>Tiempo de espera de excavadora antes de carguío (hh:mm)</i>	<i>fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de acarreo</i>
00:00	31	4.5
00:01	615	90.2
00:02	14	2.1
00:03	7	1.0
00:05	8	1.2
00:06	7	1.0
Muestra/Total	682	100.0

En la tabla 2 se puede observar que para realizar 615 acarreo la excavadora espera 1 minuto; existe 31 acarreo en los cuáles la excavadora no presenta tiempo de espera y 24 acarreo presenta un tiempo de espera de la excavadora entre 3 a 6 minutos.

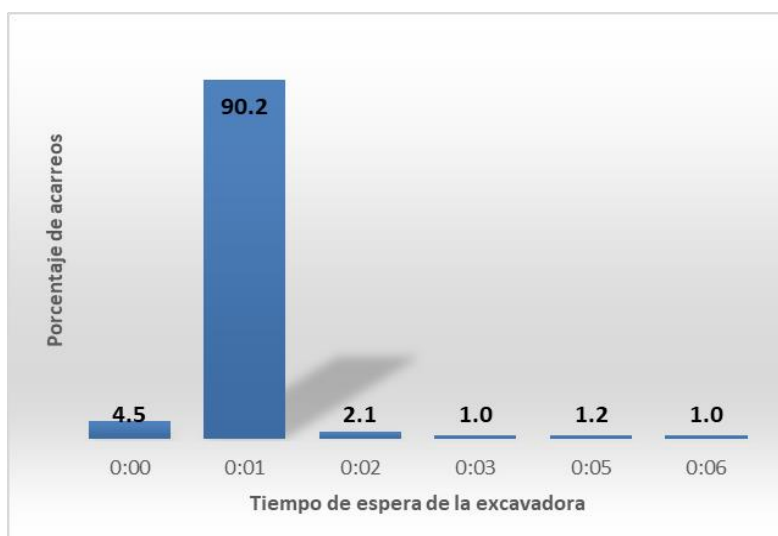


Gráfico 1: Distribución de acarreo según el tiempo de espera de cada excavadora antes del acarreo

En el gráfico 1 se puede observar que para realizar el 90.2% de acarreo la excavadora espera 1 minuto; existe un 4.5% de acarreo en los cuales la excavadora no presenta tiempo de espera y un 3.2% de acarreo presenta un tiempo de espera de la excavadora entre 3 a 6 minutos.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera de excavadora antes del acarreo

<i>Tiempo de espera de la excavadora antes del acarreo</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	1.00
desviación estándar	1.00
Coeficiente de Variación	67.39%

Según la tabla 3 podemos observar que el tiempo promedio de espera de la excavadora antes del acarreo es de 1 minuto teniendo una variabilidad de 1 minuto.

Tabla 4: Acarreos según el código de volquete utilizado

Código de volquete	Cantidad de acarreo	% de acarreo
	<i>f_i</i>	<i>h_i%</i>
21169	98	14.4
21170	98	14.4
21171	98	14.4
21174	97	14.2
21177	98	14.4
21178	97	14.2
21179	96	14.1
Muestra/Total	682	100.0

Podemos observar en la tabla 4 el número de volquetes utilizados para acarreo son 7; 4 de ellos realizan 98 acarreo, es decir cada uno de ellos realiza el 14.4% de acarreo de nuestra muestra; mientras 2 volquetes realizan 96 acarreo y sólo 1 volquete realiza 96 acarreo.



Gráfico 2: Distribución de acarreo según el código de volquete utilizado

Podemos observar en el gráfico 2; el 14,4 % de acarreo lo realizan 4 volquetes; 2 volquetes realizan el 14.2% de acarreo cada uno y solamente 1 volquete realiza el 14.1 de acarreo.

Tabla 5: Acarreos según el tiempo de carguío del volquete

Tiempo de carguío del volquete (hh:mm)	<i>f_i</i>	<i>h_i%</i>
	<i>Cantidad de acarreos</i>	<i>% de acarreos</i>
00:03	0	0.0
00:05	682	100.0
00:06	0	0.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 5 podemos observar que el 100% de acarreos fueron realizados con un tiempo de carguío del volquete de 5 minutos; sin ninguna variación.

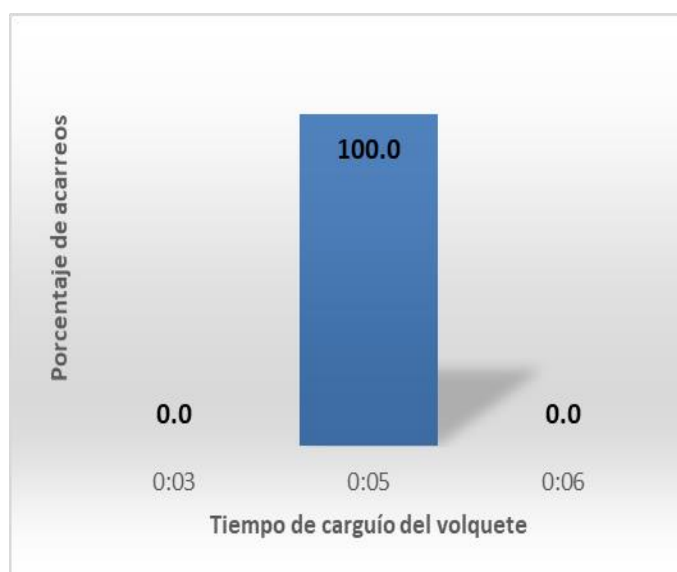


Gráfico 3: Distribución de acarreos según el tiempo de carguío del volquete
Fuente: Tabla 5

Según el gráfico 3 podemos observar que el 100% de acarreos fueron realizados con un tiempo de carguío del volquete de 5 minutos; sin ninguna variación.

Tabla 6: Tiempo de traslado del volquete cargado en llegar a su punto de descarga

Tiempo traslado (hh:mm)	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	Cantidad de acarreo	Porcentaje de Acarreo
00:14	7	1.0
00:16	28	4.1
00:17	83	12.2
00:18	167	24.5
00:19	390	57.2
00:20	7	1.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 6 podemos observar que para realizar 390 acarreo; el tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga fue de 19 minutos; también se observa que 167 acarreo se realizaron con un tiempo de traslado de volquete con material hasta el punto de descarga en 18 minutos y 118 acarreo fue realizado con tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga entre 14 y 17 minutos.

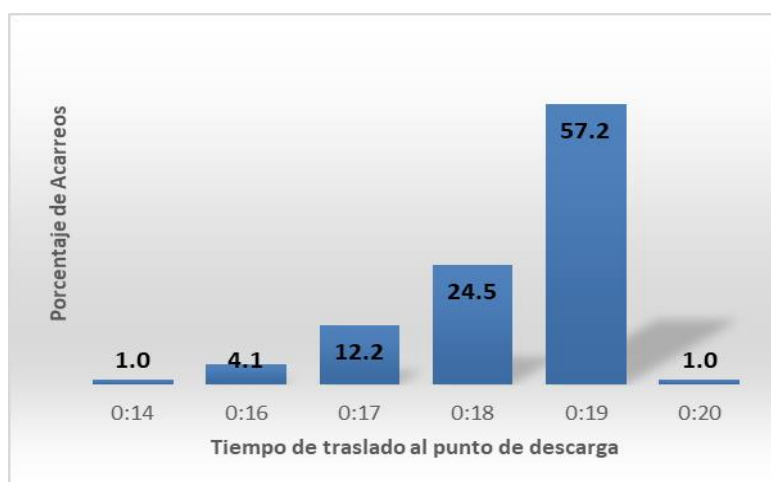


Gráfico 4: Distribución de acarreo según el tiempo de traslado al punto de descarga
Fuente: Tabla 6

Según el gráfico 4 podemos observar que para realizar el 57.2 % de acarreo; el tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga fue de 19 minutos; también se observa que el 24.5% de acarreo se realizó con un tiempo de traslado de volquete con material hasta el punto de descarga en 18 minutos y el 17.1 % de acarreo fue realizado con tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga entre 14 y 17 minutos.

Tabla 7: Estadísticas descriptivas del tiempo de traslado del acarreo

Tiempo de traslado del acarreo	Medidas (mm:ss)
Muestra	682
Promedio	18.21
Varianza	0.34
desviación estándar	0.58
Coeficiente de Variación	5.29%

Según la tabla 7 podemos observar que el tiempo promedio de traslado del acarreo es de 18 minutos con 21 segundos teniendo una variabilidad de 58 segundos.

Tabla 8: Acarreo según su tiempo de descarga

Tiempo de descarga del acarreo	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	Cantidad de acarreos	Porcentaje de Acarreos
00:03	675	99.0
00:05	7	1.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 8 y gráfico 8 podemos observar que 675 acarreos se descargaron en 3 minutos; sólo 7 acarreos fue descargado en 5 minutos.



Gráfico 5: Distribución de acarreos según su tiempo de descarga
Fuente: Tabla 8

Según el gráfico 5 podemos observar que el 99% de acarreos se descargaron en 3 minutos; sólo el 1% de acarreos fue descargado en 5 minutos.

Tabla 9: Estadísticas descriptivas del tiempo de descarga del acarreo

<i>Tiempo de descarga de acarreo</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
promedio	3.01
desviación estándar	0.12
Coeficiente de Variación	6.68%

Según la tabla 9 podemos observar que el tiempo promedio de descarga del acarreo es de 3 minutos con 1 segundos teniendo una variabilidad de 12 segundos.

Tabla 10: Acarreos según el tiempo de retorno del volquete vacío

<i>Tiempo de retorno del volquete vacío (hh:mm)</i>	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:09	14	2.0
00:10	119	17.4
00:11	514	75.3
00:12	35	5.1
Muestra/Total	683	100.0

Según la tabla 10 podemos observar que el tiempo de retorno de los volquetes después de realizar 514 acarreo es de 11 minutos; también se observa que el tiempo de retorno de los volquetes después de realizar 119 acarreo es de 10 minutos y tan sólo después de realizar 35 acarreo su tiempo de retorno del volquete fue de 12 minutos.

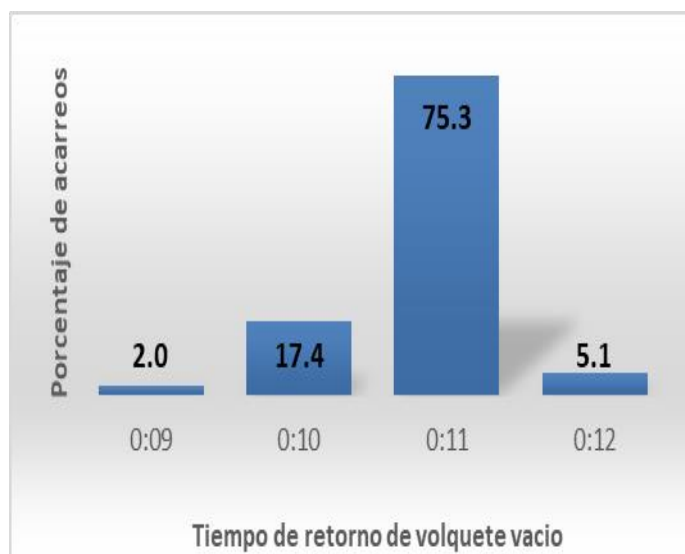


Gráfico 6: Distribución de acarreo según el tiempo de retorno del volquete vacío
Fuente: Tabla 10

Según el gráfico 6 podemos observar que el tiempo de retorno de los volquetes después de realizar el 75.3% de acarreo es de 11 minutos; también se observa que el tiempo de retorno de los volquetes después de realizar el 17.4% de acarreo es de 10 minutos y tan sólo después de realizar el 5.1% de acarreo su tiempo de retorno del volquete fue de 12 minutos.

Tabla 11: Estadísticas descriptivas del tiempo de retorno del volquete vacío

Tiempo de retorno del volquete vacío	Medidas (mm:ss)
Muestra	682
promedio	10.50
desviación estándar	0.32
Coefficiente de Variación	4.90%

Según la tabla 11 podemos observar que el tiempo promedio de retorno de los volquetes después de realizar el acarreo es de 10 minutos con 50 segundos teniendo una variabilidad de 32 segundos.

Tabla 12: Acarreos según el tiempo de espera del volquete antes del carguío

Tiempo de espera del volquete antes del carguío (hh:mm)	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreos</i>	<i>Porcentaje de Acarreos</i>
00:00	133	19.5
00:01	169	24.8
00:02	146	21.4
00:03	77	11.3
00:04	14	2.1
00:05	7	1.0
00:06	49	7.2
00:08	38	5.6
00:09	14	2.1
00:10	7	1.0
00:11	7	1.0
00:12	7	1.0
00:13	7	1.0
00:14	7	1.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 12 podemos observar que el tiempo espera de los volquetes antes de realizar 448 carguíos para acarreo es de 0 a 3 minutos; también se observa que el tiempo espera de los volquetes antes de realizar 186 carguíos para acarreo es de 4 a 9 minutos y tan sólo 35 carguíos esperan entre 10 a 14 minutos para realizar el carguío.

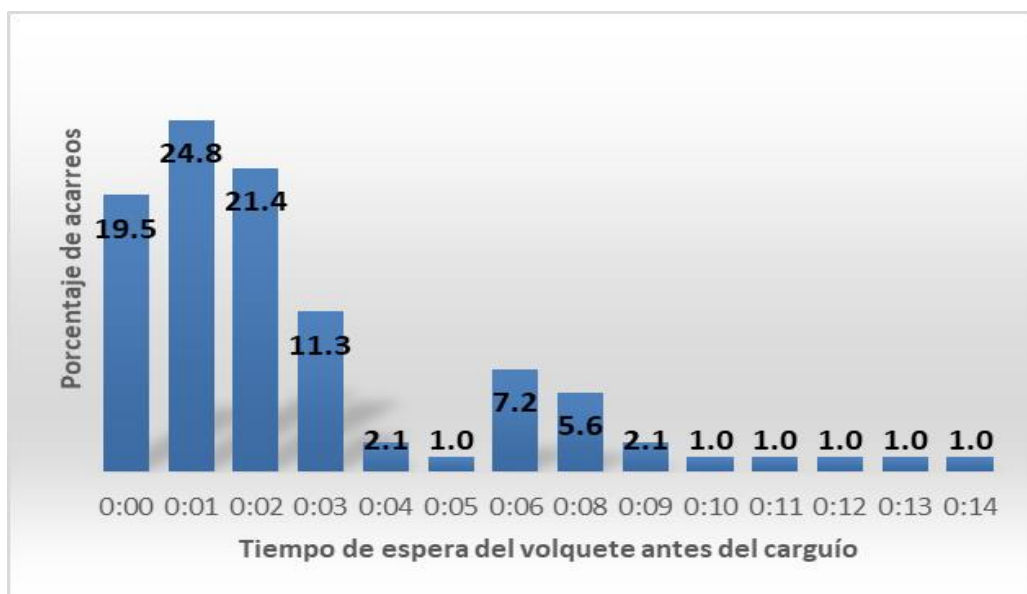


Gráfico 7: Distribución de Acarreos; según el tiempo de espera del volquete antes del carguío

Fuente: Tabla 12

Según el gráfico 7 podemos observar que el tiempo espera de los volquetes antes de realizar el 77% de carguíos para acarreo es de 0 a 3 minutos; también se observa que el tiempo espera de los volquetes antes de realizar el 18% de carguíos para acarreo es de 4 a 9 minutos y tan sólo el 5% de carguíos esperan entre 10 a 14 minutos para realizar el carguío.

Tabla 13: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera del volquete antes del carguío

<i>Tiempo de espera del volquete antes del carguío</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	2.50
desviación estándar	3.1
Coeficiente de Variación	112%

Según la tabla 13 podemos observar que el tiempo promedio de espera de los volquetes antes de realizar el carguío es de 2 minutos con 50 segundos teniendo una variabilidad de 3 minutos con 1 segundos.

Tabla 14: Acarreos realizados en un ciclo (tiempo)

Tiempo total del ciclo (hh:mm)	Fi Cantidad de acarreos	hi% Porcentaje de Acarreos
00:35	7	1.0
00:36	21	3.1
00:37	49	7.2
00:38	165	24.2
00:39	170	24.9
00:40	98	14.4
00:41	28	4.1
00:42	14	2.1
00:43	14	2.1
00:44	35	5.1
00:45	35	5.1
00:46	3	0.4
00:47	21	3.1
00:49	7	1.0
00:50	7	1.0
00:51	7	1.0
01:36	1	0.1
Muestra/Total	682	100.0

En la tabla 14 se puede observar que el tiempo total del ciclo de carguío y acarreo varía entre 35 minutos a 1 hora con 36 minutos; detallando que 170 acarreos se realizaron en ciclos de 39 minutos, 165 acarreos fueron hechos en ciclos de 38 minutos, el 14.4% de acarreos fueron realizados en ciclos de 40 minutos y 98 de acarreos se realizaron en ciclos de entre 41 a 47 minutos; y 22 acarreos fueron realizados en ciclos de 49 minutos a 1 hora con 36 minutos.

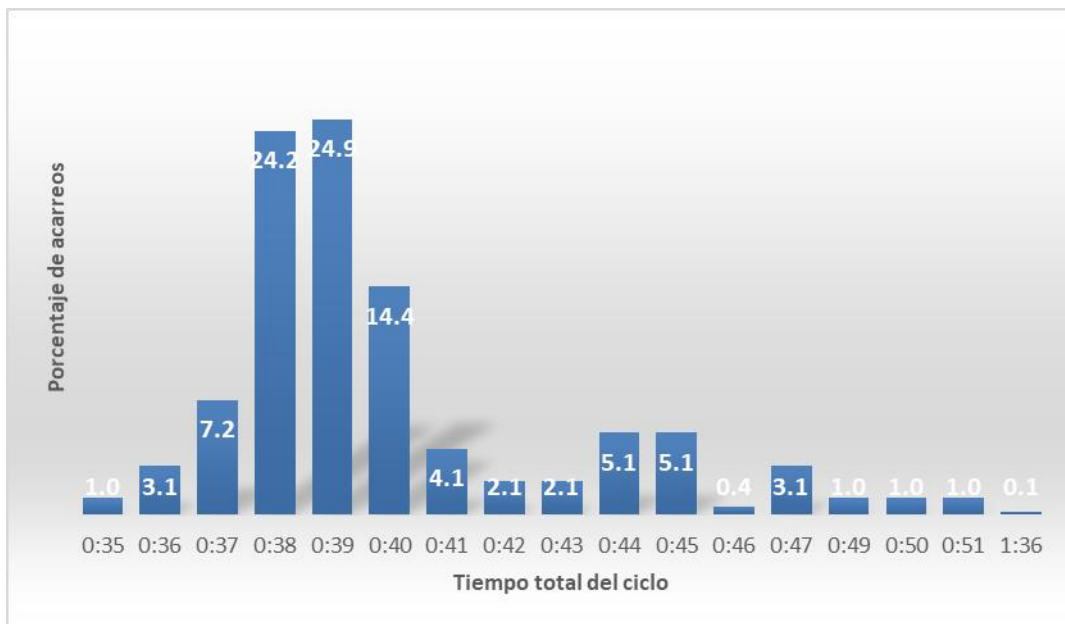


Gráfico 8: Distribución de acarreos en un ciclo teniendo en cuenta el tiempo
 Fuente: Tabla 14

En el gráfico 8 se puede observar que el tiempo total del ciclo de carguío y acarreo varía entre 35 minutos a 1 hora con 36 minutos; detallando que el 24.9% de acarreos se realizaron en ciclos de 39 minutos, el 24.2% de acarreos fueron hechos en ciclos de 38 minutos, el 14.4% de acarreos fueron realizados en ciclos de 40 minutos y el 22% de acarreos se realizaron en ciclos de entre 41 a 47 minutos; y un 3.1% de acarreos fueron realizados en ciclos de 49 minutos a 1 hora con 36 minutos.

RESULTADOS DE LA MEJORA DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACARREO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA EN EL PERÍODO 2017

Tabla 15: Acarreo según el tiempo de espera de excavadora antes de carguío

Tiempo de espera de excavadora antes de carguío (hh:mm)	fi Cantidad de acarreos	hi% Porcentaje de Acarreos
00:00	14	2.1
00:01	668	97.9
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 15 podemos observar que 682 acarreos tuvieron un tiempo de espera por la excavadora de 1 minuto.

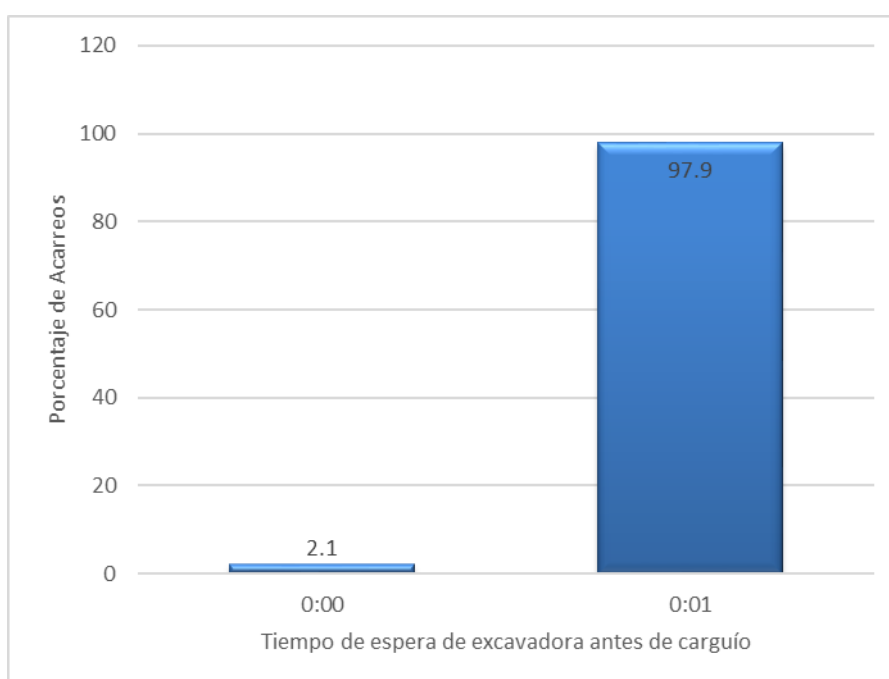


Gráfico 9: Distribución de acarreos según el tiempo de espera de excavadora antes de carguío

Fuente: Tabla 15

Según el gráfico 10 podemos observar que el 97.9% de acarreos tuvieron un tiempo de espera por la excavadora de 1 minuto.

Tabla 16: Estadísticas descriptivas del tiempo de espera de la excavadora antes del carguío

<i>Tiempo de espera de la excavadora antes del carguío</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	0.59
desviación estándar	0.08
Coefficiente de Variación	13.96%

Según la tabla 16 podemos observar que el tiempo promedio de espera de la excavadora antes del acarreo es de 59 segundos teniendo una variabilidad de 8 segundos.

Tabla 17: Acarreos según el código de volquete utilizado

Código de volquete	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreos</i>	<i>Porcentaje de Acarreos</i>
21170	139	20.4
21171	139	20.4
21172	139	20.4
21173	133	19.5
21174	132	19.4
Muestra/Total	682	100.0

Podemos observar en la tabla 17 el número de volquetes utilizados para acarreo son 5; 3 de ellos realizan 139 acarreos, es decir cada uno de ellos realiza el 20.4% de acarreos de nuestra muestra; mientras que 1 volquete realiza 133 acarreos y 1 volquete más realiza 132 acarreos.

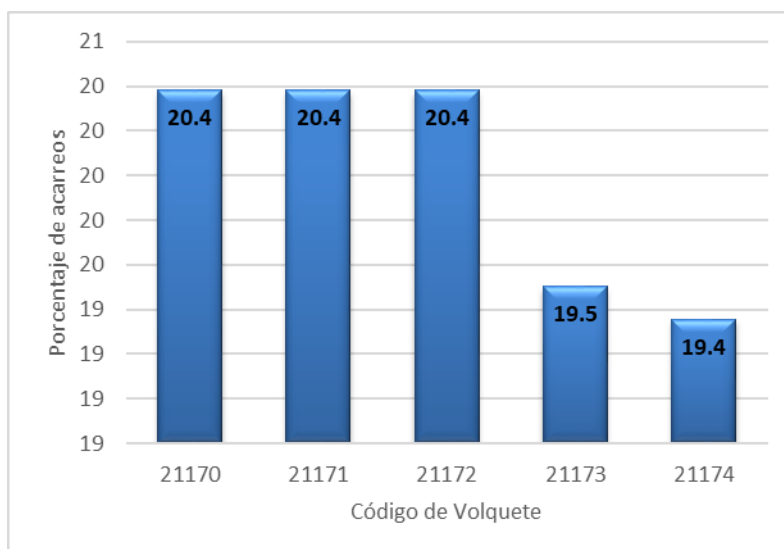


Gráfico 10: Distribución de acarreo según el código de volquete utilizado
Fuente: Tabla 15

Podemos observar el gráfico 9 el número de volquetes utilizados para acarreo son 5; 3 de ellos realizan 139 acarreo, es decir cada uno de ellos realiza el 20.4% de acarreo de nuestra muestra; mientras que 1 volquete realiza 133 acarreo y 1 volquete más realiza 132 acarreo.

Tabla 18: Acarreo según el tiempo de carguío

Tiempo de carguío	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:03	0	0.0
00:05	682	100.0
00:06	0	0.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 18 podemos observar que los 682 acarreo fueron realizados con un tiempo de carguío del volquete de 5 minutos; sin ninguna variación.

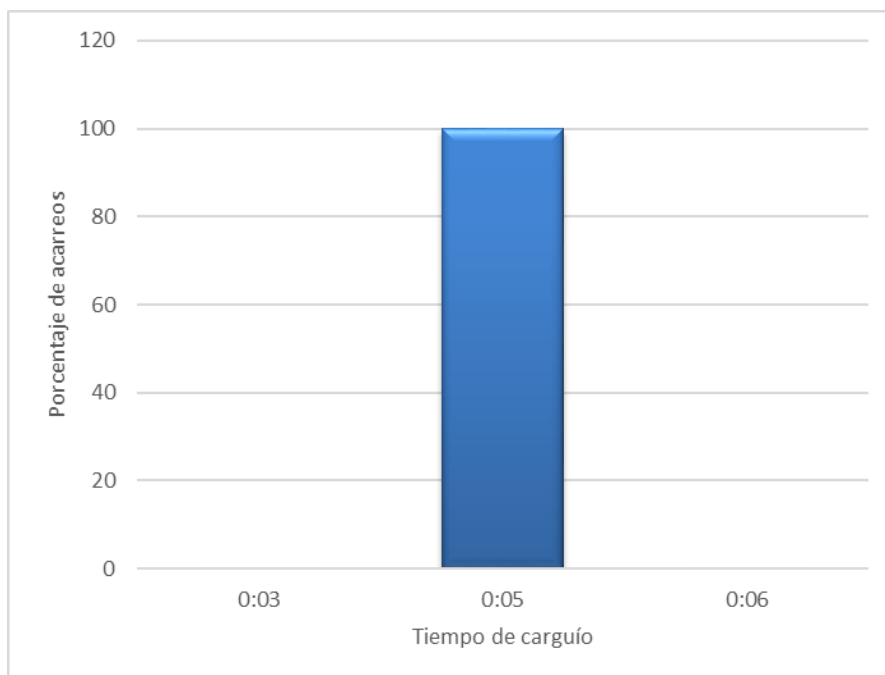


Gráfico 11: Distribución de acarreos según el tiempo de carguío
Fuente Tabla 18

Según el gráfico 11 podemos observar que el 100% de acarreos fueron realizados con un tiempo de carguío del volquete de 5 minutos; sin ninguna variación.

Tabla 19: Acarreos según el tiempo de traslado del volquete con material

Tiempo de traslado de volquete con material	Fi Cantidad de acarreos	hi% Porcentaje de Acarreos
00:08	0	0.0
00:09	682	100.0
00:10	0	0.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 19 podemos observar que para realizar 682 acarreos; el tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga fue de 9 minutos; sin ninguna variación

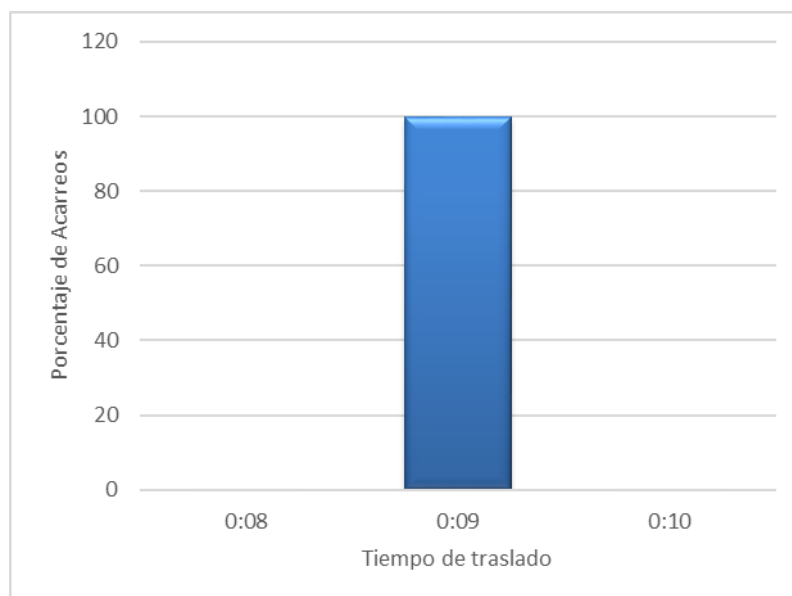


Gráfico 12: Distribución de acarreos según el tiempo de traslado del volquete con material
Fuente: Tabla 19

Según el gráfico 12 podemos observar que para realizar el 100 % de acarreos; el tiempo de traslado del volquete con material hasta el punto de descarga fue de 9 minutos; sin ninguna variación

Tabla 20: Acarreos; según el tiempo de descarga de material

Tiempo de descarga (hh:mm)	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreos</i>	<i>Porcentaje de Acarreos</i>
00:02	0	0.0
00:03	682	100.0
00:04	0	0.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 20 podemos observar que todos los acarreos tuvieron una descarga de material en 3 minutos.

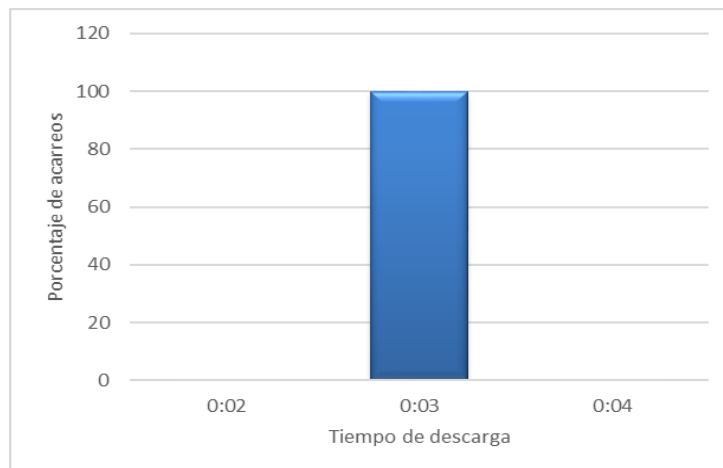


Gráfico 13: Distribución de acarreo según el tiempo de descarga de material
Fuente: Tabla 20

Según el gráfico 13 se observa que el 100% de los acarreo tuvieron una descarga de material en 3 minutos.

Tabla 21: Acarreo según el tiempo de traslado de volquete con material

Tiempo de traslado (hh:mm)	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:08	0	0.0
00:09	682	100.0
00:10	0	0.0
Muestra / Total	682	100.0

Según la tabla 21 se observa todos los acarreo se realizaron en 9 minutos.

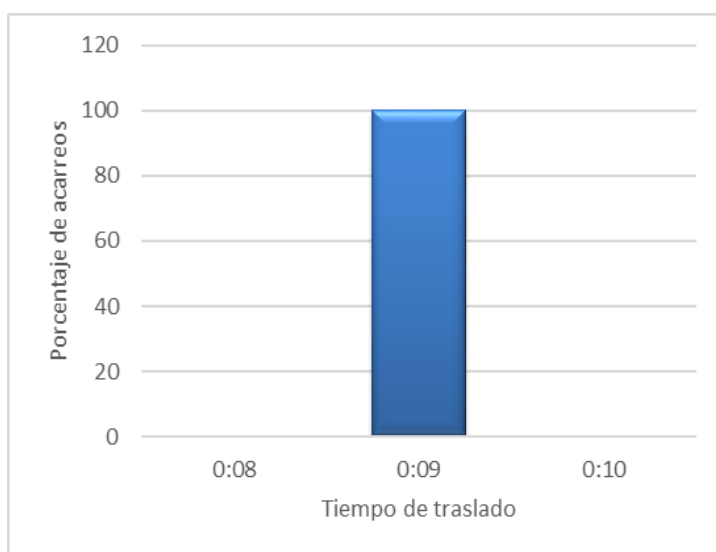


Gráfico 14: Distribución de acarreo según el tiempo de traslado de volquete con material
Fuente Tabla 21

Según el gráfico 16 se observa que el 100% de acarreo se realizaron en 9 minutos.

Tabla 22 Acarreo según el tiempo de descarga de material

Tiempo de descarga (hh:mm)	<i>fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:02	0	0.0
00:03	682	100.0
00:04	0	0.0
Muestra/ Total	682	100.0

Según la tabla 22 podemos observar que todos los acarreo se descargaron en 3 minutos.

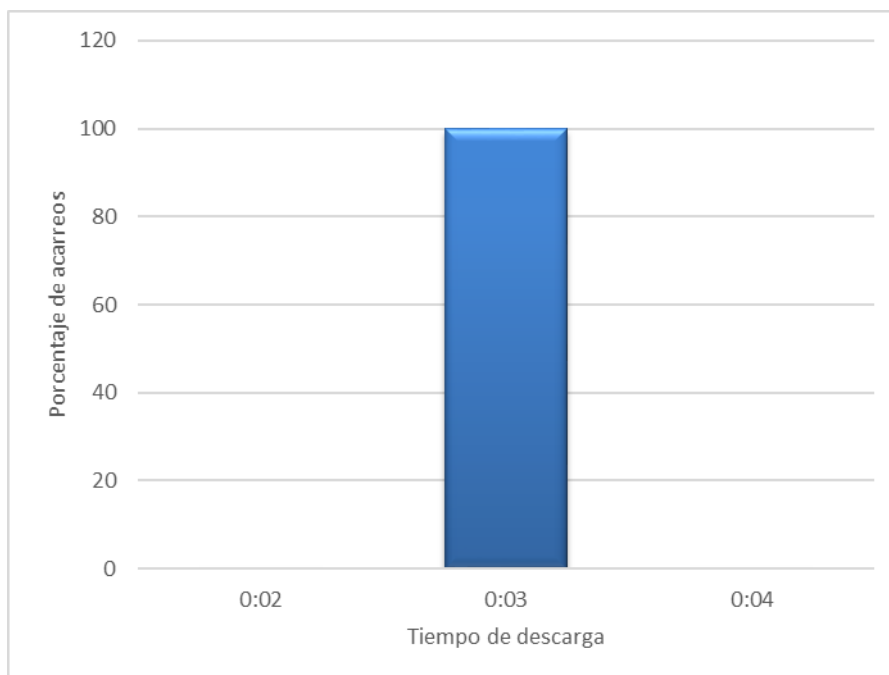


Gráfico 15: Distribución de acarreos según el tiempo de descarga del material
Fuente: Tabla 22

Según el gráfico 18 podemos observar que el 100% de acarreos se descargaron en 3 minutos.

Tabla 23: Acarreos según el tiempo de retorno del volquete sin material

Tiempo de retorno	<i>F_i</i>	<i>h_i%</i>
	<i>Cantidad de acarreos</i>	<i>Porcentaje de Acarreos</i>
07:00	7	1.0
08:00	675	99.0
09:00	0	0.0
Muestra/Total	682	100.0

Según la tabla 23 se observa que después de realizar 675 de acarreos; el tiempo de retorno de los volquetes es de 9 minutos y tan sólo después de realizar 7 acarreos retornó en 7 minutos.

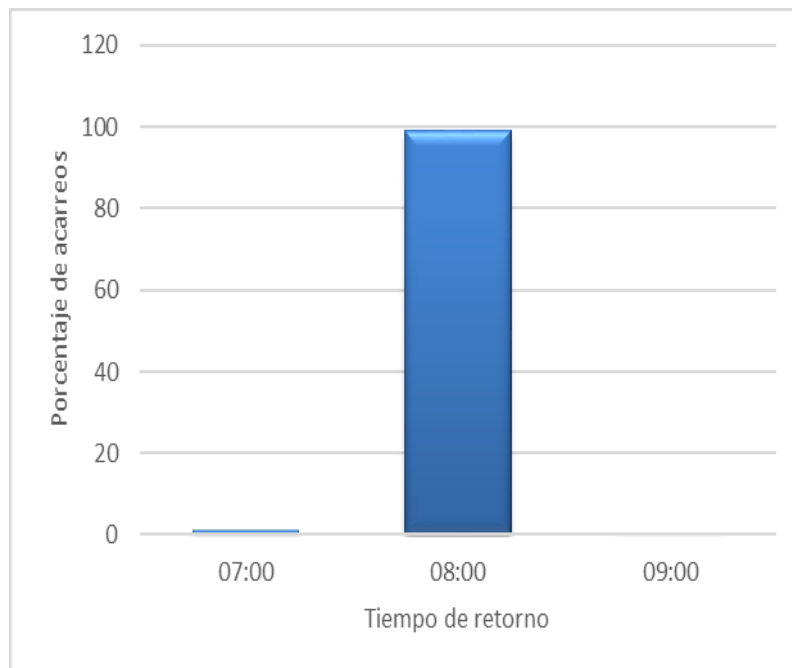


Gráfico 16: Distribución de acarreos según el tiempo de retorno de volquete sin material
Fuente: Tabla 23.

Según el gráfico 19 se observa que después de realizar el 99% de acarreos; el tiempo de retorno de los volquetes es de 9 minutos y tan sólo el 1% retorno en 7 minutos.

Tabla 24: Estadísticas descriptivas del tiempo de retorno del volquete sin material

<i>Tiempo de retorno de volquete sin material</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	7.59
desviación estándar	0.56
<u>Coeficiente de Variación</u>	<u>1.26%</u>

Según la tabla 24 se puede observar el tiempo promedio de retorno del volquete sin material es de 7 minutos 59 segundos con una variabilidad de 56 segundos.

Tabla 25: Acarreos según el tiempo de espera del volquete antes de carguío

Tiempo de espera de volquete antes de carguío	<i>f_i</i>	<i>h_i%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:00	70	10.3
00:02	612	89.7
Muestra / Total	682	100.0

Según la tabla 25 y gráfico 19 se observa que 89.7% de volquetes antes de realizar el carguío esperan 2 minutos.

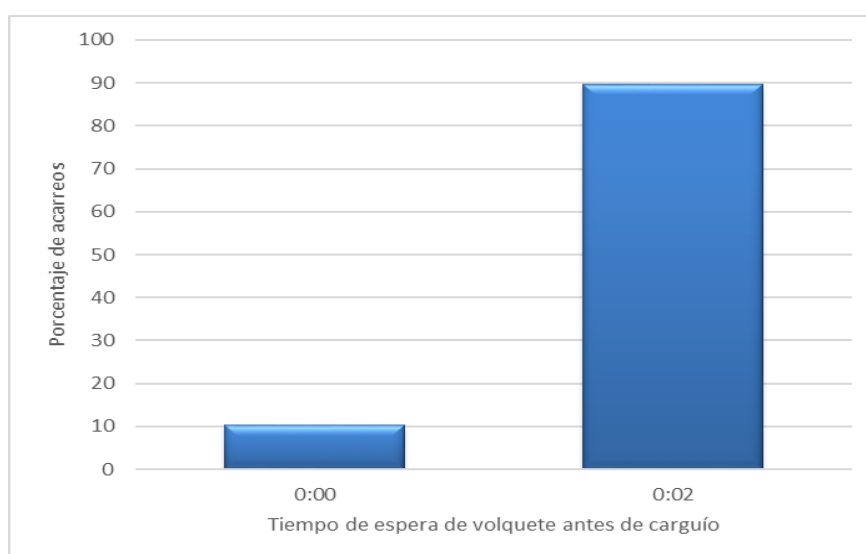


Gráfico 17: Distribución de acarreo según el tiempo de espera de volquetes antes del carguío

Fuente: Tabla 25.

Tabla 26 Estadísticas descriptivas del tiempo de espera del volquete antes del carguío:

<i>Tiempo de espera de volquete antes del carguío</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	1.48
desviación estándar	0.36
Coefficiente de Variación	33.60%

La tabla 26 nos muestra el tiempo promedio de espera del volquete antes del carguío es de 1 minuto 48 segundos, con una variabilidad de 36 segundos.

Tabla 27: Acarreos durante un ciclo tomando en cuenta el tiempo

Tiempo total del Ciclo	<i>Fi</i>	<i>hi%</i>
	<i>Cantidad de acarreo</i>	<i>Porcentaje de Acarreo</i>
00:25	70	10.3
00:26	7	1.0
00:27	605	88.7
Muestra / Total	682	100.0

En la tabla 27 se observa un 88.70 % de acarreo fueron realizados en ciclos de 27 minutos; y el 10.30% de acarreo fueron realizados en ciclos de 25 minutos y tan sólo el 1% de acarreo fue realizado en 26 minutos.

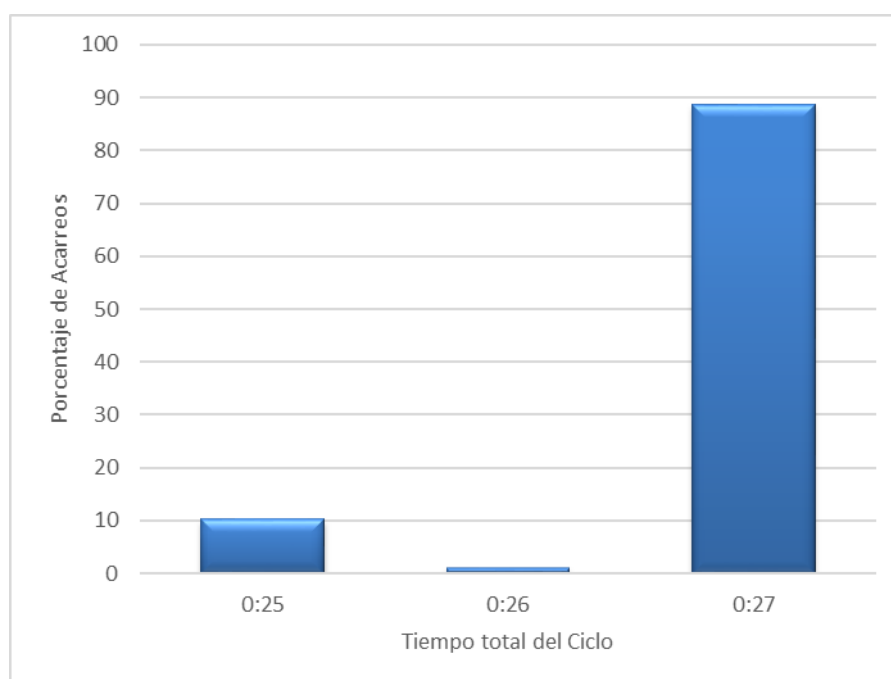


Gráfico 18: Distribución de acarreo durante el ciclo (tiempo).
Fuente: Tabla 27.

Finalmente se observa un 88.70 % de acarreo fueron realizados en ciclos de 27 minutos; y el 10.30% de acarreo fueron realizados en ciclos de 25 minutos y tan sólo el 1% de acarreo fue realizado en 26 minutos.

Tabla 28: Estadísticas descriptivas del tiempo de duración del ciclo de acarreo

<i>Tiempo de espera de volquete antes del carguío</i>	<i>Medidas (mm:ss)</i>
Muestra	682
Promedio	26.47
desviación estándar	0.37
Coeficiente de Variación	2.29%

El tiempo promedio de un ciclo es de carguío y acarreo es de 26 minutos y 47 segundos con una variabilidad de 37 segundos. Se puede observar además que todos los datos recolectados tienen un comportamiento homogéneo.

Tabla 29: Análisis de varianza de dos factores con varias muestras

<i>ANOVA</i>	Tiempo de espera de excavadora antes del carguío	Tiempo de carguío del volquete	Tiempo de traslado del acarreo	Tiempo de descarga del acarreo	Tiempo de retorno del volquete vacío	Tiempo de espera del volquete antes del carguío	Tiempo total del ciclo
2016							
<i>Cuenta</i>	682	682	682	682	682	682	682
<i>Suma</i>	12:26:00	8:50:00	16:33:00	10:20:00	18:49:00	20:24:00	23:58:00
<i>Promedio</i>	0:01:06	0:05:00	0:18:21	0:03:01	0:10:50	0:02:50	0:40:07
<i>Varianza</i>	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:01
2017							
<i>Cuenta</i>	682	682	682	682	682	682	682
<i>Suma</i>	11:08:00	8:50:00	6:18:00	10:06:00	3:10:00	8:07:00	16:27:00
<i>Promedio</i>	0:00:59	0:05:00	0:09:00	0:03:00	0:07:59	0:01:48	0:26:47
<i>Varianza</i>	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
TOTAL							
<i>Cuenta</i>	1364	1364	1364	1364	1364	1364	1364
<i>Suma</i>	23:34:00	17:40:00	22:51:00	20:26:00	21:59:00	29:31:00	40:25:00
<i>Promedio</i>	0:01:02	0:05:00	0:13:40	0:03:01	0:09:25	0:02:19	20:12:30
<i>Varianza</i>	0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:02

En la tabla 29 se puede observar que para el tiempo de espera de la excavadora antes del carguío, tiene una mejora de 00:01:02 minutos, el tiempo de carguío del volquete tiene una mejora de 00:05:00 minutos, el tiempo de traslado del acarreo tiene una mejora de 00:13:40 minutos, el tiempo de descarga del acarreo tiene una mejora de 00:03:1 minutos, el tiempo de retorno del volquete vacío tiene una mejora de 00:09:25 minutos, el tiempo de espera del volquete antes del carguío tiene una mejora de 00:02:19 minutos, el tiempo total del ciclo tiene una mejora de 00:33:27 minutos.

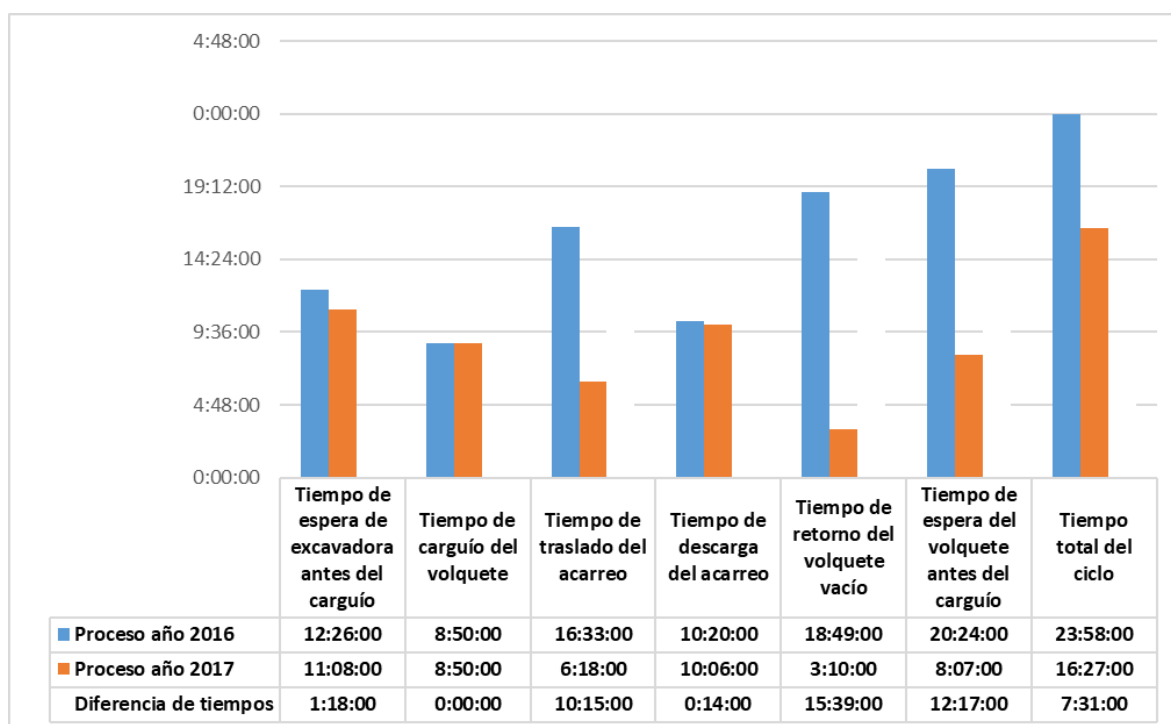


Gráfico 19: Comparación de la mejora del proceso de carguío y acarreo en el período 2016 frente al 2017

Finalmente podemos visualizar en el Gráfico 19 la mejora en los tiempos de todas las variables de estudio, siendo las variables críticas de éxito de la investigación “Tiempo de traslado del acarreo”, “Tiempos de retorno del volquete vacío” y “Tiempo de espera del volquete antes del carguío”, las cuales en el año 2017 presenta una mejora significativa demostrando que la mejora del proceso de carguío y acarreo fue exitosa.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

A lo largo de la presente investigación se pudo evidenciar significativamente la mejora en los tiempos del proceso de carguío y acarreo, de acuerdo a los manuales para la correcta práctica de los estudios sobre la producción un estudio de tiempos completo consiste en:

Definir objetivos (Estudiar la meta a conseguir); Propuesta de modelo de minimización de tiempos (diseño experimental); recopilar los tiempos; análisis de datos; reportar los resultados. La recopilación de tiempos fue hecha a través de la observación utilizando una ficha.

Tomando en cuenta las comparativas de las varianzas que nos brinda la metodología Anova, podemos analizar y contrastar nuestra hipótesis nula, tomando para esto las buenas prácticas que nos indica Soporte Minitab ® 18 (2017) quienes en su experiencia comentan que la mejor opción para comparar dos variables cuantitativas es analizar su varianza y de esta manera obtener los datos relevantes para una correcta conclusión.

El modelo de mejora planteado se basa en las mejores prácticas mencionadas por Shingo, Shigeo (1987) quien indica que los procesos “lean” se basan en la mejora continua y para este trabajo se pudo evidenciar que luego de hacer un ajuste en los tiempos de las actividades claves del proceso de carguío y acarreo se logró minimizar las colas de espera de volquetes y de esta manera optimizar el proceso en general flexible al cambio.

Otras teorías y conclusiones como las de (Alvaro Beltran razura, 2012) enfocan la mejora del proceso de carguío y acarreo desde un punto de vista económico, lo cual no se abordó en esta investigación, pero en ambos casos se deja en evidencia que las mejoras repercuten positivamente ya sea tanto en el uso de maquinarias, así como también monetariamente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

1. Se realizó un diagnóstico inicial del proceso de carguío y, durante el periodo 2016; luego se realizó un diagnóstico final en el año 2017, en estos diagnósticos se definió, dividió la tarea en elementos de trabajo y documento a través del método estándar; al cronometrar los elementos de trabajo para obtener el tiempo observado en el proceso de carguío y acarreo se procedió a la evaluación de los mismos, para determinar los tiempos normales.
2. Se diseñó la mejora del proceso de carguío y acarreo para movimiento de tierras en base a la toma de decisiones habiendo antes identificado las oportunidades de mejora de los lapsos de espera que requieren algunas actividades en el proceso de carguío y acarreo: tiempo de carguío, velocidad de los volquetes y tiempo de ciclo de acarreo.
3. Se aplicó las mejoras del proceso de carguío y acarreo en el año 2017, a las actividades de traslado de material, retorno del volquete vacío obteniendo resultados positivos y de mejora.
4. Se compararon los resultados obtenidos tanto en el año 2016 como en el año 2017, después de haber promediado los tiempos del proceso de carguío y acarreo para generar el tiempo normalizado. Se pudo comprobar que los tiempos de espera, de carguío y tiempo de acarreo disminuyeron obteniendo así la mejora y actualización de sistemas de trabajo en el proceso de carguío y acarreo.

REFERENCIAS

- Alvaro Beltran razura. (2012). *Libro de texto: Costos y Presupuestos*. Tepic: Dirección General de Educación Superior Tecnológica de Tepic.
- Andrade, R. (2009). *"La maquinaria pesada en movimiento de tierras (descripción y rendimiento)"*. Ecuador.
- Carlos, P. (2013). *Evaluación de rendimientos en el movimiento de tierras con maquinaria pesada paraminado Cerro Negro y Carachugo en Yanacocha - Cajamarca*.
- Castillo Castellón, P. B. (2012). *Modelo para Estimar la Productividad de Equipos de Carguío en una Mina a Cielo Abierto*. Chile: Universidad de Chile .
- Caterpillar. (2010). *Manual de rendimiento de maquinaria CAT*. Estados Unidos/1330: 39 Edición.
- Quiquia, I. G. (2015). *Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en antamina, cerro verde, toquepala, cuajone, yanacocha, alto chicama, las bambas, cerro corona, antapacay y pucamarca*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Verdugo, G. (2012). *Calculo de Rendimiento de Maquinaria Pesada*. Cajamarca - Peru: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Shingo, Shigeo,(1987) *The SMED system I: Theory and conceptual stages*, Japan: Cambridge, MA and Norwalk, CT,
- ¿Qué es ANOVA? (s.f.). [mtbconcept]. Recuperado 3 de noviembre de 2018, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE OBSERVACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN DE ACARREO			
ÁREA	Desarrollo de Mina	MATERIAL	Mineral
LUGAR	Minera <u>Tantahuatay</u>	DISTANCIA	3.8 Km.

PALA	
CÓDIGO DE VOLQUETE	

PROCESO DE CARGUÍO DEL VOLQUETE			
Hora de inicio		Hora Fin	
Observaciones			

TRASLADO DE VOLQUETE CON CARGA			
Hora de inicio		Hora Fin	
Observaciones			

PROCESO DE DESCARGA DEL VOLQUETE			
Hora de inicio		Hora Fin	
Observaciones			

±

TRASLADO DE VOLQUETE SIN CARGA (RETORNO)			
Hora de inicio		Hora Fin	
Observaciones			

Controlador de Equipos

Supervisor de Operaciones