



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**RENDIMIENTO DEL VOLQUETE FMX MEDIANTE LA
REDUCCIÓN DEL CICLO DE CARGUÍO Y ACARREO EN EL
PROYECTO MINERO AFC 20 DE LA CENTRAL DE
COOPERATIVAS MINERAS SAN ANTONIO DE POTO**

LTDA. - PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ERWIN QUIROZ CALLI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Rendimiento del volquete FMX mediante la reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras San Antonio de Poto Ltda. - Puno

AUTOR

Erwin Quiroz Calli

RECuento DE PALABRAS

11326 Words

RECuento DE CARACTERES

54218 Characters

RECuento DE PÁGINAS

67 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.0MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 30, 2023 8:28 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 30, 2023 8:29 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Dr. Anibal Sucari León
DOCENTE
E.P. DE INGENIERÍA DE MINAS
UNA - PUNO



Resumen



DEDICATORIA

En especial a los seres que me dieron la vida mis padres Aurelio y Olga, que con su amor, cariño y responsabilidad lograron que sea un profesional universitario.

Al amor de mi vida Meddali que me motiva día a día para cumplir mis sueños como persona y profesional de Ingeniería de Minas.

A mis hermanos y hermanas que me alentaron durante la época de estudiante hasta en el momento, ya que sus recomendaciones y orientaciones tuvieron efecto positivo en mi formación profesional.

Erwin.



AGRADECIMIENTO

Al todo poderoso ya que cada día nos da vida, salud y trabajo para poder cumplir con los objetivos trazados.

A mi alma mater Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, donde facilita la infraestructura para una formación de calidad.

A los profesionales que se dedican a la docencia en Ingeniería de Minas, ya que compartieron su experiencia, conocimiento y dedicación en el proceso de enseñanza aprendizaje.

A mi asesor Dr. Anibal Sucari Leon ya que con sus observaciones y recomendaciones pudo concretarse este trabajo de investigación.

Erwin.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. Pregunta general	16
1.2.2. Preguntas específicas.....	16
1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	16
1.3.1. Hipótesis general	16
1.3.2. Hipótesis específicas	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos.....	17



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Rendimiento de un volquete	21
2.2.2. Parámetros que intervienen en el rendimiento del volquete.....	22
2.2.3. Transporte de material	25
2.2.4. Ciclo de trabajo del volquete	25
2.2.5. Control de tiempo en un volquete	26
2.2.6. Equipos de carguío en minería aluvial	27
2.2.7. Equipos de acarreo y transporte de material.....	28
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
2.3.1. Rendimiento de volquete	28
2.3.2. Acarreo de material	28
2.3.3. Carguío de material	29
2.3.4. Control de tiempo	29
2.3.5. Volquete FMX.....	29
2.3.6. Granulometría de material	29
2.3.7. Minería aluvial.....	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	30
3.1.1 Accesibilidad	30
3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO	31
3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....	31



3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	31
3.4.1. Población	31
3.4.2. Muestra	31
3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO	31
3.5.1. Enfoque de investigación	31
3.5.2. Tipo de investigación	32
3.6. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.7 VARIABLES	33
3.7.1. Variable independiente	33
3.7.2. Variable dependiente	33
3.8. ANÁLISIS DE DATOS	34
3.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS	34
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
4.1.1. Incremento del rendimiento de los volquetes FMX	35
4.1.2. Rendimiento del volquete FMX antes de incrementar el rendimiento	38
4.1.3. Reducción del ciclo de carguío y acarreo en volquete FMX.....	40
4.1.4. Prueba de hipótesis	44
4.2. DISCUSIÓN	45
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES	48
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	51



Área: Ingeniería de Minas

Tema: Métodos de extracción de yacimientos minerales metálicos y no metálicos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de noviembre de 2023



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje de esponjamiento	22
Tabla 2. Acceso al proyecto minero AFC 20.....	30
Tabla 3. Operacionalización de variables	33
Tabla 4. Comparación de rendimiento del volquete FMX	35
Tabla 5. Estadísticos de la comparación de rendimientos de acarreo volquete FMX ..	36
Tabla 6. Promedio del ciclo de trabajo del volquete FMX - diagnóstico	38
Tabla 7. Promedio del rendimiento de viaje del volquete FMX.....	39
Tabla 8. Acciones de mejora para el carguío y acarreo	41
Tabla 9. Promedio de reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX.....	41
Tabla 10. Promedio de incremento del rendimiento del volquete FMX.....	43
Tabla 11. Estadística descriptiva de rendimiento del volquete FMX	44
Tabla 12. Prueba t de student para el incremento del rendimiento del volquete FMX.	45



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento del volquete antes y después.....	36
Figura 2. La curva normal del rendimiento - antes.....	37
Figura 3. La curva normal del rendimiento – después.....	37
Figura 4. Análisis del tiempo en el ciclo de trabajo.....	38
Figura 5. Rendimiento del volquete por viaje	40
Figura 6. Análisis del ciclo de trabajo del volquete FMX.....	42
Figura 7. Rendimiento del volquete FMX después de reducir el ciclo de trabajo.....	43



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Evidencia de carguío y acarreo de material en el proyecto minero AFC 20 ..	52
Anexo 2. Proceso de descarga de material en el chute en el proyecto minero AFC 20 .	53
Anexo 3. Estado de vía después del mantenimiento en el proyecto minero AFC 20.....	53
Anexo 4. Formato de reporte de producción	54
Anexo 5. Ciclo de operación en el proyecto minero AFC.....	55
Anexo 6. Diagrama de flujo en el proyecto minero AFC 20.....	56
Anexo 7. Comparación de rendimiento de volquete	57
Anexo 8. Ciclo de trabajo del volquete – diagnóstico	59
Anexo 9. Rendimiento del volquete por viaje – diagnóstico.....	61
Anexo 10. Reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete.....	63
Anexo 11. Incremento del rendimiento del volquete	65
Anexo 12. Plano topográfico de la ruta de acarreo de material.....	67



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Ltda.	: Limitada
G	: factor de eficiencia
Q	: capacidad de tolva de volquete
Cm	: tiempo del ciclo de trabajo del volquete
F	: factor de esponjamiento
Tc	: tiempo de carguío
Ttc	: tiempo de traslado cargado
Td	: tiempo de descarga
Trv	: tiempo de retorno vacío



RESUMEN

En el proyecto minero AFC 20 tiene un programa diario por unidad operativa acarrear $600 \text{ m}^3/\text{día}$, ningún día se logró cumplir según la revisión documental del tercer trimestre del año 2022, debido a que su performance fue bajo así mismo el rendimiento de los volquetes FMX, ya que se presentaba problemas en el tiempo del ciclo de trabajo del volquete, por lo tanto se planteó como objetivo incrementar el rendimiento del volquete FMX mediante la reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda., la metodología que se aplicó fue con un enfoque cuantitativo y el tipo de investigación pre-experimental ya que se tuvo que realizar observaciones en un solo grupo antes y después de manipular la variable independiente, el principal resultado que se encontró fue una mejora en el performance incrementando del rendimiento del volquete FMX de 12 m^3 en el proceso de acarreo de material de $36,63 \text{ m}^3/\text{h}$ a $43,45 \text{ m}^3/\text{h}$, gracias a la reducción del ciclo de carguío y acarreo ya que el tiempo se redujo de 25,18 min a 21,17 min, llegando a la conclusión de que la mejora del performance en el rendimiento del volquete FMX se logró incrementar en un 18,62 % gracias a la reducción del ciclo de trabajo del volquete FMX en un 15,93 % ya que se tuvo que capacitar a los operadores de equipos, capacitación en manejo defensivo, se realizó el mantenimiento de vía y cambio de neumático, los resultados fueron validados mediante el estadístico t de student ya que la diferencia fue estadísticamente significativa.

Palabras clave: Acarreo, carguío, ciclo de trabajo, rendimiento, minería.



ABSTRACT

In the mining project AFC 20 has a daily program per operating unit to haul 600 m³/day, no day was achieved according to the documentary review of the third quarter of the year 2022, because its performance was low as well as the performance of the FMX dumpers, Therefore, the objective was to increase the performance of the FMX dump truck by reducing the loading and hauling cycle in the AFC 20 mining project of the Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. , the methodology applied was with a quantitative approach and the type of pre-experimental research since observations had to be made in a single group before and after manipulating the independent variable, the main result that was found was an improvement in performance by increasing the performance of the FMX dumper of 12 m³ in the process of hauling material from 36.63 m³/h to 43.45 m³/h, thanks to the reduction of the loading and hauling cycle since the time was reduced from 25, 18 min to 21.17 min, reaching the conclusion that the performance improvement in the performance of the FMX dump truck was increased by 18.62 % thanks to the reduction of the work cycle of the FMX dump truck by 15.93 %, since it was necessary to train the equipment operators, training in defensive driving, track maintenance and tire change, the The results were validated using the Student's t statistic since the difference was statistically significant.

Keyword: haulage, loading, duty cycle, throughput, mining.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acarreo de material es parte de las operaciones unitarias en una unidad minera y es necesario en el proyecto minero AFC 20 que pertenece a la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. el cuál realiza el movimiento de material con volquetes FMX de 12 m³, generalmente tiene un programa diario de 600 m³/día por unidad operativa y según la revisión de los reportes ningún día se cumplió con dicho programa de acarreo de material.

La causa fundamental del incumplimiento del programa es debido a un bajo rendimiento de los volquetes en el proceso de acarreo de material desde el tajeo hacia el chute. Según a las observaciones se pudo detectar que los operadores de volquetes no cumplen el horario efectivo de trabajo, dedican su tiempo a primera hora en el consumo de coca, así mismo se observó una vía en mal estado por lo que el volquete transita a una velocidad reducida demorando más tiempo en el acarreo de material, por otra parte, se detectó que los neumáticos se encuentran en mal estado generando paradas en pleno acarreo de material.

De continuar el problema del incumplimiento del programa de producción por parte del volquete FMX, para fin de año se tendría un déficit en el cumplimiento anual del programa de producción.



1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo el rendimiento del volquete FMX mediante la reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. - Puno?

1.2.2. Preguntas específicas

¿Cuál es el rendimiento del volquete de FMX antes de reducir el ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.?

¿Cómo reducir el ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.?

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

La reducción del ciclo de carguío y acarreo permite el rendimiento del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. – Puno.

1.3.2. Hipótesis específicas

El rendimiento del volquete FMX es deficiente antes de someter el ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

El control de tiempo permite someter el ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.



1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó para mejorar el rendimiento de los volquetes FMX de 12 m³, durante el carguío y acarreo de material, ya que según el reporte de producción del primer semestre del año 2022 se tuvo programado una producción diaria de 600 m³/día, sin embargo, no se cumplió lo planificado por la empresa, motivo por el cual nace la necesidad de incrementar el rendimiento de los volquetes con la finalidad de cumplir con lo planificado.

Se ejecutó ya que se encontró problemas como: vías en mal estado, pérdida de tiempo por los operadores de equipo, neumáticos en mal estado y el desconocimiento en aspectos de carguío y acarreo por parte de los operadores de equipo.

Es importante ya que presenta una justificación práctica porque con la investigación se soluciona el problema de incumplimiento de la producción diaria en el proyecto minero AFC 20, aplicado los conocimientos teóricos tomando como ejemplo las diferentes investigaciones que se encuentran como antecedentes.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Incrementar el rendimiento del volquete FMX mediante la reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. – Puno.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar el rendimiento del volquete FMX antes de reducir el ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.



Reducir el ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX en el proyecto
minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto
Ltda.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

León (2021) señala que el rendimiento mínimo y máximo del volquete es de 28,53 t/h y 35,12 t/h, respectivamente. El rendimiento mínimo y máximo del volquete 12 T fue de 11,34 t/h y 14,88 t/h respectivamente. En este sentido, se puede confirmar el supuesto 1 planteado al principio, el rendimiento del dumper obtenido (de 28,53 t/h a 35,12 t/h) está por encima del nivel medio de "comparación" en minas subterráneas. De 23t/h a 31t/h. En este sentido, este retorno puede optimizarse posicionándose en ventaja sobre otras empresas y operando de manera más eficiente en el largo plazo.

Vilcapoma (2019) afirma que al analizar los resultados de KPI para Volvo FMX 6x4R e Iveco 380T42, se puede observar que el volumen de transporte promedio es de 124,39 toneladas por hora, lo que da 174,73 \$/h; en cuanto al IVECO 380T42, es de 61 toneladas por hora con una inversión de 167,77 \$/h. El precio de la marca Volvo FMX 6x4R es de 63,39 \$/t y 6,96 \$/t.

Peña (2019) manifiesta que el tiempo de carga y remolque del volquete 8x4 de 25 m³ es mayor que el del volquete 8x4 de 20 m³ (12 minutos de media), lo que se compensa con la mayor capacidad del volquete de 25 m³. La tarifa por hora de una excavadora es de aproximadamente 122,47 \$/h. Por lo tanto, para evitar pérdidas financieras, es importante contar con la cantidad óptima de camiones para cumplir con los requisitos de producción y mantener las excavadoras inactivas y/o detenidas durante el menor tiempo posible.

Bazauri & Tauma (2019) señalan que el rendimiento real obtenido en la implementación es inferior al valor especificado por el fabricante, según las



especificaciones del fabricante, el rendimiento de la excavadora con carga es de 522 m³/h, mientras que el rendimiento observado en el campo es de 288,23 m³/h, la distancia es 2,60 km, el rendimiento de Scania Dumper en modo remolque según las especificaciones del fabricante es de 100 m³/t, mientras que el rendimiento observado en el campo es de 80 m³/h.

Vásquez & Velez (2019) afirman que se midieron tiempos de ciclo para volquetes Volvo FMX 8x4 con capacidades de 20 m³ y 25 m³ de 69,13 min y 57,92 min respectivamente para el trayecto entre el Tajo y la plataforma de lavado. En la segunda ruta entre Tahoe y el vertedero, el tiempo de ciclo fue de 57,35 min para el volquete de 20 m³ y de 40,63 min para el volquete de 25 m³, Un volquete de 25 m³ tarda menos en el proceso de carga desde Tagus a Pad. En comparación con el tiempo de ciclo del volquete de 20 m³, la diferencia es de 11,21 min., mientras que el tiempo de ciclo logrado entre los dos volquetes en la ruta de Tezu al vertedero es de 16,72 min.

Ayay (2018) concluyó que los tiempos de ciclo para el equipo de carga y acarreo fueron determinados por el cargador frontal Cat 950H con un tiempo de ciclo promedio de 2,10 min. la excavadora Cat 320C registró un tiempo de ciclo promedio de 33,10 s y, finalmente, el camión volquete Volvo registró un tiempo de ciclo promedio de 15,83 min. El rendimiento del equipo para el cargador frontal Cat 950H se midió en 67,91 m³/h, el rendimiento de la excavadora Cat 320C se registró en 129,48 m³/h y el volquete final de Volvo alcanzó 47,18 m³/h.

Rondan (2014) determinó que la capacidad máxima del equipo de carga es de 853,97 T/h y la capacidad máxima del equipo de acarreo es de 68,04 T/h. En cuanto a la compatibilidad de los equipos de carga y transporte y la asignación de cantidades óptimas, el costo unitario de los sistemas de carga y transporte en la producción potencial se reduce en un 8,7 % en comparación con la producción real.



Carita (2010) afirma que en un estudio de análisis empírico de la disponibilidad y desempeño de los equipos de transporte en los meses de julio, agosto y septiembre arroja los siguientes resultados, el equipo de transporte conformado por camiones Volvo FM 12 (8x4) con 20 m³ tiene un desempeño de transporte de 50 m³/h.

Blas (2007) señala que el volquete de 20 m³ tiene un ciclo de remolque de 41,1 min, un ciclo de carga de 1,39 min, el volquete de 25 m³ tiene un ciclo de remolque de 41,5 min y un ciclo de carga de 1,74 min. El mejor lugar entre volquetes de 20 m³ y 25 m³ para dos excavadoras 390 es usar 52 volquetes (30 de 25 m³ y 22 de 20 m³), por lo que el rendimiento por hora fue de 2 490 m³/h, el costo de transporte fue de 1,01 y la carga. La capacidad fue de 0,14 y la distancia media de transporte fue de 4,1 km.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Rendimiento de un volquete

El rendimiento teórico (RT) es un rendimiento que la máquina puede alcanzar sin interrupciones y en buenas condiciones técnicas y de trabajo. Los fabricantes de equipos lo ofrecen en catálogos de venta y en una máquina pesada reduce con la distancia. Por otro lado, establece que el rendimiento real (RR) se considera a la capacidad de la maquinaria pesada al desarrollar en unas condiciones reales y normales de trabajo, teniendo en cuenta las paradas por diferentes motivos (lluvias, fallas imprevistas, mantenimiento de equipos, etc., así mismo por el estado técnico del equipo y como la experiencia, habilidad del operador de equipo.) Generalmente este será menor o igual que el rendimiento teórico, es decir: $RR \leq SRN$ (Ayay, 2018).



$$R = (Q \times G \times 60) / C_m \times F$$

Donde:

G = Factor de eficiencia

Q = Capacidad de la tolva

C_m = Tiempo de ciclo de trabajo del volquete

F = Factor de esponjamiento

2.2.2. Parámetros que intervienen en el rendimiento del volquete

Los parámetros más importantes que intervienen en el rendimiento de un volquete tenemos los siguientes:

Factor de esponjamiento

Se refiere a la relación que existe entre volúmenes de un material antes y después de un movimiento de excavación.

Tabla 1

Porcentaje de esponjamiento

Clase de material	% de esponjamiento
Arena o grava limpia	5 % a 15 %
Grava húmeda de 6 a 50 mm	10 % a 12%
Grava seca de 6 a 50 mm	10 % a 12 %
Grava natural	11 %
Suelo artificial	10 % a 25 %
Material suelto	10 % a 35 %
Tierra común	20 % a 45 %
Arcilla	30 % a 60 %
Roca sólida	50 % a 80 %

Fuente: Ayay (2018) y Piqueras (2019)



Capacidad de la tolva

La capacidad de la tolva de un volquete está referido al lugar donde se almacenará temporalmente el material a acarrear o transportar, generalmente su capacidad se mide en m^3 ó yd^3 , en el mercado de la industria se tiene diferentes capacidades según el tamaño del volquete.

Fragmentación del material

El carguío es el primer cliente de la voladura, es el que se las tendrá que arreglar para manipular el material volado y si este material no cumple con las características apropiadas (granulometría, geometría de la ola de escombros, estado del piso, etc.), la operación del carguío se verá severamente afectada (incremento de costos y daños en equipos), así mismo el transporte será afectado al bajar sus rendimientos (ciclo de carguío mayor) y podrá sufrir daños al ser cargado con material de mayor tamaño que lo ideal (Blas, 2007).

Estado de la vía

Tanto el tipo de superficie de rodamiento que determina la resistencia a la rodadura de las unidades de acarreo, como la pendiente influencia el factor de resistencia a la gradiente y el ancho de vía en el caso del transporte hace eficiente y seguro el tráfico de los vehículos, en el caso de las unidades de excavación influencia significativamente tanto en rendimiento como la seguridad operativa (Blas, 2007).

Pendiente

Al diseñar grandes operaciones mineras, un factor importante es el diseño de la rampa. Los planificadores deben comprender la productividad máxima de los camiones en la ruta diseñada. Normalmente, el 50% del tiempo total de viaje en una ruta de camiones se realiza en rampas principales. Se observó que por



cada 1% de aumento en la pendiente de la rampa principal, la reducción en la productividad de los camiones disminuyó en un promedio de 0,5%. Los planificadores deben analizar las opciones de diseño y considerar las consecuencias directas de aumentar o disminuir la pendiente de la rampa (Blas, 2007).

Mantenimiento del equipo

Todas estas son actividades realizadas por personal capacitado y autorizado que es responsable de garantizar la funcionalidad y disponibilidad de los equipos para garantizar la continuidad del negocio y evitar fallas y/o mal funcionamiento de diversos equipos (Blas, 2007).

Factores que afectan positivamente en el rendimiento de un volquete

Blas (2007) señala que son factores que afectan de manera negativamente en el rendimiento como, por ejemplo:

- Sentirse cansado por las horas extras.
- Cambios en el desempeño laboral.
- Complejidad del desempeño laboral.
- Atascamiento por la gran cantidad de unidades.
- Ausencia de los supervisores en el centro de trabajo.
- El material transportado es de mala calidad o tamaño inadecuado para su transporte.
- Factores climáticos inadecuados.
- Deficiencias en el ambiente de trabajo, ausencia de la iluminación.
- Movimiento de personal en exceso.
- Ausencia de material de trabajo, herramientas, equipos, maquinarias y accesorios de repuesto en el momento oportuno.



- Ausencia del personal con capacitación.
- Personal sin motivación.
- Paradas sin programación y control (ida a los servicios, café, etc.)

Factores que afectan negativamente en el rendimiento de un volquete

- Para Peña (2019) algunos de los factores que apoyan a incrementar el rendimiento podemos mencionar los siguientes:
 - Formación de los empleados.
 - Innovaciones en tecnología de operación de equipos.
 - Planeamiento óptimo.
 - Plan de incentivos para empleados.
 - Mantenimiento adecuado de los equipos.
 - Diseñar vías y áreas que hagan más agradable el trabajo.
 - Mejor trituración de rocas voladas.
 - Plan de mantenimiento de equipos.

2.2.3. Transporte de material

El transporte de material consiste en el proceso de traslado de material mineral o desmonte desde el yacimiento hacia un destino como la cancha de mineral o la cancha de desmonte, el transporte del material se realiza utilizando volquetes de diferentes capacidades (Peña, 2019).

2.2.4. Ciclo de trabajo del volquete

Peña (2019) dentro del ciclo de trabajo se considera todas las actividades que realiza el volquete para poder trasladar el material, el cual está interpretado por la siguiente fórmula:

$$Cm = \text{carguío} + \text{transporte con carga} + \text{descarga} + \text{transporte sin carga}$$



- **Proceso de carguío de material**

El carguío de material es una actividad que comprende el proceso de levantar el material del piso hacia un depósito de un equipo móvil, para ser acarreado o trasladado.

- **Viaje de volquete con material cargado**

Es la actividad de acarreo o transporte de material después de haber sido cargado, el acarreo se realiza mediante una vía hasta llegar al punto de descarga de material.

- **Proceso de descarga de material**

La descarga del material consiste en realizar el vaciado respectivo de la tolva de un volquete hacia el piso, desmontera, chancadora o chute.

- **Retorno de volquete vacío**

Es la última actividad del ciclo de trabajo de un volquete, ya que, una vez realizado la descarga respectiva, se inicia con el retorno del volquete hacia el punto de carguío.

2.2.5. Control de tiempo en un volquete

Peña (2019) manifiesta que el control de tiempo se refiere a tomar el tiempo que se emplea en cada actividad que realiza el volquete y lo representa mediante la siguiente fórmula.

$$Cm = Tc + Ttc + Td + Trv$$

Donde:

Cm = Tiempo de ciclo de trabajo del volquete

Tc = tiempo de carguío



T_{tc} = tiempo de traslado cargado

T_d = tiempo de descarga

T_{rv} = tiempo de retorno vacío

- Tiempo de carguío de material

El tiempo dedicado al carguío de material se considera desde que inicia hasta que complete el carguío de material en la tolva del volquete.

- Tiempo de ida del volquete con material cargado

El tiempo que dedica el volquete para el acarreo o transporte de material desde el punto de carguío hasta el punto de descarga.

- Tiempo de descarga de material

Se considera al tiempo que se dedica a estacionarse y descargar el material que fue acarreado o transportado por el volquete.

- Tiempo de retorno del volquete vacío

Se considera el tiempo que emplea el volque en retornar desde el punto de descarga hasta el lugar de carguío.

2.2.6. Equipos de carguío en minería aluvial

Los equipos que se utilizan en minería aluvial son los que se dedican a levantar el material y depositar en un equipo que se dedica al acarreo o traslado de material, entre ellos tenemos los siguientes:

- Cargador frontal
- Excavadora



- Retroexcavadoras

2.2.7. Equipos de acarreo y transporte de material

Consiste en el traslado de material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. Las funciones involucradas en el proceso de transporte son las siguientes: En esta etapa se planifica bien la definición de las rutas de transporte y del destino de los materiales de acuerdo con leyes de clasificación y tonelajes definidas previamente, por otra parte, la selección de los equipos de carguío y transporte se realiza una vez que se ha definido el proyecto minero por explotar, el tipo de minería por desarrollar, ya sea a tajo abierto o subterráneo. Para ello se debe tener en consideración el plan minero, que consiste en una evaluación técnica y económica completa. La selección de equipos se realiza, entonces, en torno a tres grupos básicos de información: las condiciones del entorno, las características del yacimiento y la geometría de la explotación y sus requerimientos específicos. El rol primordial en cuanto a los tamaños y tipos de equipos es la determinación de la productividad, selectividad y seguridad (Codelco, 2001).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Rendimiento de volquete

Es la cantidad de material que puede transportar, acarrear en un determinado tiempo.

2.3.2. Acarreo de material

Es el proceso de trasladar el material a distancias cortas, una vez que haya sido cargado el material ya sea mineral o desmonte.



2.3.3. Carguío de material

Es la etapa antes del acarreo, proceso de levantar el material del piso y depositar en un equipo para el acarreo respectivo o transporte de material ya sea mineral o desmante.

2.3.4. Control de tiempo

Es el proceso de tomar el tiempo de diferentes tareas en una actividad de un equipo minero, considerando tiempos productivo e improductivos.

2.3.5. Volquete FMX

Es un equipo mecánico pesado sobre neumáticos que se dedica a acarrear y transportar material ya sea mineral y desmante.

2.3.6. Granulometría de material

Es el tamaño en promedio de diámetro del material que se carga, acarrea y traslada en un equipo minero.

2.3.7. Minería aluvial

Es un yacimiento aluvial que se encuentra en explotación del recurso mineral mediante el método de explotación a tajo abierto.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La investigación se desarrolló en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda., ubicado en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina y departamento de Puno, encontrándose aproximadamente a una altitud de 4500 m.s.n.m.

En las siguientes coordenadas UTM:

Vértices	Norte	Este
1	8 377 497,97	450 757,90
2	8 376 304,80	450 649,51
3	8 376 360,30	450 039,59
4	8 377 554,11	450 147,16

3.1.1 Accesibilidad

El acceso al proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda. desde la ciudad de Puno al proyecto minero como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Acceso al proyecto minero AFC 20

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h)
Puno – Juliaca	45	0,75
Juliaca – Putina	105	2
Putina – Ananea	75	2
Ananea – Proyecto minero	3	0,5
Total	228	5,25



3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación fue ejecutada durante el último trimestre del año 2022, en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

Para la investigación el material que se utilizó fueron los datos que se obtuvieron del proyecto minero AFC 20 que pertenece a la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

La población de estudio fue considerado a todos los volquetes FMX de 12 m³ que se dedican al acarreo de material, sumando un total de 4 volquetes FMX de 12 m³. Así mismo Hernandez et al., (2014) manifiestan que es un conjunto de elementos que comparten similares características.

3.4.2. Muestra

La muestra fue 01 volquete FMX de 12 m³, con la finalidad de hacer los seguimientos respectivos, previa autorización de parte del gerente de la empresa. Por otra parte, Hernandez *et al.*, (2014) señala que es un sub conjunto de la población de estudio siempre en cuando deben ser similares. Sin embargo, el tipo de muestreo fue de tipo no probabilístico según a las conveniencias del investigador.

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO

3.5.1. Enfoque de investigación

La investigación presenta un enfoque cuantitativo ya que los datos que se recogieron, procesaron y se analizaron fueron cuantificables, esto quiere decir que son numéricos los reportes de los tiempos, volúmenes y distancias.



3.5.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo pre - experimental ya que se analizó y observo en un antes y después, en un solo volquete.

GE O1-----X-----O2

3.6. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos propuestos se siguió los siguientes pasos:

- Se analizaron los reportes de acarreo del mes de octubre del año 2022 de los volquetes de 12 m³.
- Se determinó el rendimiento del volquete FMX de 12 m³ que corresponden al mes de octubre del año 2022.
- Se identificaron los parámetros que afectan directamente al rendimiento del volquete.
- Se mejoró el rendimiento del volquete FMX interviniendo o manipulando los parámetros que intervienen en el rendimiento del volquete FMX de 12 m³.
- Se comparó los resultados de los rendimientos de acarreo por volquete FMX de 12 m³ correspondiente al último trimestre del año 2022.
- Se aplicó el estadístico del t de student con el apoyo del software estadístico SPSS versión 25, para así validar los resultados obtenidos comparando el promedio de rendimiento del primer semestre respecto al segundo semestre del año 2022, específicamente rendimiento de acarreo del volquete de 12 m³.

3.7 VARIABLES

3.7.1. Variable independiente

Reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20

3.7.2. Variable dependiente

Rendimiento del volquete de 12 m³ en el proyecto minero AFC 20

La operacionalización de las variables podemos observar en la tabla 3.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
<p>Variable independiente: Reducción del ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20.</p>	<p>Tiempo que aplica el volquete para ser cargado y trasladar un material hacia un lugar asignado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de carguío • Tiempo de descarga • Tiempo de ida con carga • Tiempo de vuelta vacío 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medido en min.
<p>Variable dependiente: Rendimiento del volquete de 12 m³ en el proyecto minero AFC.</p>	<p>Volumen de material que traslada el volquete en una hora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen trasladado en una hora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen medido en m³/h



3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se almacenaron en una base de datos en Excel y fueron procesados con el apoyo del software estadístico SPP V25.

3.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la validez del resultado se tuvo que realizar la prueba de la hipótesis aplicando el estadístico t de student, ya que permitió encontrar la diferencia entre las medias de los dos semestres respecto al acarreo de material que realizaron los volquetes FMX en al periodo del 2022.

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: La reducción del ciclo de carguío y acarreo no permite incrementar el rendimiento del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

H_i: La reducción del ciclo de carguío y acarreo permite incrementar el rendimiento del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

Nivel de la significancia

Error a considerar igual a 0,05 del nivel de significación

Nivel de confianza: 95%

Criterio de decisión

Si $(p\text{-value}) < \text{Alpha}$ entonces se rechaza la H₀

Si $(p\text{-value}) > \text{Alpha}$ entonces se acepta la H₀

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Incremento del rendimiento de los volquetes FMX

Para lograr este objetivo fue necesario desarrollar el análisis del ciclo de trabajo y rendimiento del volquete antes de incrementar dicho rendimiento en el acarreo del material, reducir el ciclo de trabajo del volquete con la finalidad de incrementar el rendimiento del volquete, luego se realiza la comparación respectiva de los rendimientos del volquete FMX por cada viaje, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Comparación de rendimiento del volquete FMX

50 viajes	Antes (m ³ /h)	Después (m ³ /h)
Promedio	36,63	43,45

La tabla 4 muestra el promedio de la base de datos como se puede observar en el anexo 11, la comparación del rendimiento del volquete FMX de 12 m³, donde se evidencia que una vez que se redujo el ciclo de carguío y acarreo del volquete tuvo efecto positivo en el incremento del rendimiento del volquete, anteriormente se tuvo en promedio un rendimiento de 36,63 m³ y posteriormente se mejoró el rendimiento a 43,45 m³, con una diferencia de 6,82 m³. Así mismo podemos observar una comparación de rendimientos antes y después en la figura 1.

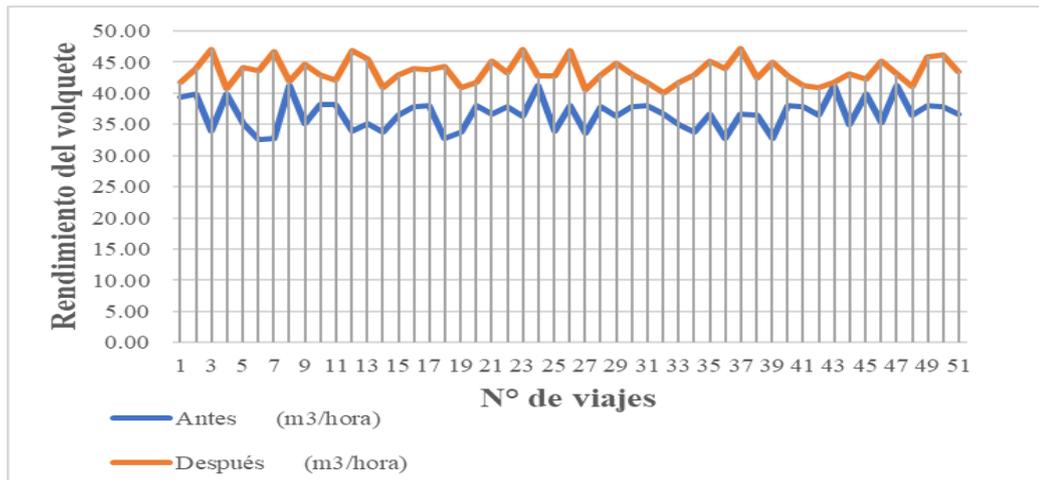


Figura 1: Rendimiento del volquete antes y después

La figura 1 evidencia de forma gráfica la diferencia que existe en el rendimiento de antes y después de aplicar el tratamiento respectivo en la manipulación de la variable independiente.

La parte de estadística descriptiva de rendimientos del volquete FMX, podemos observar a detalle en la tabla 5.

Tabla 5

Estadísticos de la comparación de rendimientos de acarreo volquete FMX

Items	Rendimiento Antes	Rendimiento Después
Válido	50	50
Perdidos	0	0
Media	36,6258	43,4500
Error estándar de la media	0,34948	0,27737
Mediana	36,5850	43,0650
Moda	32,69 ^a	41,73 ^a
Desv. Desviación	2,47119	1,96127
Varianza	6,107	3,847
Rango	8,78	7,04
Mínimo	32,51	40,12
Máximo	41,29	47,16

La tabla 5 evidencia el reporte de la estadística descriptiva, donde se trabajó con 50 viajes de acarreo antes y después de mejorar el rendimiento, el

promedio del rendimiento de acarreo antes fue $36,63 \text{ m}^3/\text{h}$ y después se llegó a $43,45 \text{ m}^3/\text{h}$.

Así mismo se puede visualizar la gráfica de la distribución de frecuencia de los rendimientos en la figura 2 y figura 3.

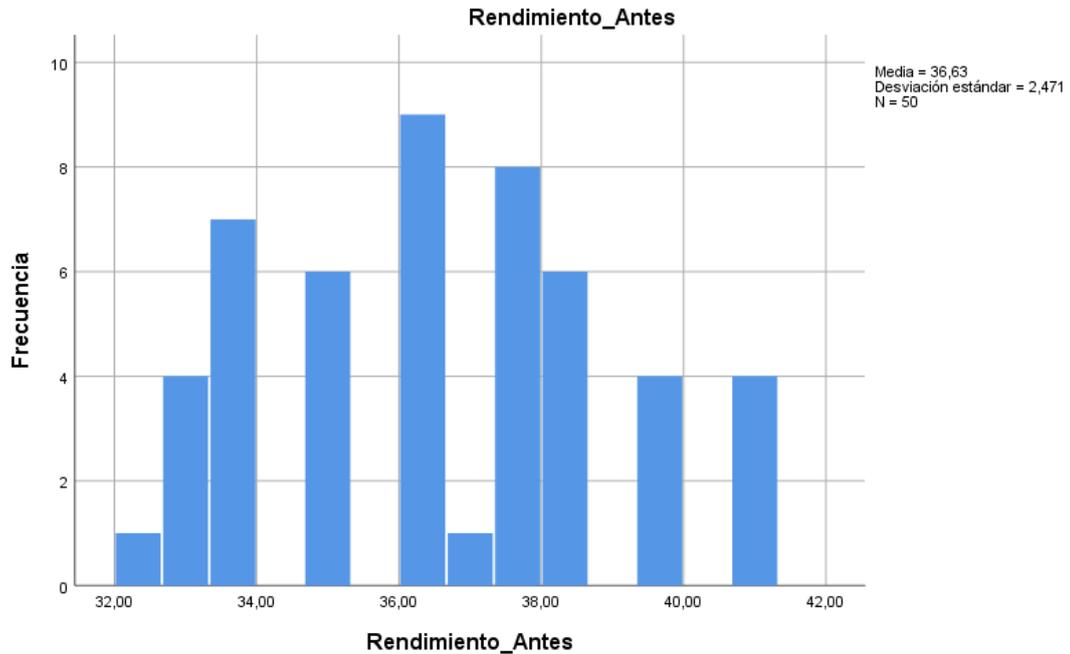


Figura 2: La gráfica normal del rendimiento – antes

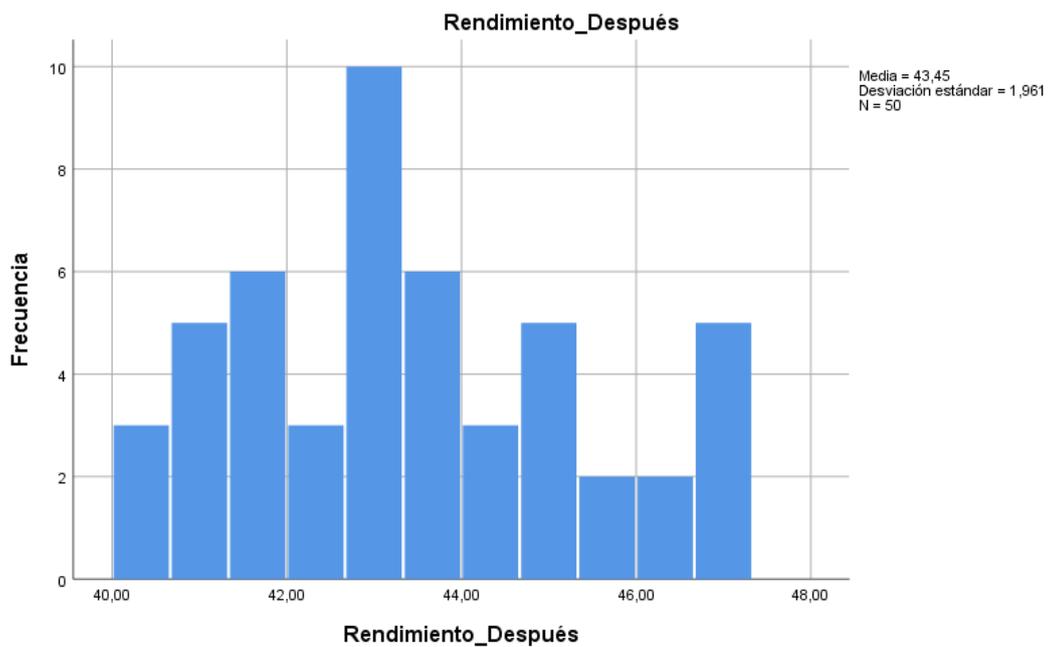


Figura 3: La gráfica normal del rendimiento – después

4.1.2. Rendimiento del volquete FMX antes de incrementar el rendimiento

Para este objetivo se realizó un análisis de 50 viajes durante 10 días, 5 viajes/día, donde se hizo seguimiento a un volquete FMX para poder encontrar el tiempo de ciclo de trabajo, el resumen podemos visualizar en la tabla 6.

Tabla 6

Promedio del ciclo de trabajo del volquete FMX - diagnóstico

50 viajes	Carguío (s)	Ida con carga (s)	Descarga (s)	Retorno vacío (s)	Total del ciclo (s)	Total del ciclo (min.)
Promedio	121,52	783,60	7,90	597,60	1510,62	25,18

La tabla 6 evidencia el reporte del ciclo de trabajo que realiza el volquete en 50 viajes ver anexo 8, donde se encontró en promedio 25,18 min/viaje, mayor tiempo se utiliza en el viaje cuando el volquete se encuentra cargado 783,60 segundos en promedio, seguido del retorno volquete vacío con 597,60 segundos en promedio, así mismo el ciclo de carguío y acarreo podemos observar en figura 4.

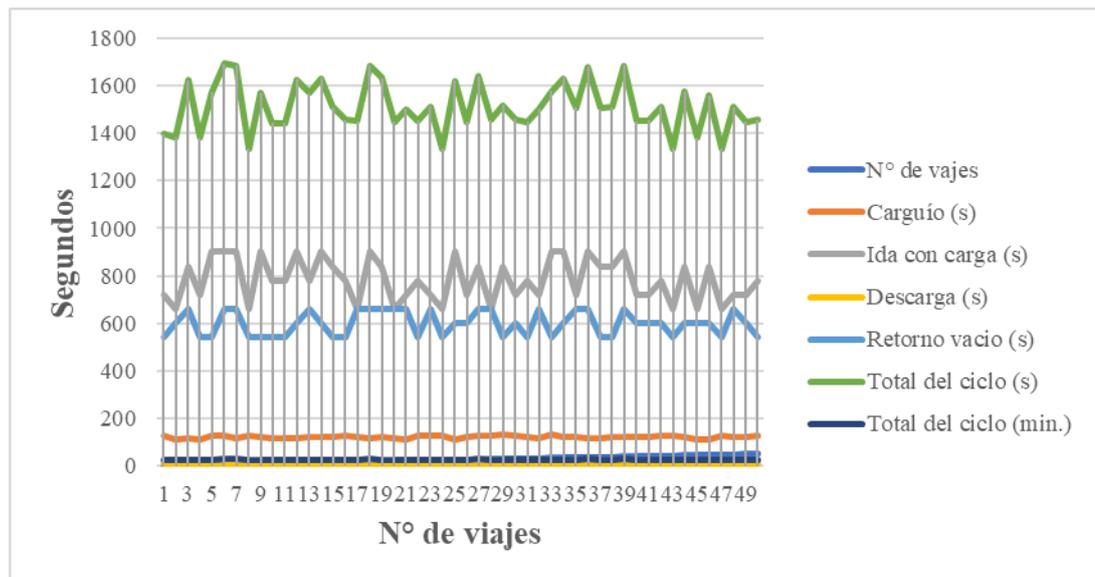


Figura 4: Análisis del tiempo en el ciclo de trabajo

La figura 4 muestra la cantidad de tiempo que utiliza cada tarea durante el proceso de carguío y acarreo de material por el volquete FMX de 12 m³.

Posterior mente se aplicó la fórmula para el cálculo del rendimiento del volquete FMX.

$$R = \frac{(Q * G * 60)}{Cm * F}$$

Donde:

$$Q = 12 \text{ m}^3$$

$$G = 85\%$$

$$F = 1,5$$

Aplicando la formula se tiene los siguientes resultados de rendimiento para cada viaje que realizó el volquete FMX de 12 m³, como se evidencia en el anexo 9 los cálculos de rendimiento para los 50 viajes de acarreo.

Tabla 7

Promedio del rendimiento de viaje del volquete FMX

50 viajes	Total del ciclo (min.)	Capacidad de tolva (Q)	Factor de eficiencia (G)	Factor de esponjamiento (F)	R (m ³ /h)
Promedio	25,18	12,00	0,85	1,50	36,63

La tabla 7 muestra el resultado del promedio de rendimiento de 50 viajes del volquete FMX de 12 m³ ver anexo 9, donde se evidencia en promedio el rendimiento por viaje es 36,63 m³/h antes de manipular los parámetros de la variable independiente.

El rendimiento del volque FMX de 12 m³ sin manipular la variable independiente de los 50 viaje es diferente ya que depende del tipo de material

aveces existe humedad y presencia de agua en el proceso de carguío lo cuál podemos observar en la figura 5.

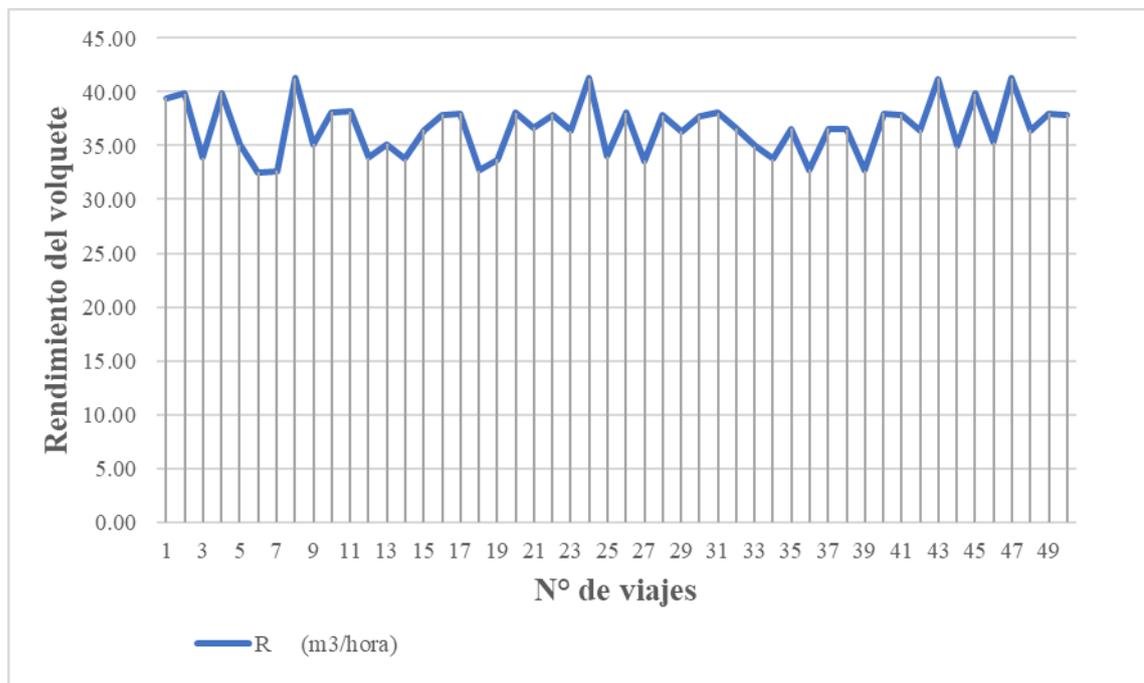


Figura 5: Rendimiento del volquete por viaje

La figura 5 evidencia el reporte del rendimiento por viaje del volquete FMX, donde se puede observar que los rendimientos cada viaje es diferente ya que se presentan diferentes factores que afectan en el carguío y acarreo de material.

4.1.3. Reducción del ciclo de carguío y acarreo en volquete FMX

Para lograr este objetivo se aplicó la técnica de la observación en el proceso de carguío, recorrido de la ruta de acarreo y proceso de descarga, realizando el acompañamiento directo al operador de volquete FMX encontrando diferentes factores que afectan directamente en el rendimiento del volquete en todo el ciclo de carguío y acarreo de material, para lo cual se elaboró un plan de acción con la finalidad de mejorar el rendimiento del volquete FMX de 12 m^3 . Así mismo se tuvo que informar a la gerencia sobre los problemas

detectados en la actividad, así mismo las acciones de mejora que se implementaron se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8

Acciones de mejora para el carguío y acarreo

N°	Problema	Accione de mejora	Responsable	Cumplimiento
1	Excesos movimientos para el carguío	Capacitación al operador del cargador frontal y excavadora	Residente de obra	100%
2	Mal estado de la vía	Mantenimiento de vía	Residente de obra	100%
3	Actos subestándares (uso de celular)	Capacitación en manejo defensivo	Seguridad	100%
4	Uso de neumáticos deteriorados	Cambio de neumáticos	Mantenimiento	100%

La tabla 8 muestra el plan de mejora que se elaboró y se desarrolló con la finalidad de poder mejorar el rendimiento del volquete.

El promedio de la reducción del ciclo de trabajo que consta carguío y acarreo del volquete FMX se puede visualizar en la tabla 9.

Tabla 9

Promedio de reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX

50 viajes	Carguío (s)	Ida con carga (s)	Descarga (s)	Retorno vacío (s)	Total del ciclo (s)	Total del ciclo (min.)
Promedio	111,64	655,70	7,42	495,42	1270,18	21,17

La tabla 9 muestra el promedio de la reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX, como se muestra la base de datos en el anexo 10, los cambios que generó el plan de mejora en poder reducir el tiempo de ciclo de trabajo del volquete FMX, la reducción se dio en los tiempos desde el carguío 111,64 segundos en promedio, viaje cargado de material con 665,70 segundos, descarga del material 7,42 segundos y el retorno del volquete vacío con 495,42

segundos sumando un total de 1270,18 segundos que viene a ser 21,17 minutos por viaje en promedio.

Por otra parte, se muestra los tiempos de carguío y acarreo del volquete FMX, después de haber implementado las acciones de mejora, dichos tiempos se observan en la figura 6.

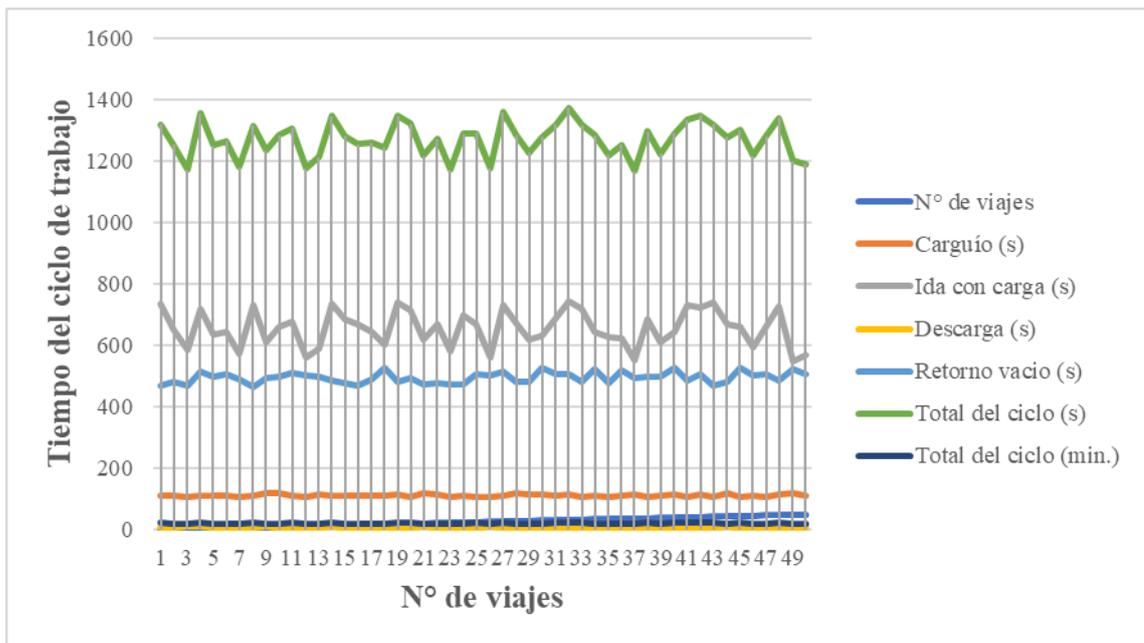


Figura 6: Análisis del ciclo de trabajo del volquete FMX

La figura 6 muestra los resultados del ciclo de trabajo del volquete FMX en el cual continúa el mayor tiempo que se aplica es en el viaje con carga de material.

Una vez que se implementó las acciones de mejora y haber reducido el tiempo de carguío y acarreo del volquete FMX, se procedió al cálculo del rendimiento y el promedio de los 50 viajes podemos visualizar en la tabla 10.

Tabla 10

Promedio de incremento del rendimiento del volquete FMX

50 viajes	Total del ciclo (min.)	Capacidad de tolva (Q)	Factor de eficiencia (G)	Factor de esponjamiento (F)	Rendimiento (m ³ /h)
Promedio	21,17	12,00	0,85	1,50	43,45

La tabla 10 muestra el resultado promedio de incremento del rendimiento del volquete para los 50 viajes realizados por el volquete FMX durante el acarreo de material, como se muestra en el anexo 11, llegando a un rendimiento promedio a 43,45 m³/h, por otra parte, la forma gráfica del rendimiento del volquete FMX de los 50 viajes podemos observar en la figura 7.

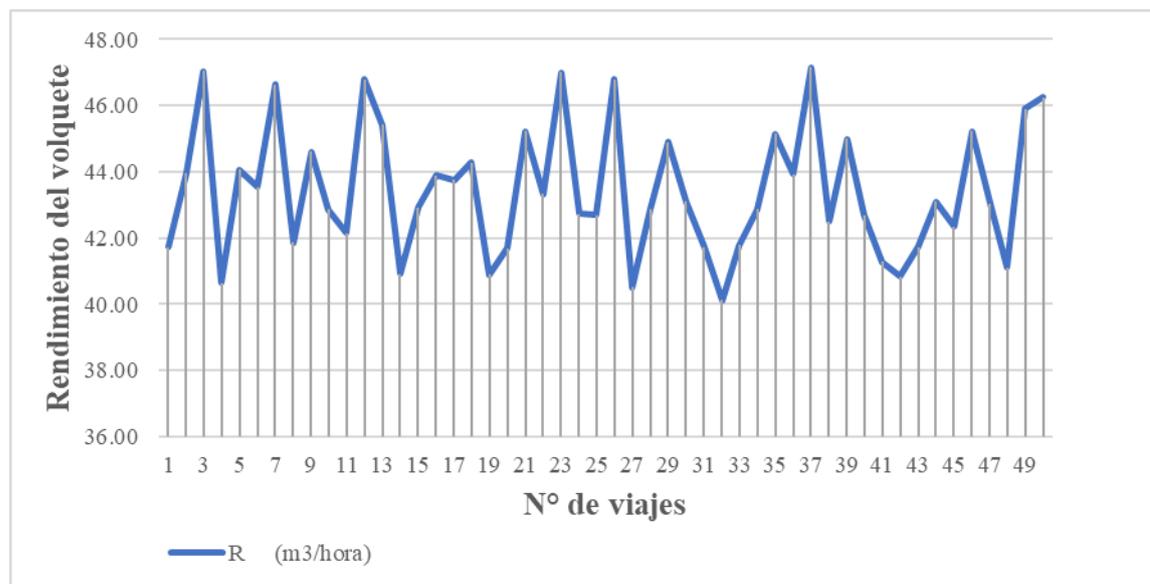


Figura 7: Rendimiento del volquete FMX después de reducir el ciclo de trabajo

La figura 7 muestra el reporte del incremento en el rendimiento del acarreo de material realizado por el volquete FMX de 12 m³.

4.1.4. Prueba de hipótesis

Para poder validar los resultados se tuvo que recurrir a la prueba de hipótesis, donde se aplicó el estadístico de la prueba t de student con el apoyo del software estadístico SPSS V-25.

Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: La reducción del ciclo de carguío y acarreo no permite incrementar el rendimiento del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

H_i: La reducción del ciclo de carguío y acarreo permite incrementar el rendimiento del volquete FMX en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda.

Nivel de la significancia

Error a considerar igual a 0,05 nivel de significación

Nivel de confianza: 95%

Criterio de decisión

Si (p-value) < que alpha entonces se rechaza la H₀ y se acepta la H_i

Si (p-value) > que alpha entonces se acepta la H₀ y se rechaza la H_i

Tabla 11

Estadística descriptiva de rendimiento del volquete FMX

Rendimiento	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Antes	36,6258	50	2,47119	0,34948
Después	43,4500	50	1,96127	0,27737

La tabla 11 muestra la estadística descriptiva respecto a la comparación de los rendimientos el antes y después de haber manipulado la variable

independiente, donde se trabajó con 50 viajes de reportes de acarreo. Posterior a esto se realizó la prueba de hipótesis como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Prueba t de student para el incremento del rendimiento del volquete FMX

Rendimiento	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior			
Antes - Después	3,50936	0,49630	-7,82155	-5,82685	-13,750	49	0,000

La tabla 12 evidencia los resultados de la prueba t de student que se aplicó con el apoyo del software estadístico SPSS V-25, donde el p-value es igual a 0,000 siendo menor que el valor de Alpha, esto quiere decir de que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la reducción del ciclo de carguío y acarreo permite incrementar el rendimiento del volquete de 12 m³ en el proyecto minero AFC 20 de la Central de Cooperativas Mineras de San Antonio de Poto Ltda., validado estadísticamente donde se evidencia una diferencia significativa en el incremento del rendimiento del volquete FMX de 12 m³.

4.2. DISCUSIÓN

La reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX de 12 m³ de 25,18 min a 21,17 min, tuvo un efecto positivo en el incremento del rendimiento del volquete FMX de 12 m³ durante el acarreo de material, de 36,63 m³/h a 43,45 m³/h en promedio, con una diferencia de 6,82 m³ en un seguimiento de 50 viajes. Así mismo Ayay (2018) señala que los tiempos de ciclo para el equipo de carguío y acarreo fueron determinados en el cargador frontal Cat 950H con un tiempo de ciclo promedio de 2,10 min. la excavadora Cat 320C registró un tiempo de ciclo promedio de 33,10 s y, finalmente, el volquete Volvo registró un tiempo de ciclo promedio de 15,83 min. y el volquete Volvo alcanzó un rendimiento de 47,18 m³/h. Por otra parte, Carita (2010) afirma un



incremento en el rendimiento de volquetes volvo FM 12 llegando hasta 50 m³/h, después de un análisis empírico de disponibilidad en tres meses.

Se analizó el tiempo en el ciclo de trabajo del volquete FMX de 12 m³, tiempo de carguío en promedio, traslado con carga en promedio igual a 783,60 s, descarga de material en promedio y retorno con volquete FMX vacío en promedio igual a 597,60 s, el ciclo de trabajo en promedio fue de 25,18 min/viaje, así mismo su rendimiento promedio de los 50 viajes es igual a 36,63 m³/h. Resultado similar que Vásquez & Velez (2019) donde analizó los tiempos de ciclo para volquetes Volvo FMX 8x4 con capacidades de 20 m³ y 25 m³ encontrando el tiempo de 69,13 min. y 57,92 min respectivamente para el trayecto entre el tajo y la plataforma de lavado. En la segunda ruta entre Tahoe y el vertedero, el tiempo de ciclo fue de 57,35 min. para el volquete de 20 m³ y de 40,63 minutos para el volquete de 25 m³. Sin embargo Bazauri & Tauma (2019) manifiesta que existe una diferencia entre el rendimiento teórico 522 m³/h y práctico 288,23 m³/h ya sea para la excavadora y en volquete Scania el rendimiento calculado fue de 80 m³/h..

Se redujo el tiempo del ciclo de trabajo implementando un plan de mejora como capacitación a los operadores de volquetes FMX y cargador, mantenimiento de vía y cambio de neumáticos en el cual se redujo de 25,18 min a 21,17min. del mismo modo Blas (2007) manifiesta que el volquete de 20 m³ tiene un ciclo de remolque de 41,1 min, un ciclo de carga de 1,39 min, el volquete de 25 m³ tiene un ciclo de remolque de 41,5 min y un ciclo de carga de 1,74 min. La distancia media de transporte fue de 4,1 km. De forma similar León (2021) manifiesta que el volquete de 33 m³ tiene un rendimiento mínimo de 31.18 m³/h y el rendimiento máximo es 40.92 m³/h esto quiere decir que es posible optimizar las operaciones de acarreo de mineral en minería.



V. CONCLUSIONES

Se logró incrementar el rendimiento del volquete FMX de 12 m³ mediante la reducción del tiempo en el ciclo de trabajo, inicialmente tuvo un rendimiento de 36,63 m³/h y fue incrementado a 43,45 m³/h, dicho incremento viene a ser el 18,62 %, la manipulación de las variables fue a consecuencia de que se implementó un plan de mejora en los factores negativos para el rendimiento de un volquete.

Se determinó el rendimiento del volquete FMX de 12 m³ antes de reducir el ciclo de carguío y acarreo en el proyecto minero AFC 20, teniendo un rendimiento de 36,63 m³/h como diagnóstico o línea base, encontrando diferentes problemas como movimientos excesivos, mal estado de la vía, actos subestándares y neumáticos en mal estado.

Se logró reducir el ciclo de carguío y acarreo del volquete FMX de 12m³ en el proyecto AFC 20, la reducción fue de 25,18 min a 21,17 min. Llegando a un rendimiento de 43,45 m³/h, esto quiere decir que la capacitación a los operadores de equipo pesado, el mantenimiento de vía, capacitación en manejo defensivo y el cambio de neumáticos tuvo un efecto positivo en la reducción del ciclo de carguío y acarreo de material.



VI. RECOMENDACIONES

Comparar los rendimientos de carguío del cargador frontal y de la excavadora ya sea según las recomendaciones del fabricante respecto al rendimiento práctico.

Comparar el rendimiento teórico respecto al rendimiento práctico de los volquetes FMX de 12m^3 .

Calcular los rendimientos de los volquetes FMX en diferentes temporadas ya que el clima es un factor que afecta al rendimiento de carguío y acarreo.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayay, R. (2018). *Análisis de rendimiento en equipos de carguío y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca, 2021* [Universidad Privada del Norte]. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/abr/perdomo.pdf>
- Bazauri, E. S., & Tauma, L. A. (2019). *Comparación del rendimiento en campo y las especificaciones del fabricante de la maquinaria pesada en una Mina de Cajamarca, 2019* [Universidad Privada del Norte]. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21535/Bazauri Briones Edinson Salvador - Tauma Bobadilla Luis lexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21535/Bazauri_Briones_Edinson_Salvador_-_Tauma_Bobadilla_Luis_lexander.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- Blas, J. M. (2007a). *Determinación del número óptimo de volquetes de 25m³ para excavadoras 390FL del Tajo Diana - Mina Summa Gold* (Vol. 4, Issue None) [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16876>
- Carita, W. L. (2010). *Análisis de la disponibilidad y rendimiento de los equipos de carguío y transporte en la empresa contratista smcgsa, mina colquijirca de smbsa* (Issue 3) [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/567>
- CODELCO - Corporación Nacional de Cobre de Chile (2001), Chile, <https://www.codelcoeduca.cl/index2.html>.
- León, E. F. (2021). *Propuesta de implementación del proyecto: transición de “Dumper a volquete” en una mina subterránea con análisis de costo y simulación de riesgo* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/22578>



- Peña, D. A. (2019a). *Análisis para la selección y remplazo de volquetes de 25m³ de capacidad para la optimización del acarreo y transporte en la operación minera - Mina Los Andes Perú Gold - Huamachuco* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12149>
- Rondan, E. (2014). Producción real Vs. producción potencial de equipos de carguío y acarreo y aplicación del match factor para determinar el número óptimo de volquetes Mina Arasi [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. In *Universidad San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3924>
- Vásquez, E. N., & Velez, J. A. (2019). *Evaluación de selección y reemplazo con volquetes de 25m³ de capacidad para la optimización de costos en el proceso de carguío y acarreo de una empresa minera en Cajamarca -2019* [Universidad Privada del Norte]. <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/abr/perdomo.pdf>
- Vilcapoma, H. (2019). *Evaluación de rendimiento de volquetes marca IVECO versus marca VOLVO para la renovación de equipos de acarreo de mineral* [Universidad Cotinental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6085>



ANEXOS

Anexo 1. Evidencia de carguío y acarreo de material en el proyecto minero AFC 20



Anexo 2. Proceso de descarga de material en el chute en el proyecto minero AFC 20



Anexo 3. Estado de vía después del mantenimiento en el proyecto minero AFC 20





Anexo 4. Formato de reporte de producción

UNIDAD OPERATIVA AFC - 20
CONTROL DE PRODUCCIÓN

FECHA: 12/06/21
TURNO: Diurno
FOLIO: 1
CHUTE: Central 2

EQUIPO DE CARGUÍO: _____ COOP: AFC 20

CONTROLADORES:

NOMBRES Y APELLIDOS	HORA: (Desde - hasta)
1 Marco Lopez Lopez	15:00 a 16:30
2	16:30 a 18:00
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A

No 001631

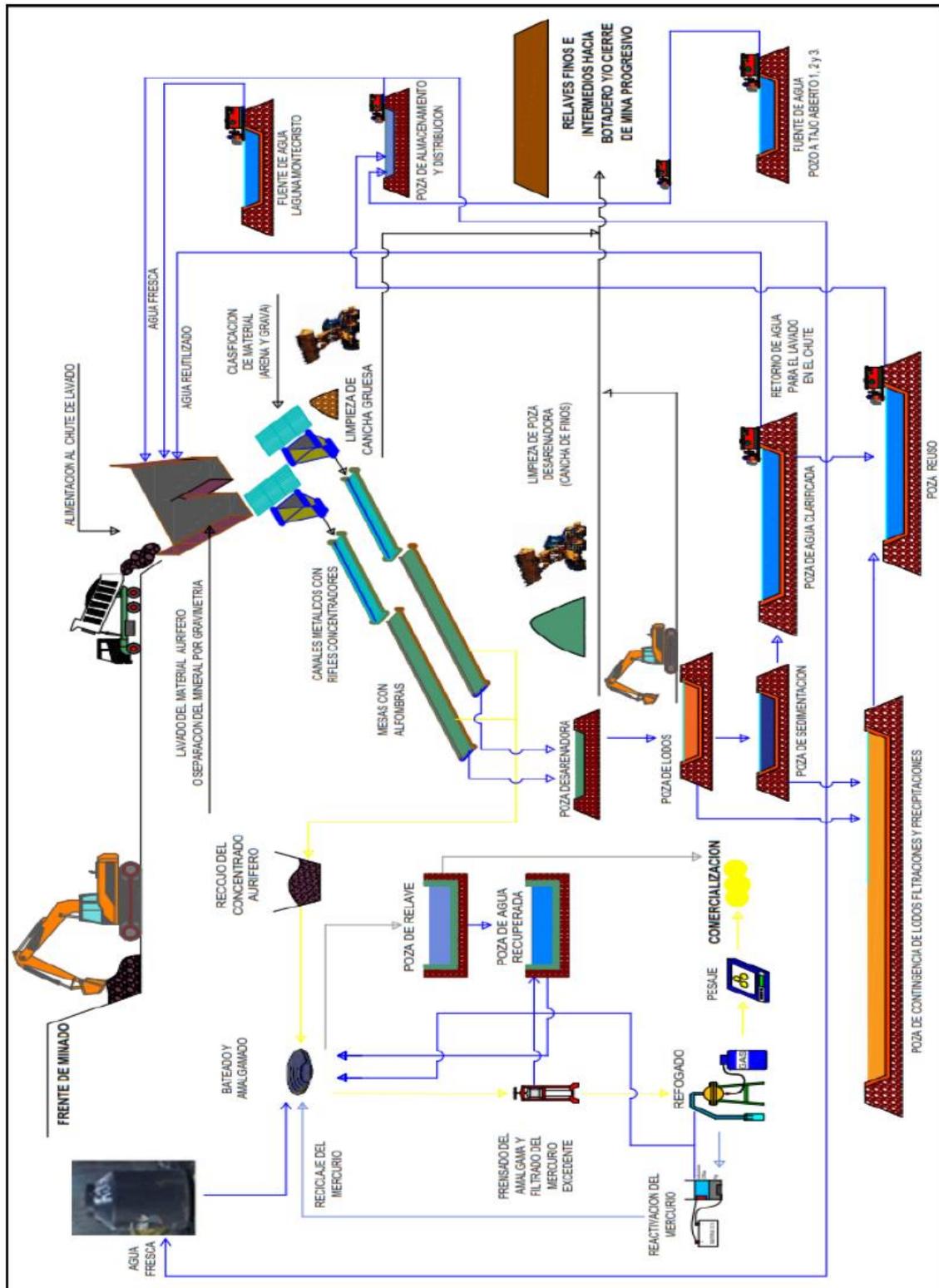
ITEM	VOLQUETE (PLACA)	HORA		CONTEO (//)	
		LLEGADA	CICLO	PRODUCCIÓN	RELAVADO
1	V2V-726	10:10			
2	V2V-726	10:16			
3	V2V-726	10:25			
4	V2V-726	10:32			
5	V2V-726	10:40			
6	V2V-726	10:50			
7	V2V-726	11:00			
8	V2V-726	11:11			
9	V2V-726	11:19			
10	V2V-726	11:27			
11	V2V-726	11:37			
12	V2V-726	11:45			
13	V2V-726	11:53			
14	AGT-864	12:37		/	/
15	V2P-719	12:44		/	/
16	AGT-864	12:55		/	/
17	V2P-719	13:04		/	/
18	AGT-864	13:17		/	/
19	V2P-719	13:24		/	/
20	AGT-864	13:33		/	/
21	V2P-719	13:42		/	/
22	AGT-864	13:54		/	/
23	V2P-719	14:02		/	/
24	AGT-864	14:11		/	/
25	V2P-719	14:20		/	/
26	AGT-864	14:30		/	/
27	V2P-719	14:39		/	/
28	AGT-864	14:49		/	/
29	V2P-719	15:01		/	/
30	AGT-864	15:12		/	/
31	V2P-719	15:20		/	/
32	AGT-864	15:28		/	/
33	V2P-719	15:38		/	/
34	AGT-864	15:45		/	/
35	V2P-719	15:58		/	/
36	AGT-864	16:08		/	/
37	V2P-719	16:18		/	/
38	AGT-864	16:29		/	/
39	V2P-719	16:40		/	/
40	AGT-864	16:49		/	/

NOTA: El presente es un documento importante y la datos obtenidos serán discutidos luego de finalizar el control de producción.

Anexo 5. Ciclo de operación en el proyecto minero AFC



Anexo 6. Diagrama de flujo en el proyecto minero AFC 20





Anexo 7. Comparación de rendimiento de volquete

N° de viajes	Antes	Después
	(m ³ /h)	(m ³ /h)
1	39,40	41,73
2	39,83	43,96
3	33,92	47,04
4	39,91	40,65
5	35,06	44,06
6	32,51	43,54
7	32,67	46,64
8	41,29	41,85
9	35,13	44,60
10	38,14	42,86
11	38,20	42,14
12	33,87	46,80
13	35,13	45,41
14	33,77	40,92
15	36,45	42,93
16	37,86	43,89
17	37,99	43,75
18	32,69	44,28
19	33,73	40,89
20	38,06	41,70
21	36,70	45,22
22	37,88	43,34
23	36,38	47,00
24	41,29	42,73
25	34,00	42,70
26	38,04	46,80
27	33,63	40,50
28	37,83	42,86
29	36,31	44,89
30	37,78	43,10
31	38,04	41,73
32	36,65	40,12
33	34,95	41,79
34	33,75	42,86
35	36,57	45,15
36	32,77	43,92
37	36,60	47,16
38	36,50	42,50
39	32,69	45,00
40	37,99	42,70
41	37,88	41,29
42	36,43	40,83



43	41,23	41,73
44	34,99	43,10
45	39,86	42,34
46	35,33	45,22
47	41,26	43,03
48	36,48	41,10
49	38,01	45,90
50	37,86	46,25
Promedio	36,63	43,45



Anexo 8. Ciclo de trabajo del volquete – diagnóstico

N° de vajes	Carguío (s)	Ida con carga (s)	Descarga (s)	Retorno vacío (s)	Total del ciclo (s)	Total del ciclo (min.)
1	128	720	10	540	1398	23,30
2	113	660	10	600	1383	23,05
3	116	840	8	660	1624	27,07
4	110	720	10	540	1380	23,00
5	126	900	5	540	1571	26,18
6	129	900	5	660	1694	28,23
7	117	900	9	660	1686	28,10
8	128	660	6	540	1334	22,23
9	119	900	9	540	1568	26,13
10	117	780	7	540	1444	24,07
11	114	780	8	540	1442	24,03
12	118	900	8	600	1626	27,10
13	121	780	7	660	1568	26,13
14	123	900	8	600	1631	27,18
15	124	840	7	540	1511	25,18
16	125	780	10	540	1455	24,25
17	120	660	10	660	1450	24,17
18	118	900	7	660	1685	28,08
19	124	840	9	660	1633	27,22
20	118	660	9	660	1447	24,12
21	111	720	10	660	1501	25,02
22	127	780	7	540	1454	24,23
23	127	720	7	660	1514	25,23
24	128	660	6	540	1334	22,23
25	112	900	8	600	1620	27,00
26	122	720	6	600	1448	24,13
27	129	840	9	660	1638	27,30
28	126	660	10	660	1456	24,27
29	130	840	7	540	1517	25,28
30	129	720	9	600	1458	24,30
31	119	780	9	540	1448	24,13
32	118	720	5	660	1503	25,05
33	130	900	6	540	1576	26,27
34	122	900	10	600	1632	27,20
35	119	720	7	660	1506	25,10
36	116	900	5	660	1681	28,02
37	118	840	7	540	1505	25,08
38	120	840	9	540	1509	25,15
39	119	900	6	660	1685	28,08
40	120	720	10	600	1450	24,17
41	124	720	10	600	1454	24,23
42	125	780	7	600	1512	25,20



43	126	660	10	540	1336	22,27
44	124	840	10	600	1574	26,23
45	112	660	10	600	1382	23,03
46	112	840	7	600	1559	25,98
47	128	660	7	540	1335	22,25
48	123	720	7	660	1510	25,17
49	124	720	5	600	1449	24,15
50	128	780	7	540	1455	24,25
Promedio	121,52	783,60	7,90	597,60	1510,62	25,18



Anexo 9. Rendimiento del volquete por viaje – diagnóstico

N° de viajes	Total del ciclo (min.)	Capacidad de tolva (Q)	Factor de eficiencia (G)	Factor de esponjamiento (F)	R (m ³ /h)
1	23,30	12	0,85	1,5	39,40
2	23,05	12	0,85	1,5	39,83
3	27,07	12	0,85	1,5	33,92
4	23,00	12	0,85	1,5	39,91
5	26,18	12	0,85	1,5	35,06
6	28,23	12	0,85	1,5	32,51
7	28,10	12	0,85	1,5	32,67
8	22,23	12	0,85	1,5	41,29
9	26,13	12	0,85	1,5	35,13
10	24,07	12	0,85	1,5	38,14
11	24,03	12	0,85	1,5	38,20
12	27,10	12	0,85	1,5	33,87
13	26,13	12	0,85	1,5	35,13
14	27,18	12	0,85	1,5	33,77
15	25,18	12	0,85	1,5	36,45
16	24,25	12	0,85	1,5	37,86
17	24,17	12	0,85	1,5	37,99
18	28,08	12	0,85	1,5	32,69
19	27,22	12	0,85	1,5	33,73
20	24,12	12	0,85	1,5	38,06
21	25,02	12	0,85	1,5	36,70
22	24,23	12	0,85	1,5	37,88
23	25,23	12	0,85	1,5	36,38
24	22,23	12	0,85	1,5	41,29
25	27,00	12	0,85	1,5	34,00
26	24,13	12	0,85	1,5	38,04
27	27,30	12	0,85	1,5	33,63
28	24,27	12	0,85	1,5	37,83
29	25,28	12	0,85	1,5	36,31
30	24,30	12	0,85	1,5	37,78
31	24,13	12	0,85	1,5	38,04
32	25,05	12	0,85	1,5	36,65
33	26,27	12	0,85	1,5	34,95
34	27,20	12	0,85	1,5	33,75
35	25,10	12	0,85	1,5	36,57
36	28,02	12	0,85	1,5	32,77
37	25,08	12	0,85	1,5	36,60
38	25,15	12	0,85	1,5	36,50
39	28,08	12	0,85	1,5	32,69
40	24,17	12	0,85	1,5	37,99
41	24,23	12	0,85	1,5	37,88
42	25,20	12	0,85	1,5	36,43



43	22,27	12	0,85	1,5	41,23
44	26,23	12	0,85	1,5	34,99
45	23,03	12	0,85	1,5	39,86
46	25,98	12	0,85	1,5	35,33
47	22,25	12	0,85	1,5	41,26
48	25,17	12	0,85	1,5	36,48
49	24,15	12	0,85	1,5	38,01
50	24,25	12	0,85	1,5	37,86
Promedio	25,18	12,00	0,85	1,50	36,63



Anexo 10. Reducción del ciclo de carguío y acarreo del volquete

N° de viajes	Carguío (s)	Ida con carga (s)	Descarga (s)	Retorno vacío (s)	Total del ciclo (s)	Total del ciclo (min.)
1	112	735	5	468	1320	22,00
2	112	652	7	482	1253	20,88
3	106	586	10	469	1171	19,52
4	112	717	10	516	1355	22,58
5	111	635	7	497	1250	20,83
6	111	642	5	507	1265	21,08
7	107	573	9	492	1181	19,68
8	112	731	7	466	1316	21,93
9	119	610	10	496	1235	20,58
10	118	661	7	499	1285	21,42
11	109	679	9	510	1307	21,78
12	108	559	7	503	1177	19,62
13	117	588	8	500	1213	20,22
14	113	737	10	486	1346	22,43
15	113	685	7	478	1283	21,38
16	109	670	8	468	1255	20,92
17	112	646	9	492	1259	20,98
18	109	602	6	527	1244	20,73
19	116	741	8	482	1347	22,45
20	106	716	5	494	1321	22,02
21	119	617	10	472	1218	20,30
22	114	669	9	479	1271	21,18
23	107	583	8	474	1172	19,53
24	109	698	9	473	1289	21,48
25	106	669	8	507	1290	21,50
26	106	559	10	502	1177	19,62
27	109	732	5	514	1360	22,67
28	120	674	9	482	1285	21,42
29	116	620	9	482	1227	20,45
30	116	630	5	527	1278	21,30
31	113	691	9	507	1320	22,00
32	116	746	6	505	1373	22,88
33	106	721	9	482	1318	21,97
34	110	646	6	523	1285	21,42
35	108	629	6	477	1220	20,33
36	109	622	5	518	1254	20,90
37	115	552	5	496	1168	19,47
38	106	686	7	497	1296	21,60
39	110	609	7	498	1224	20,40
40	115	642	5	528	1290	21,50
41	108	733	6	487	1334	22,23
42	115	722	7	505	1349	22,48



43	108	739	5	468	1320	22,00
44	119	668	10	481	1278	21,30
45	108	659	8	526	1301	21,68
46	112	596	6	504	1218	20,30
47	106	662	5	507	1280	21,33
48	116	728	9	487	1340	22,33
49	118	550	9	523	1200	20,00
50	110	568	5	508	1191	19,85
Promedio	111,64	655,70	7,42	495,42	1270,18	21,17



Anexo 11. Incremento del rendimiento del volquete

N° de viajes	Total del ciclo (min.)	Capacidad de tolva (Q)	Factor de eficiencia (G)	Factor de esponjamiento (F)	Rendimiento (m ³ /h)
1	22,00	12	0,85	1,5	41,73
2	20,88	12	0,85	1,5	43,96
3	19,52	12	0,85	1,5	47,04
4	22,58	12	0,85	1,5	40,65
5	20,83	12	0,85	1,5	44,06
6	21,08	12	0,85	1,5	43,54
7	19,68	12	0,85	1,5	46,64
8	21,93	12	0,85	1,5	41,85
9	20,58	12	0,85	1,5	44,60
10	21,42	12	0,85	1,5	42,86
11	21,78	12	0,85	1,5	42,14
12	19,62	12	0,85	1,5	46,80
13	20,22	12	0,85	1,5	45,41
14	22,43	12	0,85	1,5	40,92
15	21,38	12	0,85	1,5	42,93
16	20,92	12	0,85	1,5	43,89
17	20,98	12	0,85	1,5	43,75
18	20,73	12	0,85	1,5	44,28
19	22,45	12	0,85	1,5	40,89
20	22,02	12	0,85	1,5	41,70
21	20,30	12	0,85	1,5	45,22
22	21,18	12	0,85	1,5	43,34
23	19,53	12	0,85	1,5	47,00
24	21,48	12	0,85	1,5	42,73
25	21,50	12	0,85	1,5	42,70
26	19,62	12	0,85	1,5	46,80
27	22,67	12	0,85	1,5	40,50
28	21,42	12	0,85	1,5	42,86
29	20,45	12	0,85	1,5	44,89
30	21,30	12	0,85	1,5	43,10
31	22,00	12	0,85	1,5	41,73
32	22,88	12	0,85	1,5	40,12
33	21,97	12	0,85	1,5	41,79
34	21,42	12	0,85	1,5	42,86
35	20,33	12	0,85	1,5	45,15
36	20,90	12	0,85	1,5	43,92
37	19,47	12	0,85	1,5	47,16
38	21,60	12	0,85	1,5	42,50
39	20,40	12	0,85	1,5	45,00
40	21,50	12	0,85	1,5	42,70
41	22,23	12	0,85	1,5	41,29
42	22,48	12	0,85	1,5	40,83



43	22,00	12	0,85	1,5	41,73
44	21,30	12	0,85	1,5	43,10
45	21,68	12	0,85	1,5	42,34
46	20,30	12	0,85	1,5	45,22
47	21,33	12	0,85	1,5	43,03
48	22,33	12	0,85	1,5	41,10
49	20,00	12	0,85	1,5	45,90
50	19,85	12	0,85	1,5	46,25
Promedio	21,17	12,00	0,85	1,50	43,45



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ERWIN QUIROZ CAULT,
identificado con DNI 45550143 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"RENDIMIENTO DEL VOLQUETE FOMI MEDIANTE LA REDUCCION DEL TIEMPO DE CARGUEO
Y ACARREO EN EL PROYECTO MINERO AFC 20 DE LA CENTRAL DE COOPERATIVAS
MINERAS SAN ANTONIO DE POTO LTDA - PUNO"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 6 de NOVIEMBRE del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ERWIN QUIROZ CALLI,
identificado con DNI 45550143 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“RENDIMIENTO DEL VOLQUETE PTK MEDIANTE LA REDUCCION DEL USO DE CARGUO Y ACARreo EN EL PROYECTO MINERO AFC20 DE LA CENTRA DE COOPERATIVAS MINERAS SAN ANTONTO DE POTO LTDA- PUNO”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 6 de NOVIEMBRE del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella