



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



**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CARGUÍO CON EL USO DE
SCOOP TRAMS PARA LA EXTRACCIÓN DE MINERALES EN LA
UNIDAD MINERA ORCOPAMPA COMPAÑÍA DE MINAS
BUENAVENTURA S.A.A.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FREDY CHUQUICALLATA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A mi adorada madre Gregoria, por su invaluable apoyo y comprensión, por inculcarme siempre el camino del bien y el enorme sacrificio que hizo para cumplir esta meta.

A mis queridos hermanos, hermanas, tíos y a mi padre que está más allá, que a ellos les debo por su apoyo incondicional porque ellos son ejemplo para que uno con sufrimiento, empeño y perseverancia consiga su objetivo y gracias a su paciencia y humildad me llevo hacia el camino de mi profesión.

Fredy.



AGRADECIMIENTO

A Dios, quien me ha dado la vida y me ha permitido estudiar esta gran carrera; por darme las fuerzas para seguir adelante cada día, y poder culminar esta gran etapa de vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a sus autoridades, docente y personal administrativo, de la Facultad de Ingeniería de Minas por haberme brindado sus valiosas enseñanzas para mi formación profesional.

Agradezco por la confianza y el apoyo brindado por parte de mi adorada madre, hermanos y tios, que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quien debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica.

A todo mi más profundo agradecimiento.



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 17

1.2.1 Problema general. 17

1.2.2 Problema específico. 17

1.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS..... 17

1.3.1 Hipótesis general..... 17

1.3.2 Hipótesis específicas..... 17

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 18

1.4.1 Objetivo general..... 18

1.4.2 Objetivo específico. 18

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 18

1.5.1 Justificación teórica. 18

1.5.2 Justificación metodológica. 19



1.5.3	Justificación práctica.....	19
-------	-----------------------------	----

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2	MARCO TEÓRICO	26
2.2.1	Descripción de scooptram.....	26
2.2.2	Principio de funcionamiento de un scooptram.	28
2.2.3	Parámetros a tener en cuenta para mejor rendimiento en el proceso de carguío.	29
2.3	PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO SCOOPTRAM.....	30
2.3.1	Productividad teórica.	31
2.3.2	Factores que afectan la productividad del equipo.....	31
2.4	ESTUDIO DE TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	31
2.4.1	Elementos básicos para el estudio de tiempos.....	33
2.4.2	Rendimiento.....	34
2.4.3	Limpieza de mineral.	35
2.4.4	Tiempo de giro y posicionamiento en el punto de carguío (Tg).....	35
2.4.5	Tiempo de carguío con scoop tram (Tc).....	36
2.4.6	Número de lampones.	36
2.4.7	Velocidades de acarreo de scooptram limpieza de mineral.....	38
2.4.8	Eficiencia de operación.....	38
2.4.9	Estado de vías, rampas y accesos principales.	39
2.5	CLASIFICACIÓN DE COSTOS.....	39
2.6	MARCO CONCEPTUAL	41



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	46
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	47
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	48
3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	48
3.6.1 Población.	48
3.6.2 Muestra.	48
3.7 VARIABLES	49
3.7.1 Variable independiente.	49
3.7.2 Variable dependiente.	49
3.8 FUENTE DE DATOS	50
3.9 RECOPIACIÓN DE LÍNEA BASE.....	50
3.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
3.10.1 Técnicas.	50
3.10.2 Instrumentos.....	51
3.11 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.12 ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	52
3.13 DESARROLLO DE MINA	52
3.14 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	53
3.14.1 Método de corte y relleno ascendente con breasting.	54
3.14.2 Método de tajeo por subniveles.	55
3.14.3 Definición de tajeo.	56
3.14.4 Dilución.	57



3.15 RAMPAS Y ACCESOS PRINCIPALES DE ACUERDO AL MÉTODO DE MINADO	57
3.16 DISEÑO DE CÁMARAS DE CARGUÍO	57
3.16.1 Cámara de carguío tipo X.	57
3.16.2 Cámara de carguío tipo H.	58
3.17 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS PARA OPERACIÓN MINA.....	58
3.18 COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS SCOOP TRAM Y VOLQUETE.....	61
3.19 COMPATIBILIDAD ENTRE VOLQUETE Y EL EQUIPO DE CARGUÍO .	63
3.20 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO	63
3.20.1 Condiciones operativas reales para el carguío.	63
3.20.2 Demoras operativas en el proceso de carguío de minerales.	64
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE CARGUÍO DEL SCOOP TRAM – VOLQUETE	65
4.1.1 Consideraciones para la toma de tiempos de carguío.	66
4.2 TIEMPO DE CARGUÍO DEL SCOOP – VOLQUETE EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO X.....	68
4.2.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga.	68
4.2.2 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo X.	73
4.2.3 Determinación de la productividad en cámara de carguío tipo X.	73
4.2.4 Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo X.	75
4.3 TIEMPO DE CARGUÍO DEL SCOOP AL VOLQUETE EN LA CÁMARA DE CARGUÍO TIPO H.....	75
4.3.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga.	75
4.3.2 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo H.	80
4.3.3 Determinación de la productividad en cámara de carguío tipo H.	80
4.3.4 Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo H.	82



4.4 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
4.4.1 Hipótesis general.....	82
4.4.2 Hipótesis específicas.....	83
4.4.3 Discusión de resultados.	86
V. CONCLUSIONES.	88
VI. RECOMENDACIONES.....	89
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	94

Área: Ingeniería de Minas

Tema: Análisis de costos mineros

Fecha de sustentación: 08 de febrero del 2022



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tiempos de posesión en el punto de carguío según condiciones de operación.	36
Tabla 2. Porcentaje del factor de llenado de material.	37
Tabla 3. Porcentaje de esponjamiento del material.	37
Tabla 4. Eficiencia operacional.....	39
Tabla 5. Acceso a la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura..	47
Tabla 6. Equipos utilizados en las operaciones de limpieza y carguío de mineral.	48
Tabla 7. Operacionalización de variables.	49
Tabla 8. Resumen del costo horario de alquiler de equipos trackless.	62
Tabla 9. Promedio del costo horario de alquiler de Volquetes Volvo FMX.	62
Tabla 10. Parámetros operacionales en carguío de mineral.	65
Tabla 11. Velocidad promedio de acarreo del scooptram mineral.	67
Tabla 12. Distancias de cámara de acumulación hasta la cámara de carguío	67
Tabla 13. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 3 volquetes.	69
Tabla 14. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 4 volquetes.	70
Tabla 15. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 5 volquetes.	71
Tabla 16. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 6 volquetes.	72
Tabla 17. Tiempos promedio de carguío mediante la cámara de carguío tipo X.	73
Tabla 18. Cálculo de costos en cámara de carguío tipo X.	75
Tabla 19. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 3 volquetes.	76
Tabla 20. Tiempo de carguío con scoop trams de 6 yd ³ a 4 volquetes.	77
Tabla 21. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 5 volquetes.	78
Tabla 22. Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd ³ a 6 volquetes.	79
Tabla 23 Tiempos promedio de carguío mediante la cámara de carguío tipo H.	80



Tabla 24. Cálculo de costos en cámara de carguío tipo H.	82
Tabla 25. Costos en cámara de carguío tipo X.	84
Tabla 26. Costos en cámara de carguío tipo H.	85
Tabla 27. Resultados obtenidos en las cámaras de carguío tipo X y H.	85



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dimensiones típicas de un scooptram.	28
Figura 2. Componentes principales del accionamiento de un scooptram.....	29
Figura 3. Explotación por corte y relleno (breasting).....	55
Figura 4. Esquemático de explotación por tajeo por subniveles.	56
Figura 5. Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1300G.....	60
Figura 6. Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1600H.....	61
Figura 7. Tiempos promedio (hh.mm.ss.) en cámara de carguío tipo X.	83
Figura 8. Tiempos promedio (hh.mm.ss.) en cámara de carguío tipo H.	84
Figura 9. Costos de carguío por tonelada con scooptram.....	86



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Matriz de consistencia: Optimización del sistema de carguío con el uso de scoop trams para la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	95
ANEXO 2. Plano de ubicación.	96
ANEXO 3. Control de tiempos de carguío de scooptram en cámara tipo X.	97
ANEXO 4. Control de tiempos de carguío de scooptram en cámara tipo H.	102
ANEXO 5. Formato de control de tiempos de carguío de scooptram.	107
ANEXO 6. Formato de control de tiempos de limpieza con de scooptram.....	108
ANEXO 7. Cámara de carguío tipo X.	109
ANEXO 8. Cámara de carguío tipo H.	110
ANEXO 9. Extracción mediante transferencia scooptram – volquete.	111
ANEXO 10. Scooptram de 2.2 yd ³ utilizado para la limpieza de mineral.	111



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

S.A.A.	: Sociedad Anónima Abierta
Q	: Capacidad Nominal del Equipo
Tc	: Tiempo de Carguío
Ta	: Tiempo de Acarreo y Transporte
Td	: Tiempo de Descarga y Maniobras
Tr	: Tiempo de Retorno
Tf	: Tiempo Fijo
Tv	: Tiempo Variable
% Eff	: Eficiencia de Operación
Tm	: Toneladas métricas
UTM	: Universal Transversal Mercator
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar



RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. En el sistema de carguío de mineral en interior mina se encontró deficiencias en la cámara de carguío tipo X con el uso de scooptram de 6 yd³, se tuvo demoras al momento de realizar el carguío al volquete. El objetivo principal fue optimizar los tiempos y los costos en el sistema de carguío con scooptram mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X en la extracción de minerales. La metodología que se utilizó para desarrollar el estudio de investigación consistió en evaluar los tiempos de carguío que realizó el scooptram, posteriormente se determinó los costos de carguío en función al rendimiento del scooptram. Con el estudio de la investigación se logró optimizar los tiempos y costos de carguío en la cámara de carguío tipo X mediante la cámara de carguío tipo H, en el cual los tiempos de carguío se optimizó de 00:06:41 (hh.mm.ss)/volquete a 00:05:21 (hh.mm.ss)/volquete, con una diferencia de 00:01:20 (hh.mm.ss)/volquete y permitió extraer mayor cantidad de mineral de interior mina durante la guardia, de la misma manera los costos se optimizaron de 0,65 \$/ton a 0,57 \$/ton con una diferencia de 0,08\$/ton, el cual representa el 12,3% y lo cual generó mayor utilidad para la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Palabras Clave: Carguío, costos, optimización, scooptrams, sistema.



ABSTRACT

The present work was carried out in the Orcopampa Mining Unit Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. In the mineral loading system inside the mine, deficiencies were found in the type X loading chamber with the use of a 6 yd³ scooptram, there were delays when loading the dump truck. The main objective was to optimize times and costs in the scooptram loading system using the type H vs type X loading chamber in mineral extraction. The methodology that was used to develop the research study consisted of evaluating the loading times carried out by the scooptram, later the loading costs were determined based on the performance of the scooptram. With the study of the investigation, it was possible to optimize the loading times and costs in the type X loading chamber through the type H loading chamber, in which the loading times were optimized from 00:06:41 (hh.mm. ss)/dump truck at 00:05:21 (hh.mm.ss)/dump truck, with a difference of 00:01:20 (hh.mm.ss)/dump truck and allowed to extract a greater amount of ore from inside the mine during the guard, in the same way the costs were optimized from 0.65 \$/ton to 0.57 \$/ton with a difference of 0.08 \$/ton, which represents 12.3% and which generated higher profits for the Orcopampa Mining Unit Buenaventura Mining Company S.A.A.

Keywords: Costs, loading, optimization, scooptrams, system.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., que desarrolla la explotación subterránea de oro y plata por el método de corte y relleno ascendente y por método de subniveles con sistema mecanizado, en el sistema de carguío de mineral utilizó scooptram de 6 yd³ y para el transporte volquetes de 25 Tm.

En el sistema de carguío de mineral en interior mina se encontró deficiencias en la cámara de carguío tipo X con el uso de scooptram de 6 yd³, se tuvo demoras al momento de realizar el carguío al volquete.

En el proceso de carguío con scooptram no se tuvo un adecuado control de tiempos en los diferentes tipos de cámaras de carguío lo que generó pérdidas de tiempo y dinero. Al realizar la evaluación en el sistema de carguío tipo X, se presentó demoras al momento de realizar el carguío al volquete, utilizando un tiempo de 00:06:41 (hh.mm.ss), generando un costo de 0,65 \$/ton, y como alternativa de solución se ha planteado optimizar el sistema de carguío mediante la cámara de carguío tipo H.

En la ejecución de las operaciones de carguío es de mucha importancia la cámara de carguío a utilizar, los mismos que son determinantes para optimizar los costos de carguío. El trabajo se realizó en los niveles 3500 – 3850, en donde se realizó la evaluación de la optimización del sistema de carguío, transporte y acarreo de mineral.



1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general.

¿En qué medida optimizamos los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

1.2.2 Problema específico.

- a) ¿Cuáles son los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?
- b) ¿En qué medida optimizamos los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo H en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

1.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis general.

Mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X se optimiza los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.3.2 Hipótesis específicas.

- a) Al utilizar la cámara de carguío tipo X se determina los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



- b) Mediante la cámara de carguío tipo H se optimiza los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general.

Optimizar los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.4.2 Objetivo específico.

- a) Determinar los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.
- b) Optimizar los tiempos de carguío y costos con scooptram mediante la cámara de carguío tipo H en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 Justificación teórica.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre optimización de sistema de carguío y para ello se acudió a conceptos, definiciones, teorías utilizadas por muchos autores del área de minería. Donde se analizará los datos de los tiempos de carguío, con el fin de optimizar y reducir los costos mediante el uso de tipos de cámara. Y será de mucha importancia para la



minería subterránea para desarrollar una adecuada elección de cámara de carguío que genere mayor utilidad a la empresa.

1.5.2 Justificación metodológica.

El presente estudio de investigación se justifica plenamente en su ejecución y será de mucha importancia para la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. ya que servirá como modelo para optimización de sistema de carguío con el uso de cámara de carguío tipo H con equipos mecanizados en otras labores subterráneas de la Compañía Minera y también esta investigación podrá ser utilizado como guía en otros trabajos de investigación.

1.5.3 Justificación práctica.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el sistema de carguío Unidad Minera Orcopampa, Al realizar la evaluación en el sistema se ha encontrado deficiencias en los resultados de carguío de mineral en la cámara de tipo X, se tiene demoras al momento de realizar el carguío al volquete ya que los tiempos que demora el scoop en cargar un volquete es de 00:06:41 (hh.mm.ss), los cuales son considerables de acuerdo a la evaluación y análisis en el costos del proceso de carguío, es decir en el carguío se ha incurrido en un costo de 0.65 \$/ton, y como alternativa de solución se ha planteado optimizar el sistema de carguío mediante el uso de cámara de carguío tipo H.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Por medio de las investigaciones realizadas en trabajos de grado, revistas y publicaciones existentes sobre el estudio de transporte y carguío de materiales de mineral y desmonte, se respaldaron los conocimientos previos y se tomaron algunas referencias como inicio del estudio realizado, las cuales se muestran a continuación:

Anchiraico & Rojas (2020) en su trabajo concluyó que six sigma es un método basado en datos que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección. Además, Six Sigma constituye un modelo de gestión de calidad que también se conoce como DMAIC, definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Actualmente se tiene 5 volquetes y mediante la simulación con GPSS para la obtención de flota óptima se concluye que se tiene que adquirir 1 volquete. Además, a través, de la simulación con GPSS para el punto de transferencia se obtiene una disminución de tiempo en el ciclo de transporte, lo cual hace que se tenga 1 viaje más por guardia. El incremento de 1 volquete y la elaboración de un By Pass (punto de transferencia) se tiene un incremento del 37,97% de tonelaje movido de material,

Mamani (2020) en su trabajo concluyó que mediante el control de tiempo de carguío y acarreo de desmonte en el rediseño de la cámara de carguío se ha logrado determinar los tiempos en las cámaras de carguío tipo cruz y cámara de carguío tipo H con LHD de 6.3 yd³, en las cámaras de carguío tipo H el rendimiento es 332,92



toneladas/Hora con respecto al rendimiento en la cámara de carguío tipo cruz que tiene un rendimiento de 301,41 toneladas/Hora.

Pirca (2020) en su trabajo concluyó que durante el periodo de estudio de enero a julio del 2020 se produjo un total de 1,295,254 toneladas métricas con un costo promedio de transporte de 2,36 \$/t. El análisis en dicho periodo de tiempo permitió corroborar la reducción de costos de transporte entre el periodo enero a mayo con un costo de transporte de 2,39 \$/t para un tonelaje producido de 937,412 y el periodo junio a julio con una reducción de costos de transporte a 2,30 \$/t y un tonelaje producido de 357,842 toneladas. Esto permitió una reducción de costos en 0,09 \$/t y un costo total entre el periodo junio y julio de 33,995 \$. El rendimiento promedio de los scoops de 6 yd³ programado de 112 t/h mejoraron con el rendimiento ejecutado en 123 t/h, durante el último periodo de junio a julio del 2020. Esta mejora del rendimiento fue producto de incidir mayores trabajos en áreas productivas que en labores de desarrollo, asociado a áreas productivas mediante el método de minado sublevel stoping.

Salgado (2020) mencionó en su conclusión que el incremento de la producción durante el periodo de estudio influyó positivamente en el costo unitario de transporte de mineral y desmonte, mejorando e incrementando los números de viajes por material y mejorando la utilización de los equipos de transporte, disminuyendo el costo de transporte de material unitario de 2.2 US \$/t a 1.99 US \$/t.

Araujo (2019) en su conclusión mencionó que el equipo implementado mucking loader tiene una productividad promedio de 115.24 TN/HR calculado durante diez días de toma de datos y la producción del equipo usado anteriormente scoop tram es de 52.68 TN/HR promedio calculados durante diez días de toma de datos, esto se debe a que el equipo implementado no necesita una cámara de



transferencia para acumular el material del disparo, este lo carga directo a los carros mineros, teniendo así una producción alta a menor tiempo. En lo que se refiere a productividad, se concluye que debido a su alto rendimiento el equipo mucking loader tiene una productividad menor de 0.55 \$/tn a lo que se refiere en limpieza.

Jáuregui (2019) concluyó que, a través de la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y voladura, se logró la reducción del Costo unitario total de Mina en 1.51 \$/TM es decir una reducción del 7% en comparación con lo que se venía obteniendo. Representando esto una reducción en costos operativos de Mina de 1 359 000 \$ al año. En limpieza-acarreo la reducción del costo es 0.09 \$/TM es decir una reducción del costo de 81 000 \$ al año, debiéndose a que se optimizó el rendimiento del scoop de 23 m³/h a 24.40 m³/h en labores de producción y de 21.7 a 24.4m³/h en labores de desarrollo. Este aumento del rendimiento se concretó con la realización de vías o caminos con pendientes no mayores a 12% y cámaras de acumulación que permitan distancias de recorrido del scoop no mayores a 200 m. La capacitación y creación de conciencia de los trabajos en los temas de optimización de la perforación y voladura debe darse de manera constante, fomentando la comunicación entre todos los niveles de la organización, propiciando ideas novedosas que mejoren los procedimientos de trabajo.

Calumani (2019) mencionó en su conclusión que los costos de Operación en la galería 830 Oeste Santa Ana se trabaja mediante el método de explotación convencional cuyo costo asciende a 251,79 \$ por cada metro lineal de avance, extrayendo 22,11 Tm, cuyo costo por tonelada es de 11,3 \$, por otro lado en la galería 280 Este San Antonio trabaja mediante el método de explotación semimecanizado teniendo un costo de 288,52 \$ por cada metro lineal de avance, explotando la cantidad de 51 Tm cuyo costo por tonelada es de 7,3 \$. Los costos de Acarreo y transporte en



la Galería 830-W Santa Ana tiene un costo de 44,25\$ por cada metro lineal de avance explotando 22,11 Tm lo cuyo costo es de 2,01\$/Tm y en la Galería 280-E San Antonio tiene un costo de voladura de 98,68\$ por cada metro lineal de avance, explotando 51 cuyo costo es de 1,93 \$/Tm.

Pizarro (2019) concluyó que la dependencia de la productividad influye en el mejor control de los tiempos realizados para el acarreo del material, se ha logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza en los tajos como tales Tj- 943, Tj-270,Tj-285,frente 975 y en la cámara acumulación 22, se ha reducido el tiempo de ida con carga de 2.5 a 2.3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3.5 a 2.7 minutos, determinándose como resultado el incremento de más viajes de carga según las utilizaciones incrementando un total de 1050 toneladas.

Paucar (2019) en su resumen mencionó que se orientó su estudio a los equipos scoops de capacidad de 2,5 yd³, 3,5 yd³ y 4,1yd³ utilizados para la extracción del mineral del cuerpo Catas, a través de sus ventanas de extracción, en el cual se emplea el método de explotación mecanizado de sublevel caving. Se efectuó con el objetivo de determinar si la mejora de la eficiencia de equipos scoop en el carguío y transporte reducirá los costos de extracción en el cuerpo Catas, determinar qué factores afecta su bajo rendimiento de estos equipos y proporcionar alternativas para su mejora. se logra con este estudio el incremento de productividad de los cuatro scoops mediante el incremento del tiempo de horas programadas a 12 Horas. Logrando así una utilización neta promedio 7.295 horas por guardia. Se logró alcanzar una distancia máxima de recorrido desde las ventanas del cuerpo Catas hasta los echaderos de 90.05 m.



Pauca (2019) mencionó en su conclusión que el estudio de tiempos del ciclo de acarreo de mineral y desmonte en la unidad Parcoy permitió optimizar esta operación, eliminando tiempos improductivos, logrando la productividad en el acarreo. Los ciclos de acarreo para la ruta 1 es 1 h 37 min, para la ruta 2 es 1 h 40 min, para la ruta 3 es 1h 19 min, para la ruta es 1 h 39 min, para la ruta 5 es 1 h 43 min y para la ruta 6 es 1 h 07 min. El rendimiento de la flota de acarreo de mineral y desmonte (volquetes Volvo FMX 6x4R) en el año 2017 era de 20 TM/h, la cual mejoró en el año 2018 a 25 TM/h, incrementándose de esta manera en un 25% con respecto al año 2017, lo cual se debió principalmente al aumento del rendimiento de los volquetes Volvo FMX 8x4R.

Martinez (2019) en una de sus conclusiones mencionó que realizando el estudio de rendimientos de los equipos scooptrams se logra reducir los costos en el proceso de limpieza, obteniendo al final una reducción de 38, 333.67 dólares por mes y también se ha logrado determinar los rendimientos actuales de los scooptrams obteniendo así para scooptrams de 4.2 yd³ de 8.32 m³ la cual se incrementó a 14.28 m³ con el mantenimiento de vías y reduciendo la sobre distancia. En cuanto a los scooptrams de 6,0 yd³ un rendimiento de 14.10 m³ la cual se incrementó a 23.57 m³ con el mantenimiento de vías y reduciendo la sobre distancia.

Maccha (2018) manifestó en su conclusión que un equipo debe seleccionarse en base a sus características técnicas y en base a su Performance, la performance puede dividirse en producción, costo por hora, costo por unidad y eficiencia, factores que está íntimamente ligados en la calidad del equipo, cada uno de ellos es igualmente importante, y considerarlo solo no representa la verdadera figura de la performance. Las características técnicas, así como su costo horario y performance de los equipos pesados se adaptan a los métodos Explotación de la mina Atacocha,



logrando un óptimo rendimiento en el ciclo de minado. La selección del equipo minero es un proceso de tecnología y toma de decisiones que conlleva al conocimiento de las especificaciones, funciones, performances, requerimientos, efectos y costos. Finalmente se debe seleccionar el equipo que, de la más alta producción al costo unitario más bajo, la más alta eficiencia y que tenga alguna característica o alguna otra condición deseada.

Quispe (2017) en su conclusión mencionó que con un mejor control de los tiempos realizados para el acarreo del material, se ha logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza en el cruce 339 NW del Nivel 4590 se ha reducido el tiempo de ida sin carga de 2,5 a 2,3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3,5 a 2,7 minutos, determinándose como resultado el tiempo de limpieza de un frente de disparo se ha optimizado de 1,98 a 1,60 horas, para una distancia de 200 m. Se ha tomado esta distancia por recomendaciones de los fabricantes quienes en sus manuales indican que el desplazamiento óptimo de esta máquina es el señalado. Mayor a esta distancia su rendimiento de la máquina se reduce.

Se ha logrado optimizar la productividad del equipo LHD (Scoop 4.2yd³) que aumentó de 25,98 m³/h a 30,44 m³/h en lo referido al rendimiento del equipo, siendo esto de suma importancia, ya que, con disponibilidad de la máquina, se realiza otros trabajos en acarreo y limpieza de más frentes de avance.

Calderon (2017) Mencionó en su resumen: la implementación y aplicación continua de estos estándares de trabajo aseguran una operación económicamente más rentable, permiten tener un orden y estandarización de las operaciones e intensifica la seguridad en los trabajos. Sumándose a ello un "cambio" y compromiso del personal por mejorar el desempeño de su trabajo. De acuerdo al estudio realizado se



optimizó los estándares de operación de la flota de Scooptrams reduciéndose los costos de explotación en la mina Atacocha. La técnica para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams fue la de reducción del costo horario de operación de cada uno, también se modificó los estándares de operación de la flota de Scooptrams. Primero en base a una buena supervisión y capacitación de los operadores de scooptrams. Luego revisar y cumplir los estándares operaciones de los scooptrams.

Alvarez (2014) en su conclusión mencionó que con la determinación de los ciclos totales de acarreo y transporte se pudo calcular la productividad horaria real en las unidades de acarreo y transporte en la Unidad Operativa Arcata. Al calcular la productividad horaria real se determinó que esta constituye el 76,20% de la producción óptima posible, debido a lo dilatado del tiempo de carguío en los Ore Pass. El tiempo, la eficiencia relacionada al equipo y al personal además del material a transportar, influyen directamente en el cálculo de la productividad horaria.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Descripción de scooptram.

Un scooptram es un vehículo trackless de bajo perfil, para carga y acarreo de minerales, diseñado sobre todo para realizar trabajos en minas de subsuelo, subterráneas, o en zonas con limitaciones de espacio (Calderon Lazo, 2017).

En minería subterránea, especialmente en la pequeña y mediana minería, los túneles se caracterizan por ser de baja altura y angostos, lo que impide el ingreso de vehículos mineros de grandes dimensiones. Son túneles estrechos, sin espacio lateral para realizar giros a 180°, del cual derivan galerías perpendiculares al eje del túnel,



con cambios de dirección a 90° con cortos radios de curvatura que dificultan el desplazamiento aún para vehículos pequeños (Alva Alva, 2009).

Los scooptrams están diseñados para operar en estas condiciones por lo que tienen las siguientes características según (Alva Alva, 2009).

- Son de dimensiones pequeñas, Fig. 1, relativamente angostos y de baja altura para poder ingresar a los túneles. Esta última característica es la que les da el nombre de “bajo perfil”.
- Tienen un cucharón articulado para recoger y cargar una cantidad relativamente grande de material.
- Pueden desplazarse en reversa con la misma facilidad con la que avanzan, lo que les permite ingresar y salir de túneles angostos o sin espacio para girar. Simplemente retroceden.
- Tienen ruedas con neumáticos, lo que les permite desplazarse en cualquier dirección, es decir no está limitado a recorridos de rieles o troles.

Los scooptrams se utilizan para:

- Cargar una cantidad grande de material.
- Transportar el material a un área específica.
- Descargar la carga en un área específica o en un camión.

Los scooptrams cumplen estas labores en interior mina y en superficie. Generalmente transportan mineral de las galerías de interior mina a superficie.

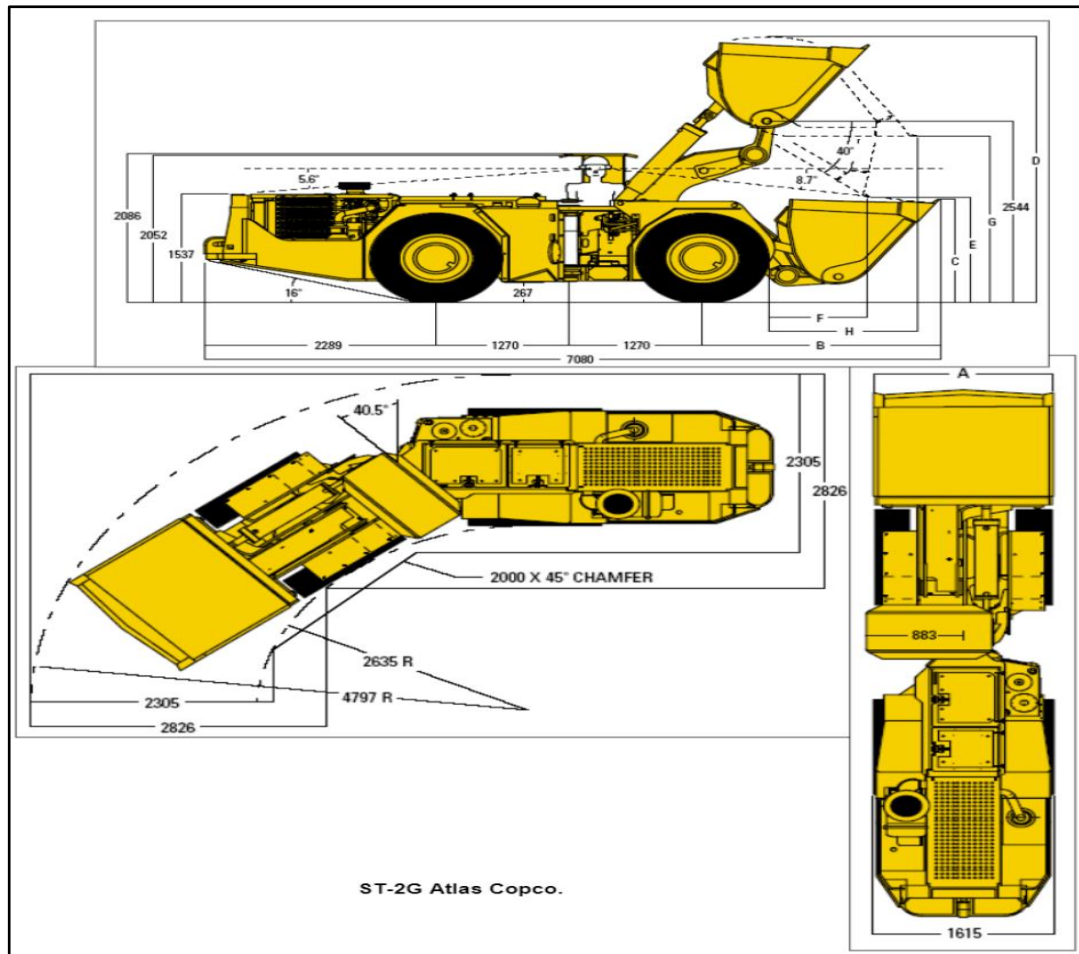


Figura 1. Dimensiones típicas de un scooptram.

Nota: tomada de (Molina Reyes, 2013).

2.2.2 Principio de funcionamiento de un scooptram.

El motor diésel (1) es el motor primo que suministra toda la potencia al scooptram a altas rpm. Su eje de salida se acopla al convertidor de torque (2), donde reducen las rpm y se aumenta el torque en el eje de salida del convertidor (3) que transmite la potencia por el cardan del eje de entrada (4) a la transmisión (5) la que puede operar con seis marchas, tres marchas adelante y tres marchas atrás. Las relaciones de marcha se seleccionan con un mecanismo de cambio manual, que actúa sobre la válvula de control de los embragues de la transmisión. El eje de salida de la transmisión (6) transmite la potencia, por medio de los cardanes a los dos

diferenciales (7), uno delantero y uno trasero. En cada uno de ellos el piñón de ataque y corona de cada uno transmiten la potencia a los ejes flotantes (8) y ruedas traseras y delanteras (9) (Alva Alva, 2009).

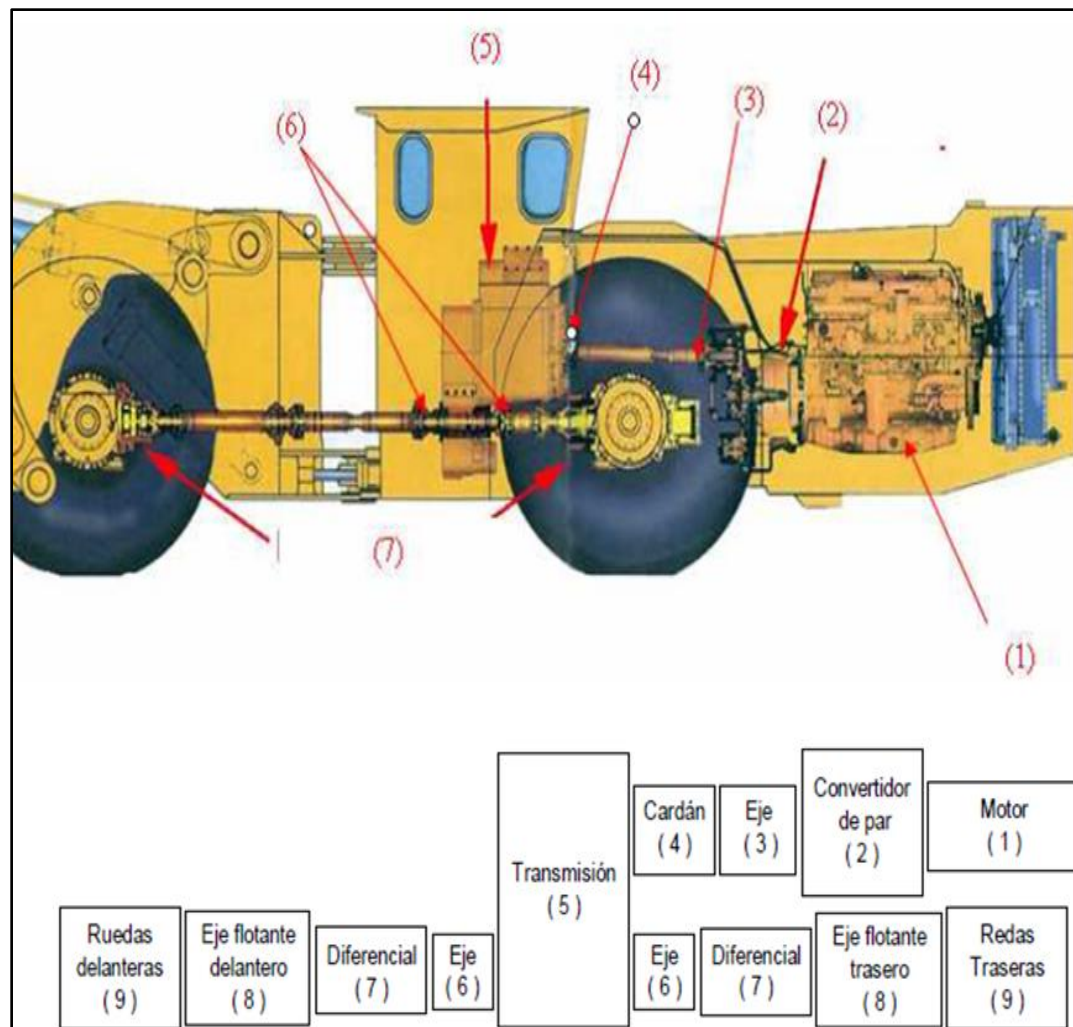


Figura 2. Componentes principales del accionamiento de un scooptram.

Nota: tomada de (Alva Alva, 2009).

2.2.3 Parámetros a tener en cuenta para mejor rendimiento en el proceso de carguío.

a) Grado de fragmentación

El material disparado o el tamaño promedio requerido de los fragmentos depende del trabajo en que se van a emplear, pero por lo general la fragmentación



demasiado gruesa o demasiado menuda son inconvenientes. Debe observarse el porcentaje de rocas grandes que tendrán que ser reducidos posteriormente (Araujo Avila, 2019).

b) Acarreo

Se denomina acarreo al traslado corto de material roto en la mina, es decir que el transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción y estarán ubicados en los frentes de operación (Araujo Avila, 2019).

c) Estado de las vías

Derrame de carga, impacto en componentes mecánicos, impacto sobre el operador, disminución de velocidad, desgaste de neumáticos (Apaza Alejo, 2019).

d) Área de carguío

Debe tener piso firme para que no se entierre el balde y no genere esfuerzos que puedan dañar el equipo, por ejemplo, al cilindro central de volteo (Araujo Avila, 2019).

2.3 PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO SCOOPTRAM

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos en menor tiempo. Esto redundará en un costo bajo, mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores. El acarreo y transporte de mineral es uno de los rubros importantes en la estructura de costos en la operación de la mina y uno de los aspectos que muchas veces no se toma en cuenta es el de la distribución de equipo (Apaza Alejo, 2019).



2.3.1 Productividad teórica.

La teoría de la producción estará determinada como el volumen o peso producido por unidad de operación, rigiéndose con los siguientes aspectos (Apaza Chambi, 2019).

$$Productividad\ Teórica\ \left(\frac{Tm}{h}\right) = \frac{Q}{CICLO} * \frac{CICLO}{HORA}$$

Dónde:

Q : Capacidad nominal del equipo (Tm).

Ciclo : Tiempo de ciclo de acarreo (min).

2.3.2 Factores que afectan la productividad del equipo.

Los factores más importantes que afectan la productividad son los siguientes (Cuti Tancayllo, 2019):

- Iluminación.
- Granulometría del material a cargar (colpas muy grandes disminuyen factor de llenado).
- Vías de tránsito y tráfico.
- Áreas de carga y descarga.
- Ventilación (polvo y falta de oxígeno).
- Interferencias con otras operaciones mineras, tales como voladura secundaria

2.4 ESTUDIO DE TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

Se considera tiempo total de operación los tiempos asociados al ciclo en una cámara de carguío tipo cruz y son considerados básicamente los siguientes: giro del volquete, cuchareo, transito con lampón cargado, posicionamiento de volquete, descarga, retiro de volquete y transito con lampón vacío.



Y para el caso de la cámara de carguío tipo H el ciclo contempla los tiempos de posicionamiento del volquete, transito con lampón vacío, cuchareo, transito con lampón cargado, descarga.

Se considera tiempo total de operación cuando el volquete transporta de ida y vuelta el mineral (ciclo completo) para la producción permanente, de los cuales se suma diferentes tiempos en el ciclo de transporte.

Actividades y paradas para el estudio de tiempos del scooptram.

- Paradas de seguridad.
 - ✓ Falla/mal estado línea a tierra
 - ✓ Falla/mal estado circulina
 - ✓ Falla/mal estado claxon
 - ✓ Falla/mal estado extintor
 - ✓ Falla/mal estado faros
 - ✓ Accidente equipo

Para el estudio de tiempos del equipo scooptram, únicamente los tiempos asociados al ciclo son básicamente los siguientes:

- Tiempo de carga (T_c)
- Tiempo de descarga (T_d)
- Tiempo maniobra (T_m);
- Tiempo de viaje con el balde lleno (T_{vc})
- Tiempo de viaje con el balde vacío (T_{vv}).

Son considerados como tiempos fijos solo el tiempo de carga y descarga, que dependen exclusivamente del equipo en sí. En tanto los demás tiempos son considerados como tiempos variables, ya que dependen del estado de la vía, distancia



de acarreo, carga del equipo (tipo de mineral), pendiente, experiencia del operador, visibilidad, entre otros. Una forma de estimar el rendimiento de los equipos scooptram es contar con buena información, fidedigna, del tiempo de ciclo. El tiempo de un ciclo (T_{ciclo}), medido en minutos, de un scooptram queda definido como sigue según (Araujo Avila, 2019).

$$\text{Tiempo ciclo (min)} = T_c + T_d + T_m + T_{vc} + t_{vv}$$

El rendimiento del equipo LHD se usa la siguiente ecuación (Araujo Avila, 2019).

$$N^{\circ} \text{ ciclo (ciclo/hora)} = \frac{60}{T_c + T_d + T_{vc} + T_{vv} + T_m}$$

2.4.1 Elementos básicos para el estudio de tiempos.

- Tiempo productivo.
 - Tolerancias.
 - Tiempo improductivo.
- a. Tiempo productivo
- Productivo neto: es el tiempo en que la maquina realiza su trabajo para el que está hecho.
 - Demoras operativas: son los realizados momentos antes del uso del equipo y después de acabada la operación.
 - Inspección del área o labor.
 - Traslado en interior mina (de labor a labor con el equipo).
 - Traslado equipo a refugio.
 - Revisión e inspección del equipo (engrase, etc.).
- b. Tolerancia



- Demoras inevitables: demoras que se dan por el personal antes de realizar su trabajo en la labor, se toman en cuenta en el análisis si se encuentran dentro de las horas de la jornada laboral.
 - Refrigerio.
 - Cambio de guardia.
 - Recojo y/o devolución de lámpara.
- c. Tiempo improductivo
 - Improductivo inevitable: son las actividades que debe hacer el personal sea por necesidad o procedimiento de trabajo pero que no contribuyen directamente al tiempo productivo.
 - Reparto de guardia e inducción de seguridad.
 - Traslado de superficie a refugio.
 - Traslado de labor a superficie.
 - Improductivo evitable: demoras no operativas que el personal asume para continuar con su labor.
 - Espera de scoop.
 - Habilitación de vía.
 - Reparaciones mecánicas y/o eléctricas.

2.4.2 Rendimiento.

Se considera como rendimiento N al peso W toneladas transportados en la unidad de tiempo en horas (J. Durant, 2005).

$$N(\text{rendimiento}) = \frac{W(\text{toneladas})}{H(\text{horas})}$$

El peso transportado depende muchas variables: de los scooptram dependen la capacidad de cuchara V_c , m^3 y la velocidad de transporte, la densidad. Del material

promedio δ es de 2,8 TM/m³ y por ser dinamitado el coeficiente de llenado de la cuchara ϕ es del 0,85 (J. Durant, 2005).

$$W = \delta \phi Vc$$

2.4.3 Limpieza de mineral.

El mineral disparado es acarreado con Scooptram de 4 yd³ y 6 yd³, desde los tajos hacia las cámaras de acumulación o en su defecto realizan carguío directo hacia los volquetes estacionados en las cámaras de carguío.

El proceso de acarreo consiste en llevar el material, mineral o desmonte, desde los frentes de avance hasta las zonas de carguío. Es decir, es el movimiento de material en una distancia corta (Anchiraico Giraldo & Rojas Oré, 2020).

Capacidad de volumen: Los equipos utilizados para el carguío tienen una capacidad de volumen lleno en m³. La capacidad de volumen es dependiente del equipo y la descripción que es facilitada por el fabricante. Tomando las capacidades de volumen del equipo de carguío y del equipo de acarreo se puede estimar el número de pases necesarios a cargar (Yvan & Tarazona, 2016).

2.4.4 Tiempo de giro y posicionamiento en el punto de carguío (Tg).

Se considera a la demora que el volquete toma en posicionarse en el punto de carguío. El posicionamiento descuidado en el punto de carguío es una práctica que puede causar grandes pérdidas en tiempo de operación. Un buen posicionamiento de los volquetes permite reducir el tiempo de giro del scooptram y aumentar su productividad. Este tiempo depende del tipo de equipo de transporte y de las condiciones de trabajo. Se entrega la tabla 1 con valores referenciales.

Tabla 1.

Tiempos de posesión en el punto de carguío según condiciones de operación.

Tiempo de posicionamiento (min)			
Condiciones de operación	Inferior	Trasera	Lateral
Favorable	0,15	0,15	0,15
Promedio	0,5	0,3	0,5
Desfavorable	1	0,5	1

Nota: tomada de (Jiménez, 2005).

2.4.5 Tiempo de carguío con scoop tram (Tc).

Es el tiempo que se demora el scoop tram para llenar con material a un volquete, dependiendo de la cantidad de lampones necesarios para la capacidad que acarrea el volquete.

El tiempo de carguío se determina con la siguiente ecuación (Apaza Chambi, 2019).

$$\text{Tiempo de Carguío (min)} = T_e * N$$

Dónde:

Te: Tiempo de ciclo del scoop (min).

N: Número de pases.

2.4.6 Número de lampones.

Es el número de pases o la cantidad de viajes necesarios para completar la capacidad nominal del volquete en el carguío de los minerales y se determina como sigue según (Apaza Alejo, 2019).

$$N^{\circ} = \frac{Q}{C * f * e * Pe}$$



Dónde:

- Q : Capacidad nominal del equipo (Tm).
C : Capacidad nominal de la cuchara (m^3).
F : Factor de llenado de la cuchara (%).
E : Esponjamiento del material (%).
P.e. : Peso específico del material in situ (Tm/m^3).

El porcentaje del factor de llenado dependerá del tipo de material a ser cargado.

Tabla 2.

Porcentaje del factor de llenado de material.

Porcentaje del factor de llenado de material	
Denominación	Porcentaje
Roca bien fragmentada:	80 - 90 %
Roca fragmentada mediana:	70 - 80 %
Roca mal fragmentada:	60 - 70 %

Nota: tomada de (Alfonso Bravo, 2018).

Tabla 3.

Porcentaje de esponjamiento del material.

Factor de esponjamiento de material a ser cargado	
Tipo de suelo	Porcentaje
Tierra vegetal, arena:	9 - 15 %
Arcilla, arena húmeda:	15 - 25 %
Grava gruesa:	25 - 35 %
Roca blanda a semi dura:	35 - 45 %
Roca dura:	45 - 65 %

Nota: tomada de (Quispe Mamani, 2017).



2.4.7 Velocidades de acarreo de scooptram limpieza de mineral.

Las velocidades varían de acuerdo a la marca del equipo, número de scooptram que hacen limpieza de mineral en el tajo y si este scooptram está con carga o sin ella.

Para determinar la velocidad del scooptram con la que carga al volquete utilizaremos la siguiente ecuación (Apaza Chambi, 2019):

$$Ta = \frac{D}{Vc}$$

Dónde:

Ta : Tiempo de acarreo del scooptram.

D : Distancia de acarreo (m). (cámara de acumulación a cámara de carguío).

Vc : Velocidad con carga (m/min), velocidad sin carga.

2.4.8 Eficiencia de operación.

En la eficiencia de la operación del trabajo a realizar en este tipo de trabajos es más dificultoso que varía por una serie de factores y condiciones como podremos mencionar: condiciones climáticas, método de explotación, tránsito, disponibilidad de los equipos, logística, etc. Está determinada por la siguiente ecuación (Apaza Chambi, 2019):

$$\%Eff = \frac{\textit{Tiempo de operacion efectiva}}{\textit{Tiempo total de operacion}} * 100$$

En el siguiente cuadro se muestra la eficiencia operacional según condición y organización de la obra.

Tabla 4.

Eficiencia operacional.

Condiciones de trabajo	Organización de la obra		
	Buena	Promedio	Mala
Buena	0,9	0,75	0,6
Promedio	0,8	0,65	0,5
Mala	0,7	0,6	0,45

Nota: tomada de (Jiménez, 2005).

2.4.9 Estado de vías, rampas y accesos principales.

El estado de la vía es muy importante ya que genera derrame de carga, impacto en componentes mecánicos, impacto sobre el operador, disminución de velocidad, desgaste de neumáticos que deberían durar 2000-2500 horas según catálogo 3000 horas y puede bajar a 1800 horas (Martinez Gutierrez, 2019).

2.5 CLASIFICACIÓN DE COSTOS

La clasificación de costos es importante según el grado de conducta para el control de operaciones, en general está referido a la variación de los costos, según los niveles de producción.

Costos fijos: Son aquellos costos cuyo importe permanece constante al volumen de producción de la empresa. Se pueden identificar y llamar como estos de “Mantener la empresa abierta” de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa (Alva Alva, 2009).

Costo de inversión: Se cotizan los equipos disponibles en el mercado para seleccionar la marca y modelo más conveniente. Hasta hace poco tiempo los



proveedores de equipo pesado para minería eran pocos y de calidad reconocida, pero en la actualidad están apareciendo nuevos proveedores, especialmente de origen asiático, con equipos de calidad y precio muy competitivos que se deben tener en cuenta en la selección de los equipos de reemplazo (Alva Alva, 2009).

Costo de posesión: Costo incurrido por la propiedad del equipo y ocurre en todo momento, trabaje o no el equipo, es el gasto que incurre una persona al comprar o adquirir un equipo (Baldeón Quispe, 2011).

Costo horario: El costo horario de operación (Ch.) de cada LHD tram se determina con el costo total de operación y el número de horas anuales hora en que ha operado el LHD tram (Alva Alva, 2009).

Costos variables: Son aquellos costos que varían en forma proporcional, con el nivel de producción o actividad de la empresa. Son costos por “producir” o “vender.” Varían proporcionalmente a los cambios experimentados en el volumen de la producción (Alva Alva, 2009).

Valor depreciable: La depreciación es el mecanismo mediante el cual se reconoce el desgaste que sufre un equipo por el uso que se haga de él. Cuando un equipo es utilizado para generar ingresos, este sufre un desgaste normal durante su vida útil que al final lo lleva a ser inutilizable. El ingreso generado por el equipo usado, se le debe incorporar el gasto correspondiente desgaste que ese equipo ha sufrido para poder generar el ingreso, puesto que como según señala un elemental principio económico, no puede haber ingreso sin haber incurrido en un gasto, y el desgaste de un equipo por su uso, es uno de los gastos que al final permiten generar un determinado ingreso (O. Jáuregui, 2009)



Valor de rescate: Representa el valor que se estima que puede obtenerse de la venta de un equipo fijo ya fuera de servicio. En otras palabras puede decirse que, valor de rescate, es el valor que se estima que va a tener un bien al estar totalmente depreciado (Alva Alva, 2009).

Costo de combustible: Estos se obtienen de los registros de mantenimiento, los que tienen el inconveniente de consignar datos de horas de trabajo y consumos de combustibles, aceites y lubricantes en forma global, sin detallar la actividad específica a la que se destinaron. Pues además del acarreo de material los scooptrams también realizan transportes de maderas, agua, equipos pesados y otros, pero porcentualmente estos transportes no son significativos (Alva Alva, 2009).

Aceites y lubricantes: En este rubro se consideran, en el caso de aceites, el aceite hidráulico para equipos pesados como los convertidores de par, mientras que los lubricantes están destinados para el motor y sus componentes.

2.6 MARCO CONCEPTUAL

a) Mina

Es el lugar de donde se extrae el mineral rentable mediante un sistema productivo y la extracción se efectúa por etapas. La minería se puede desarrollar a tajo abierto o subterráneo de acuerdo al tipo de yacimiento.

b) Mineral

Es aquel yacimiento que tiene un valor económico que es enviado a la planta de procesamiento. Se diferencia de material de baja ley que no es enviado a la planta, pero podría algún día ser enviado; lastre o estéril, material que no tiene valor económico. La calidad del mineral es expresada según su concentración del metal de interés.



c) Producción

La producción es el volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación minera. Se refiere tanto al mineral con valor económico que se extrae, como al material estéril que debe ser removido para acceder al primero. A menudo, la producción de mineral se define en unidades de peso, mientras que el movimiento de estéril se expresa en volumen.

d) Productividad

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundaría en un costo bajo mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

e) Rendimiento

Es el volumen o peso de producción teórico por unidad de tiempo de un equipo determinado. Por lo general se expresa en términos de producción por hora, pero puede también utilizarse la tasa por turno o día.

f) Scoop tram

Un scoop tram es un equipo de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en minería subterránea o en zonas confinadas. Los Scoop tram son utilizados en labores de subsuelo, debido al tamaño limitado de las labores. Debido a la posición del asiento del operador, puede viajar en marcha adelante, así como en marcha reversa. El Scoop tram se diseña para levantar cargas pesadas.

- Cargar: Cargar una cantidad grande de material
- Transportar: Transportar el material a un área específica.
- Descargar: Descargar la carga en un camión o en un área específica

g) Camión de bajo perfil



Son Equipo pesado cuyo principal objetivo es la extracción de mineral. Su alta relación potencia/peso asegura la subida veloz en rampas empinadas. Es un volquete articulado que está diseñado para minado de vetas angostas y ofrece alta maniobrabilidad en lugares confinados.

h) Carguío

El carguío es una operación de carga de mineral y/o desmante a los camiones volquetes, para que sean trasladados hacia a la planta concentradora o hacia una cancha de acumulación de mineral. En esta operación se incluyen tareas de remoción y acopio del material fragmentado.

i) Acarreo

El acarreo es aquella actividad de traslado corto de material roto en la mina, es decir que el transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción y estarán ubicados en los frentes de operación, efectuados por los equipos Scoop tram.

j) Transporte

Es la etapa en donde el material es extraído del interior de la mina hacia el exterior, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de transporte de los que se disponen.

k) Ore pass

Sirven para trasladar el mineral de un nivel a otro nivel ya que es una labor minera de desarrollo ejecutado de forma vertical o semi vertical que sirve como medio de transporte del mineral o desmante de un nivel a otro.

l) Capacidad de carga

La capacidad de carga es el volumen de material que un equipo de carguío puede contener en un momento dado. La capacidad se puede expresar de dos maneras:



- Capacidad al ras: El volumen de material en una unidad de carguío o transporte cuando es llenado hasta el tope, pero sin material sobre los lados o llevado en algún accesorio externo como los dientes del balde.
- Capacidad colmada: Máximo volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede manejar cuando el material es acumulado sobre los lados del contenedor. Mientras que la capacidad rasa es una constante para un equipo dado, la capacidad colmada depende del material transportado y de sus propiedades (tamaño de granos, ángulo de reposo, etc.)

m) Capacidad de carga nominal

Es la capacidad de un equipo que viene determinado por la fábrica, La mayoría de los equipos están diseñados para movilizar un determinado peso, en lugar de un volumen máximo. Por lo tanto, el volumen de material manejado dependerá de la densidad del material, y variará con la densidad para un mismo equipo, mientras que el peso máximo es constante y es una función de la resistencia de los componentes del equipo.

n) Labores mineras

Son actividades que se desarrollan para empezar a explotar un yacimiento minero, a través de las labores mineras se podrá investigar a fondo el depósito minero que contiene el mineral económicamente útil y determinar sus características geológicas, mineralógicas, geomecánicas y otras propiedades: contenido metálico (ley del mineral), potencia, extensión, reservas, forma, afluencia del agua, elección del método de explotación, producción, etc., todo esto se conoce a través de las labores mineras.

o) Factor de esponjamiento



El incremento fracciona del volumen del material que ocurre cuando está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen insitu) y depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado). Puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje.

p) Factor de llenado

Un ajuste de la capacidad de llenado del cazo o tolva de equipos de carguío y transporte. Se expresa generalmente como una fracción decimal y corrige la capacidad del caso y tolva al volumen que realmente puede mover, dependiendo de las características del material y su ángulo de reposo, y la habilidad del operador del equipo para efectuar la maniobra de llenado.

q) Factor de acoplamiento

Es la relación existente entre la capacidad de producción de un equipo de transporte con respecto a la capacidad de carga dispuesta para dicho equipo de transporte

r) Tiempo

Es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación. El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro.

s) Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo que el equipo de carguío demora en cargar un equipo y transportarlo al sitio de descarga incluye además el tiempo ocupado en maniobras realizadas en esta operación. El tiempo de ciclo está compuesto por los tiempos fijos y los tiempos variables. Los primeros dependen de las condiciones bajo las cuales opera el equipo.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La Unidad Minera Orcopampa de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. se encuentra situada en la jurisdicción de departamento de Arequipa, Provincia de Castilla, Distritos de Chilcaymarca; donde se encuentra ubicada el área industrial de la mina, y el Distrito de Orcopampa; en donde se ubica la Planta de Beneficio y otras unidades auxiliares como oficinas y laboratorios.

Coordenadas geográficas:

- 15° 15'30" Latitud Sur.
- 72° 20'40" Longitud Oeste.
- Altitud es de 3,800 a 4,500 m.s.n.m.

Coordenadas UTM, en el sistema WGS84, son:

- 8 311 636 Norte.
- 785 235 Este.

3.1.1 Accesibilidad

Vía Aérea

- Viajes semanales: Lima – Arequipa – Orcopampa = 1.5 horas. Orcopampa – Arequipa = 20'.

Vía terrestre:

- Para acceder al yacimiento aurífero desde la ciudad de Arequipa, se utiliza la siguiente ruta:

Tabla 5.

Acceso a la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura.

Tramo	Distancia (km)	Tipo de vía
Arequipa – Aplao – Viraco – Orcopampa	370	Asfaltada- Afirmada
Arequipa – Aplao – Chuquibamba – Orcopampa	412	Asfaltada- Afirmada
Arequipa – Sibayo – Caylloma – desvío Mina Arcata – Orcopampa	320	Asfaltada- Afirmada

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación es científico ya que se ordena los procedimientos que se realiza en el sistema de carguio y extracción que se hace uso en la investigación científica para observar la extensión de nuestros conocimientos. Podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas y principios coherentemente concatenados (Sánchez & Reyes, 1996).

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada: según (Sánchez & Reyes, 1996), este tipo de investigación “Llamada también constructiva, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven”.

3.4 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es descriptivo, según (Hernández, 1997), porque describiremos las situaciones y eventos como se están manifestando, es decir, mediremos y evaluaremos los diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación consiste en evaluar los tiempos que se mueve el scooptram con carga y sin carga en cámara de carguio, para luego determinar los costos de carguio en función al rendimiento de scooptram.

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.6.1 Población.

El universo en las investigaciones naturales, es el conjunto de objetos, hechos, eventos que se van a estudiar con las variadas técnicas que hemos analizado supra. En las ciencias sociales la población es el conjunto de individuos o personas o instituciones que son motivo de investigación (Ñaupas Paitán, 2014).

La población involucrada que se tomará en balance en la presente investigación es toda la maquinaria pesada que se muestra en la tabla 6:

Tabla 6.

Equipos utilizados en las operaciones de limpieza y carguio de mineral.

Equipo	Marca	Modelo	Capacid. (yd³)	Cantidad (und)
Scoop Diesel	Cat	R1600H	6	2
Scoop Diesel	Cat	R1300G	4	2
Scoop Diesel	Atlas Copco	ST-2G	2,2	3
Total				7

Nota. Los equipos que se muestran en la tabla son utilizados en el proceso de limpieza y carguio en la U.O. Orcopampa.

3.6.2 Muestra.

La muestra es el subconjunto, o parte del universo o población, seleccionado por métodos diversos, pero siempre teniendo en cuenta la representatividad del



universo. Es decir, una muestra es representativa si reúne las características de los individuos del universo (Ñaupas Paitán, 2014).

- Scooptram CAT R1600H de 6 yd³ para el carguio de mineral en la Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

3.7 VARIABLES

3.7.1 Variable independiente.

- Uso de scooptram CAT R1600H de 6 yd³.

3.7.2 Variable dependiente.

- Costos de carguio de mineral.

Tabla 7.

Operacionalización de variables.

Variables	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente:		
Uso de Scooptram CAT R1600H de 6 yd ³ en el sistema de carguío en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de cámara. • Velocidad. • Tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Km/Hr. • Minuto
Variable Dependiente:		
Costo de carguio de mineral en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de Carguío 	<ul style="list-style-type: none"> • (\$/ton)



3.8 FUENTE DE DATOS

Dentro de la investigación existen fuentes primarias y secundarias. Los datos de fuentes primarias son datos con los que se trabaja en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Los datos de fuentes secundarias se obtendrán mediante las consultas bibliográficas.

3.9 RECOPIACIÓN DE LÍNEA BASE

Se realizó de forma directa en campo “in-situ” registrando los tiempos de los eventos importantes que involucran el servicio de carguío de mineral según programación semanal del área planeamiento mina. Entre los meses de agosto de 2020 hasta diciembre de 2020, durante 5 meses (guardia noche y día), en los cuales se ha tomado datos de los tiempos durante una semana/mes.

3.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.10.1 Técnicas.

Las técnicas utilizadas para desarrollar el presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Trabajo de campo.
- Trabajo de gabinete.

En el trabajo de campo se realizó la toma de datos de los siguientes ítems:

- Condiciones y características para el carguío (labores como, cortadas, secciones, radio de curvatura y distancias de cámara de acumulación a cámara de carguío).
- Desempeño de la velocidad de scoop tram.
- Procesamiento de datos del tiempo de carguío.
- Procesamiento de datos del tiempo de giro, posicionamiento y descarga.
- Eficiencia de operación.



- Determinación del ciclo total de carguío.

La información de gabinete, los instrumentos utilizados, así como los datos tomados en campo, permitirá obtener los objetivos propuestos en la investigación y a su vez demostrar la hipótesis.

3.10.2 Instrumentos.

Para la adquisición de datos para la presente investigación, se tienen instrumentos confiables, válidos y objetivos que se aplican a la muestra, por tanto, consideraremos los siguientes:

- Para registros de datos y mediciones:
 - Formato de control de tiempo de scooptram.
- Para efectuar controles y mediciones
 - Un distanciómetro de 150 m de alcance.
 - Horómetros de scooptram.
 - Reloj digital con cronometro y precisión al segundo.

3.11 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se buscaron tiempos óptimo de carguío del mineral y para ello se tomaron los controles de tiempo de carguío con scooptram de 6 yd³ en las cámaras de carguío tipo cruz y en la cámara de carguío tipo H, para luego revisar los datos que se obtiene en la toma de tiempos en el proceso de carguío.

Capacidad de carga y acarreo del equipo scooptram es de 6 Yd³.



3.12 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se utilizó el programa de Excel de Microsoft Office para el procesamiento de los datos obtenidos en campo y de los datos obtenidos del reporte de operación de equipos, asimismo se tomará en cuenta las condiciones para el tránsito de los equipos que se observó en el momento del carguío.

En esta sección se procesó los datos obtenidos mediante la elaboración de las tablas en excel con la finalidad de visualizar los cuadros de resumen según nuestro propósito para poder realizar su análisis posterior.

Se busca encontrar una similitud entre los diferentes criterios y todo se complementará con la información obtenida de las fuentes secundarias donde utilizando las mismas interrogantes, se buscará de igual manera encontrar la relación que pueda existir.

- Softwares aplicados:
 - Procesador de texto – Word 2018
 - Hoja de cálculo – Excel 2018

3.13 DESARROLLO DE MINA

La producción en cuerpos y vetas es determinada por cálculos analíticos en función a los rendimientos obtenidos a través de estudios de tiempo, control y seguimiento. También se comparan con las producciones históricas registradas por los levantamientos topográficos, mapeos geológicos y muestreo de leyes, ya que cada tajeo presenta una condición diferente con respecto a otro, para este análisis se toma en consideración los siguientes elementos de diseño.

- Definición del método de minado.
- Disponibilidad, utilización y eficiencia de equipos.



- Las características geomecánicas del mineral y la roca encajonante.
- La geometría de la veta Nazareno, en cuanto a su buzamiento y potencia.
- Las exigencias de producción y productividad de cada método de minado.
- Dilución del mineral.
- Infraestructura de ventilación, labores de preparación de ventanas o Accesos al cuerpo.
- Infraestructura de cámaras de carguío de mineral.

La productividad de los métodos de minado en combinación con las características físicas y geométricas del yacimiento, permite satisfacer la condición de desarrollar, preparar y minar en 3,612 Tm-diarías de material diluido a la planta concentradora, con una ley promedio superior a la ley de corte.

El estimado de costo de capital y costo operativo se ha basado en un nivel de producción promedio 3,612 Tm mineral/día, con una expectativa de producción total de 8,100,000 Tm de mineral diluido (27% de dilución promedio) a lo largo de la vida de la mina. Para este cálculo se ha considerado el material dentro de los límites de explotación y del último modelado de veta y estimación de recursos, correspondiente a los recursos medidos e indicados.

3.14 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El método de explotación a emplear es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado de manera técnico y económico más eficiente, define los principios generales según los que se ejecutan las operaciones unitarias y los criterios con respecto al tratamiento de las cavidades que deja la excavación.



La explotación de mineral se llevará a cabo entre las cotas 3,500 y 3,600. En la mina Orcopampa, se aplica varios métodos de explotación de acuerdo a las características del yacimiento, y las evaluaciones geomecánicas.

La mina fue dividida en 3 zonas, 2 de ellas ubicadas por encima del Nivel 3,500 y limitadas verticalmente, y la tercera zona ubicada debajo del Nivel 3,500 en sectores puntuales donde se cuenta con Recursos Indicados. Cada una de las zonas cuenta con su propio sistema de rampas y servicios. La rampa Raúl que se encuentra en el nivel 3800 es el acceso principal a la veta nazareno.

3.14.1 Método de corte y relleno ascendente con breasting.

Se ha seleccionado este método para la zona con las siguientes características: estructuras verticales o casi verticales, características físico- mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente), potencia de estructura moderada y con límites regulares ($RMR < 40$).

Los trabajos de minado se realizarán a lo largo de los 100m definidos como la unidad de minado en dos alas de explotación, las cuales desarrollarán las siguientes actividades: perforación, voladura, limpieza y sostenimiento de manera alternada con el fin de maximizar el uso de los equipos disponibles.

Se llegará a la zona central de la unidad de minado a través de ventanas, en donde conectarán con las labores de by-pass y las rampas. Las cámaras de carguío se ubicarán en los by-pass y los echaderos de mineral cruzarán los by-pass en forma vertical de tal manera de facilitar la extracción de mineral hacia el Nivel 3,500.

Cuando la estructura mineralizada exceda los 5 m en algunas zonas, el minado se llevará a cabo en dos etapas a través de paneles intercalados a lo largo de la veta.

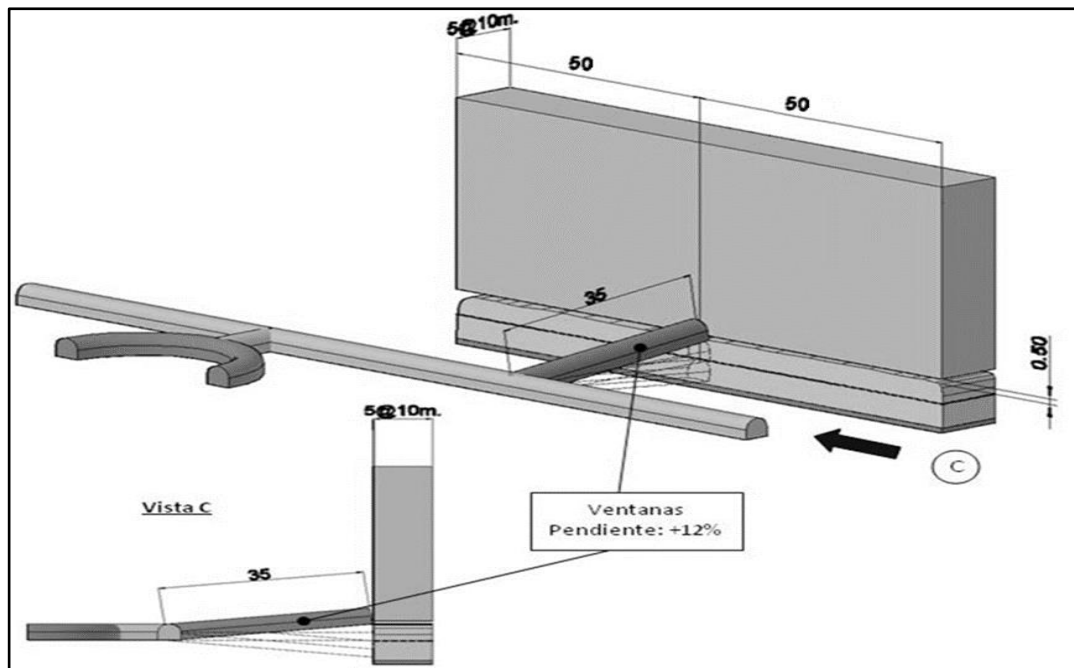


Figura 3. Explotación por corte y relleno (breasting).

Nota: tomada de (Apaza Chambi, 2018).

3.14.2 Método de tajeo por subniveles.

Este método consiste en la explotación de las vetas mediante subniveles construidos entre 10 y 20 m (cota piso). Posterior a la construcción de las labores de preparación, se efectúa perforación vertical con equipos Stop Master y Simba.

Este método es seleccionado para la zona central del depósito (3450) la cual se caracterizan por:

- ✓ Mejor calidad del macizo rocoso ($RMR > 40$),
- ✓ Se tiene un ancho de estructura mineralizada adecuado.

Los trabajos de minado se van a realizar a lo largo de los 100 m definidos como la unidad de minado en tres sectores divididos verticalmente.

Se accederá a la zona central de cada uno de los sectores a través de ventanas (Draw Point) horizontales, las cuales conectarán con las labores de by-pass y las

rampas. Las cámaras de carguío de mineral cruzarán los by-pass en forma horizontal de tal manera de facilitar la extracción de mineral.

En el siguiente gráfico se muestra las condiciones en las que se va a trabajar. Se nota, además, la división en paneles del cuerpo mineralizado que serán explotados.

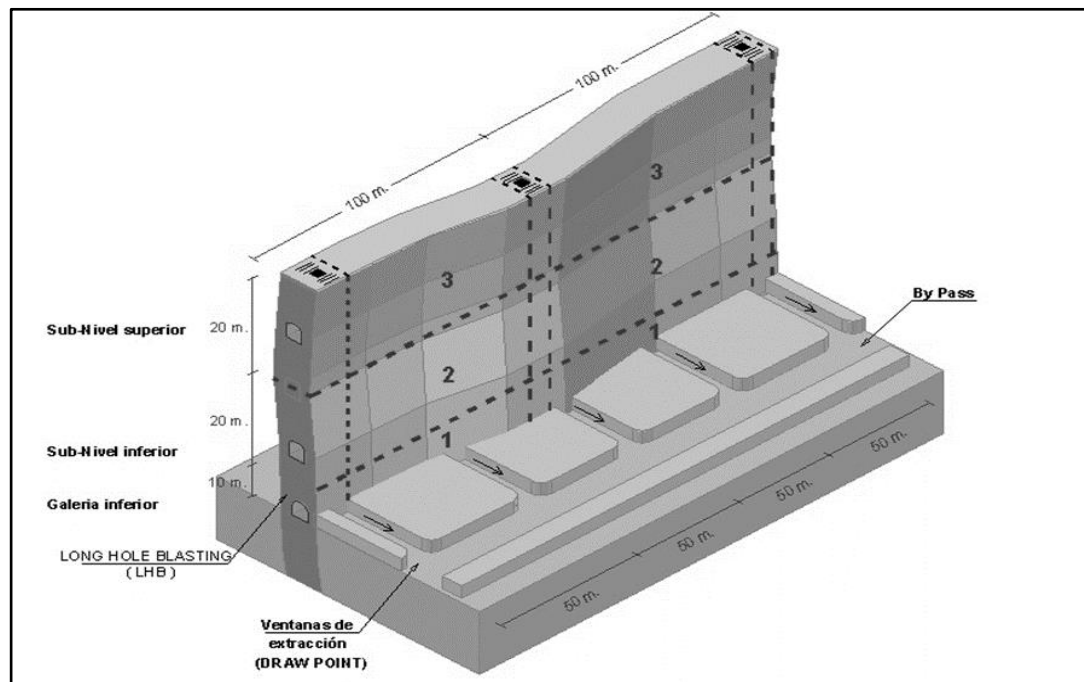


Figura 4. Esquemático de explotación por tajeo por subniveles.

Nota: tomada de (Cruz Chuctaya, 2018).

3.14.3 Definición de tajeo.

Para la definición del tajeo se ha usado una unidad de minado de 100 m de longitud a lo largo de la veta y 25 m de diferencia de cota que permite un arreglo adecuado para ambos métodos y así de esa forma mantener una estructura común de los niveles principales y del nivel de extracción.

Para la definición de tajos se tomó las siguientes consideraciones: Delimitación de los métodos de minado, geometría de la estructura mineralizada de veta nazareno, distribución de los recursos medidos e indicados.



3.14.4 Dilución.

La dilución depende de la selección del método de minado seleccionado, así como de la disposición geológica y geométrica del yacimiento. Para las zonas a ser explotadas por el método de Corte y relleno Ascendente se consideró una dilución de 25% y para las zonas a ser explotadas por el método de Tajeo por Subniveles se consideró una dilución de 30%, estos valores fueron tomadas en función y/o base de experiencias previas de la Compañía de Minas Buenaventura.

3.15 RAMPAS Y ACCESOS PRINCIPALES DE ACUERDO AL MÉTODO DE MINADO

Dependiendo del método de explotación a ser usado y la definición de los dos métodos de minado se mantendrá un arreglo diferente para las labores de acceso y by pass. Para el caso de tajeo por subniveles los by-passes se encontrarán espaciados verticalmente cada 8 o 10 m. Se realizó el arreglo general de las labores de preparación y accesos necesarios para la explotación de la veta Nazareno de acuerdo a las definiciones de cada método de explotación.

3.16 DISEÑO DE CÁMARAS DE CARGUÍO

3.16.1 Cámara de carguío tipo X.

El cámara de carguío tipo X es una apertura subterránea acondicionada, en el cual se posiciona el equipo de carguío para cargar el mineral y/o desmonte hacia los camiones volquete.

Este cámara de carguío directo se construyó con el fin de hacer el carguío de mineral procedente de los tajos, la cámara está ubicada a lo largo del by pass del nivel 3570 y está formado por las siguientes características:



- Estocadas que salen como brazos hacia ambos lados del by pass.
- Sección 4,0 m. x 4,0 m x 12 m de longitud y el otro brazo de 15 m de longitud.
- Radio de curvatura 8,0 m, y 7,48 m respetivamente.
- Realce para el carguío hasta una altura de 6,7 m.

3.16.2 Cámara de carguío tipo H.

Es una infraestructura integral diseñada para la extracción de mineral y desmonte generada por la explotación de tajos y avances lineales y tiene las siguientes características:

- Está formada por estocadas paralelas que salen como brazos hacia un lado del by pass de sección de 4,0 m. x 4,0 m x 20 m de longitud, la otra estocada se sección 3,5 x 3,5 y 15 m de longitud que conecta a las dos estocadas mencionadas anteriormente y dos estocadas de acumulación de mineral y desmonte de 12 m de longitud cada uno con sección de 3,5 m x 3,5 m.
- Radio de curvatura de 10,0 m, 6,0 m y 4,0 m respetivamente.
- Realce para el carguío hasta una altura de 6,7 m.

3.17 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS PARA OPERACIÓN MINA

Para la operación mina el requerimiento de equipos está basado en los rendimientos actuales de los diferentes equipos, la disponibilidad mecánica, así como la utilización.

Para poder elegir los equipos requeridos que permitan realizar el carguío y transporte del material es necesario considerar los siguientes aspectos:



- Producción diaria del material a mover (TM): El cual deberá estar íntegramente relacionado con la capacidad de las unidades que realicen el carguío y transporte de mineral y desmonte.
- Diseño de explotación: Permitirá elegir los equipos óptimos para poder cumplir con los objetivos de la empresa.

Considerando todos estos factores se puede indicar que los equipos diseñados para realizar el carguío, transporte y descarga de material por el sistema trackless son: los scooptrams, volquetes etc.

Los equipos que se utilizan en cada actividad se detallan a continuación.

Perforación: La perforación es la primera operación de todo ciclo de minado, cuyo propósito es abrir la roca con la finalidad de depositar en su interior cargas explosivas que, al detonar fragmenten a la roca en un tamaño deseado.(Alpaca Urquizo, 2019).

Los equipos de perforación a utilizar son:

- Jumbos electrohidráulicos de 1 brazo con viga telescópica de 14' a 8' para los avances horizontales.
- jumbos electrohidráulicos con kit de perforación para taladros largos y taladros de producción en el método tajeo por subniveles.

a. Limpieza, Acarreo y Carguío: Estas operaciones se realizarán con el uso de equipos LHD (scooptram).

LHD: Es un equipo Limpieza, de carga, transporte y descarga, que son altamente maniobrables y permiten alcanzar una productividad excepcional. Además, dentro de sus características, presentan motores diésel poderosos de bajo

consumo de combustible, altas fuerzas de arranque y controles ergonómicos.(Anchiraico Giraldo & Rojas Oré, 2020)

Los LHDs son equipos de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en mina subsuelo o en zonas confinadas. El scoop tram se diseña para levantar cargas pesadas y son principalmente necesarios en labores de subsuelo, debido al tamaño limitado de las labores. Debido a la posición del asiento del operario, puede viajar en marcha adelante, así como en una marcha reversa. (Quispe Mamani, 2017).

Los equipos de carguío a utilizar son:

- Scoop Tram Diesel Atlas Copco ST-2G 2,2 yd³, realizan trabajos de limpieza desde los tajos hacia los echaderos o cámaras de acumulación, asimismo estos equipos son utilizados para el traslado de equipos y materiales para la operación mina.
- Scoop Trams Diesel de 4 yd³ para las zonas que serán explotadas por corte y relleno y si no se dispone de este equipo se utilizará el equipo LHD de 6 yd³.



Figura 5. Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1300G.

Nota: tomada de (Catalogo Caterpillar, 2000).

- Scoop Trams Diesel de 6 yd³ para las zonas que serán explotadas por tajeo por subniveles.



Figura 6. Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1600H.

Nota: tomada de (Catalogo Caterpillar, 2000).

- b. Acarreo y Transporte:** esta operación se realizará con el uso de equipos como: camiones FMX- volvo de 25-30 Tn de capacidad: Entre los sistemas de transporte de mineral y desmonte se utilizan camiones volquetes diesel por su mayor movilidad y flexibilidad, adaptándose fácilmente a las condiciones de trabajo de explotación.
- c. Sostenimiento:** teniendo en cuenta el comportamiento de la roca se emplearán jumbos emperadores para la colocación de pernos de sostenimiento en las labores horizontales, mallas de acero según las condiciones de terreno. Los trabajos de sostenimiento con shotcrete se realizan con máquinas shotcreteras manuales de 5 m³/h de capacidad.

3.18 COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS SCOOP TRAM Y VOLQUETE

El costo horario de los equipos que intervienen en proceso de carguío, acarreo y transporte constituyen elementos de la estructura de costos, que tiene gran

implicancia dentro del proceso productivo de la minería. Con el desarrollo con el que se viene dando a nivel nacional e internacional, es necesario brindar un marco básico que organice, aclare y facilite la determinación de este costo en el proceso productivo.

En la tabla N° 8 y N° 9 se tiene el resumen de los costos horarios de los equipos de operación, establecidos en la Unidad Operativa Orcopampa.

Tabla 8.

Resumen del costo horario de alquiler de equipos trackless.

Equipo	Marca	Modelo	Capaci.	Propiedad US\$/hr	Operación US\$/hr	Sub Total US\$/hr	Costo Operador US\$/hr	Costo DirecU S\$/hr	US\$/hr Utilidad 10%	Costo Total US\$/hr
Scoop Diesel	Cat	R1600H	6 yd3	63,50	68,87	132,37	17,12	149,49	14,95	164,44
Scoop Diesel	Cat	R1300G	4 yd3	49,57	55,56	105,13	17,12	122,25	12,23	134,48
Scoop Diesel	Atlas Copco	ST-2G	2.2 yd3	30,29	37,82	68,11	19,16	87,27	8,73	96,00
Boomer	Atlas Copco	T1D		60,78	64,24	125,02	45,59	170,61	17,06	187,67
Lanzador	Putzm.	SMP 4210		44,21	41,31	85,52	32,89	118,41	11,84	130,25
Mixer	Carmix	5.5XL	5.5 m3	20,13	30,14	50,27	0,00	50,27	5,03	55,30

Nota: Costos y productividad U. O. Orcopampa

Tabla 9.

Promedio del costo horario de alquiler de Volquetes Volvo FMX.

Meses	Descripción					
	Capacidadm3	Combustible \$/gl	Factor	Precios Variab. US\$/Hr	Precios Fijos US\$/Hr	Costo Unit. US\$/Hr
Junio	20	3,39	6,47	22,11	36,08	58,19
Julio	20	3,32	6,47	22,09	36,08	58,17
Agosto	20	3,27	6,47	21,59	36,08	57,67
Setiembre	20	3,40	6,47	22,05	36,08	58,13
Octubre	20	3,41	6,47	22,1	36,08	58,18
Noviembre	20	3,40	6,47	22,14	36,08	58,22
Diciembre	20	3,41	6,47	22,16	36,08	58,24
Promedio	20	3,37	6,47	22,03	36,08	58,11

Nota: Costos y productividad U. O. Orcopampa



3.19 COMPATIBILIDAD ENTRE VOLQUETE Y EL EQUIPO DE CARGUÍO

Para poder desarrollar eficazmente el ciclo de carguío, deberá existir un equilibrio entre los equipos que realicen el carguío (scoops) y los que realicen el transporte (volquetes). Por lo que esto dependerá exclusivamente del número de pases para llenar un volquete.

Teóricamente se considera que el número de pases del material a cargar sobre la tolva de las unidades deberá oscilar entre 4 pases con el scooptram de 6 yd³ y 6 pases con el scooptram de 4 yd³.

Considerando todos estos detalles, se determinó el uso de un scoop tram para el carguío marca CAT R1600H de 4,59 m³ de capacidad nominal, el cual realiza el carguío de mineral y desmonte en todas las estaciones de carguío de interior mina.

3.20 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

El área de trabajo de estudio en la Unidad Minera Orcopampa involucra las estaciones de cámara de carguío tipo X en el nivel 3570 y tipo H en el nivel 3550, donde se ubican o se estacionan los volquetes para el carguío correspondiente de mineral.

El proceso principalmente inicia cuando el mineral es acarreado con el equipo scoop tram hacia las ventanas donde está a la espera los volquetes. Teniendo presente que con este método de carguío se tiene demoras operativas por la circulación diaria de camionetas y/o otros equipos de operación mina.

3.20.1 Condiciones operativas reales para el carguío.

En Orcopampa el carguío y acarreo de mineral de los tajeos hacia los volquetes se realiza de 2 formas, como se detallan a continuación.

a. Extracción mediante ore pass.



El mineral de los tajeos, mediante soop tram es vertido hacia el ore pass. El carguío de mineral se realiza mediante estas chimeneas donde se acumula el material y una tolva neumática de control ubicadas en las cámaras de extracción, desde aquí es cargado directamente a los volquetes, el proceso se inicia cuando el mineral es acarreado desde el tajo por medio de scoops de 2,2 yd³ y 4 yd³ de capacidad hacia los echaderos. El problema por este método radica en lo dilatado que se realiza el carguío incrementando así las demoras operativas a un volquete, existe también el problema del campaneio de las tolvas debido a lo gredoso y arcilloso del material llegando a tener tiempos muertos considerables ya que de no poder solucionar el problema de campaneio se procede a realizar el plasteo a final de guardia.

b. Extracción mediante transferencia scooptram – volquete.

Se realiza mediante cámaras de carguío en donde se realiza la transferencia entre el scooptram de 6 yd³ desde las cámaras de acumulación hacia los volquetes de 25 Tm y 30 Tm de capacidad.

3.20.2 Demoras operativas en el proceso de carguío de minerales.

Se realizo un seguimiento diario del ciclo de carguío y por ende se priorizo las demoras operativas en el carguío, acarreo de minerales por los diferentes niveles de explotación en el desarrollo de operaciones de la mina.

Se debe tener en cuenta que el tiempo del ciclo total de carguío determinará el número de viajes por hora (viajes/hora) y es evidente que la empresa tendrá como objetivo realizar el mayor número de viajes por hora como le sea posible y por lo tanto en la medida de lo posible se pretende y se hace que las demoras operativas perjudiquen en el proceso de transporte de minerales.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE CARGUÍO DEL SCOOP TRAM – VOLQUETE

Este proceso se inicia desde que el volquete se estaciona en la cámara de carguío, para ello se cuenta con 1 scooptram de 6 yd³ de capacidad exclusivo para el carguío hacia la tolva del volquete.

Para realizar el análisis correspondiente se tiene los siguientes parámetros de los equipos utilizados en la Unidad Minera Orcopampa.

- **Parámetros para el rendimiento de scooptram**

Para el cálculo del rendimiento horario de la flota de scooptrams, se tomarán parámetros operacionales de limpieza con las que se trabaja en la unidad, las mismas son más referidos a la capacidad de los equipos y las características del mineral a ser acarreado.

Tabla 10.

Parámetros operacionales en carguío de mineral.

Parámetros operacionales en carguío de mineral		
Parámetros	Ratio	Unidad
Capacidad de Cuchara	6	yd ³
Capacidad de Cuchara	4,59	m ³
Factor de Conversión	0,765	f
Factor de Carga	0,85	Fc%
Esponjamiento Mineral	0,45	e%
Densidad Mineral	2,30	Ton/m ³

Nota: Parámetros operacionales tomadas en la U. O. Orcopampa - Área Mina.



Para poder calcular el tiempo total de carguío del scoop en llenar al volquete se deberá conocer el número total de pases que realiza el scoop para el carguío completo al volquete y poder llenar de mineral a un volquete, el número de pases que hará el Scoop estará dado por:

$$N^{\circ} = \frac{Q}{C * f * e * Pe}$$

Para nuestro caso, los datos son los siguientes:

Q : 25 TM

C : 4,59 m³

Fll: 0,85%

P.e. : 3,24 TM/ m³

e : 45 %

Reemplazando Datos.

$$N^{\circ} \text{ de Pases} = \frac{25}{4,59 * 0,85 * 0,45 * 3,24}$$

$$N^{\circ} \text{ de Pases} = 4,0$$

Por lo que para poder llenar un volquete en su totalidad el scooptram de 6 yd³ necesita realizar 4 ciclos en su totalidad.

4.1.1 Consideraciones para la toma de tiempos de carguío.

- El equipo de carguío es un Scoop de 6 yd³.
- El material a cargar es de buena fragmentación, según las condiciones de voladura.
- Será restringido el tránsito de vehículos y peatones, mediante caballetes y vigías durante el proceso de carguío.

- La vía de recorrido entre la estación de carguío y el volquete se encontrará en buenas condiciones, ya que estos accesos tendrán un mantenimiento periódico.
- La velocidad promedio de acarreo del scooptram en el ciclo:

Tabla 11.

Velocidad promedio de acarreo del scooptram mineral.

Velocidad promedio de scoop tram		
Cámara de carguío	Velocidad (km/h)	
	Cargado	Vacío
Cámara de carguío tipo cruz	4,5	6
Cámara de carguío tipo H	4,5	6

Nota: Los promedios de la velocidad del equipo scooptram fueron tomados de U.O. Orcopampa - Área Mina.

- La distancia que recorre el equipo de carguío desde la cámara de acumulación hasta la cámara de carguío según estándar es:

Tabla 12.

Distancias de cámara de acumulación hasta la cámara de carguío

Descripción	Tipo X	Tipo H
Distancia	metros	metros
Dist. desde cámara de acumul. a Punto de Descarga	18	34

Nota: Distancias que recorre el scooptram de acuerdo al tipo de cámara de carguío en la U.O. Orcopampa - Área Mina.



4.2 TIEMPO DE CARGUÍO DEL SCOOP – VOLQUETE EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO X

4.2.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga.

Al momento de llegar los volquetes a la cámara de carguío, para poder realizar el giro deben ingresar hacia las ventanas y girar hasta estar en posición de su salida, en ese momento el scoop tram de 6 yd³ estará esperando con carga en el lampón, el volquete tendrá que avanzar hasta posicionar su tolva debajo del lampón del scooptram de 6 yd³, para que el scoop tram pueda descargar, una vez descargada sobre la tolva del volquete, el volquete tendrá que retroceder para que el scoop tram ingrese nuevamente a la estocada donde esta acumulada el mineral para cargar en el lampón y retroceder a la estocada 2 y levantar el lampón para que el volquete se adelante y se posicione debajo del lampo para posteriormente descargar sobre la tolva del volquete, cada volquete se llena con cuatro lamponadas del scooptram de 6 yd³.

Los tiempos obtenidos de giro y posicionamiento del volquete en la cámara de carguío tipo X, se detalla en la tabla 13, tabla 14, tabla 15 y tabla 16.

En la tabla 13 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC570 en la guardia de turno día, se tomó datos durante el carguío de 3 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 3 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 13.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 3 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h.mm:ss)	Tiempo trans. carga (h.mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h.mm:ss)	Tiempo descarga (h.mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h.mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h.mm:ss)	Tiempo de ciclo (h.mm:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:40
1	1	00:00:12	00:00:16	00:00:09	00:00:10	00:00:10	00:00:13	00:01:10
	2	00:00:10	00:00:18	00:00:13	00:00:13	00:00:09	00:00:13	00:01:16
	3	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:12	00:00:12	00:00:11	00:01:10
	4	00:00:12	00:00:16	00:00:10	00:00:20	00:00:12	00:00:13	00:01:23
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:39
		Demora de volquete en giro						00:01:45
2	1	00:00:15	00:00:16	00:00:11	00:00:14	00:00:11	00:00:12	00:01:19
	2	00:00:10	00:00:15	00:00:12	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:09	00:00:12	00:00:08	00:00:12	00:01:08
	4	00:00:12	00:00:19	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:11	00:01:23
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
		Demora de volquete en giro						00:01:42
3	1	00:00:09	00:00:17	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:08
	2	00:00:13	00:00:15	00:00:09	00:00:11	00:00:10	00:00:16	00:01:14
	3	00:00:10	00:00:16	00:00:12	00:00:12	00:00:15	00:00:15	00:01:20
	4	00:00:12	00:00:15	00:00:09	00:00:18	00:00:08	00:00:13	00:01:15
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:39
Promedio		00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:13	00:00:10	00:00:13	00:01:15
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:06:41
		Total, del ciclo de carguío de mineral a 3 volquetes						00:20:02

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo X en la U.O. Orcopampa.

En la tabla 14 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC570 en la guardia de turno noche, se tomó datos durante el carguío de 4 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 4 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 14.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 4 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h.mm:ss)	Tiempo trans. carga (h.mm:ss)	Tiempo posic. volq. (h.mm:ss)	Tiempo descarga (h.mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h.mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h.mm:ss)	Tiempo de ciclo (h.mm:ss)
Demora de volquete en giro								00:01:40
1	1	00:00:09	00:00:19	00:00:08	00:00:11	00:00:09	00:00:14	00:01:10
	2	00:00:14	00:00:17	00:00:14	00:00:07	00:00:11	00:00:15	00:01:18
	3	00:00:12	00:00:19	00:00:11	00:00:06	00:00:10	00:00:17	00:01:15
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:01:18
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:41
Demora de volquete en giro								00:01:45
2	1	00:00:10	00:00:21	00:00:11	00:00:06	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:18	00:00:12	00:00:07	00:00:08	00:00:17	00:01:11
	3	00:00:13	00:00:15	00:00:09	00:00:09	00:00:11	00:00:15	00:01:12
	4	00:00:12	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:15	00:01:16
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:37
Demora de volquete en giro								00:01:40
3	1	00:00:14	00:00:16	00:00:11	00:00:05	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	2	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:14	00:00:16	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:13	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:01:13
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:30
Demora de volquete en giro								00:01:42
4	1	00:00:16	00:00:13	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:16
	2	00:00:13	00:00:14	00:00:14	00:00:05	00:00:11	00:00:13	00:01:10
	3	00:00:12	00:00:15	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:10	00:01:22
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:39
Promedio		00:00:12	00:00:17	00:00:11	00:00:10	00:00:11	00:00:14	00:01:14
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:37
Total del ciclo de carguío de mineral a 4 volquetes								00:26:27

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo X en la U.O. Orcopampa.

En la tabla 15 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC570 en la guardia de turno día, se tomó datos durante el carguío de 5 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 5 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 15.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 5 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h.mm:ss)	Tiempo trans. carga (h.mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h.mm:ss)	Tiempo descarga (h.mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h.mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h.mm:ss)	Tiempo de ciclo (h.m:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:40
1	1	00:00:11	00:00:17	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:13	00:01:20
	2	00:00:09	00:00:19	00:00:12	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:17
	3	00:00:10	00:00:18	00:00:14	00:00:09	00:00:09	00:00:16	00:01:16
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:11	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:01:13
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:46
		Demora de volquete en giro						00:01:45
2	1	00:00:12	00:00:18	00:00:10	00:00:09	00:00:11	00:00:14	00:01:14
	2	00:00:08	00:00:19	00:00:09	00:00:08	00:00:14	00:00:12	00:01:10
	3	00:00:09	00:00:15	00:00:13	00:00:08	00:00:10	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:12	00:00:16	00:00:12	00:00:14	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:36
		Demora de volquete en giro						00:01:42
3	1	00:00:16	00:00:14	00:00:11	00:00:07	00:00:14	00:00:12	00:01:14
	2	00:00:09	00:00:16	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:15	00:01:12
	3	00:00:21	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:10	00:00:10	00:01:13
	4	00:00:11	00:00:19	00:00:14	00:00:16	00:00:11	00:00:12	00:01:23
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
		Demora de volquete en giro						00:01:42
4	1	00:00:11	00:00:14	00:00:14	00:00:09	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:09	00:00:13	00:01:03
	3	00:00:07	00:00:18	00:00:14	00:00:09	00:00:13	00:00:15	00:01:16
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:11	00:00:17	00:00:15	00:00:17	00:01:26
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:40
		Demora de volquete en giro						00:01:42
5	1	00:00:09	00:00:20	00:00:18	00:00:07	00:00:12	00:00:14	00:01:20
	2	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:16	00:01:15
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:15	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:48
Promedio		00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:11	00:00:12	00:00:14	00:01:15
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:06:43
		Total del ciclo de carguío de mineral a 5 volquetes						00:33:34

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo X en la U.O. Orcopampa.

En la tabla 16 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío

CC570 en la guardia de turno noche, se tomó datos durante el carguío de 6 volquetes,

cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 6 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 16.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 6 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h.m:ss)	Tiempo trans. carga (h.m:ss)	Tiempo posicion. volq. (hmm:ss)	Tiempo descarga (h.mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h.mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h.mm:ss)	Tiempo de ciclo (h.mm:ss)	
		Demora de volquete en giro							00:01:38
1	1	00:00:10	00:00:15	00:00:12	00:00:08	00:00:11	00:00:13	00:01:09	
	2	00:00:13	00:00:17	00:00:11	00:00:09	00:00:12	00:00:12	00:01:14	
	3	00:00:11	00:00:19	00:00:14	00:00:11	00:00:10	00:00:15	00:01:20	
	4	00:00:12	00:00:16	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:12	00:01:20	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:41
		Demora de volquete en giro							00:01:41
2	1	00:00:12	00:00:16	00:00:10	00:00:10	00:00:15	00:00:14	00:01:17	
	2	00:00:13	00:00:15	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:14	
	3	00:00:15	00:00:17	00:00:13	00:00:09	00:00:09	00:00:11	00:01:14	
	4	00:00:08	00:00:15	00:00:13	00:00:17	00:00:11	00:00:16	00:01:20	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:46
		Demora de volquete en giro							00:01:42
3	1	00:00:16	00:00:18	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:20	
	2	00:00:08	00:00:16	00:00:14	00:00:08	00:00:09	00:00:12	00:01:07	
	3	00:00:07	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:11	00:00:14	00:01:10	
	4	00:00:06	00:00:19	00:00:10	00:00:19	00:00:03	00:00:16	00:01:13	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:32
		Demora de volquete en giro							00:01:41
4	1	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:07	00:00:09	00:00:16	00:01:12	
	2	00:00:12	00:00:15	00:00:13	00:00:07	00:00:11	00:00:13	00:01:11	
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:06	00:00:12	00:00:17	00:01:12	
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:16	00:00:13	00:00:16	00:01:22	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:38
		Demora de volquete en giro							00:01:37
5	1	00:00:10	00:00:17	00:00:11	00:00:11	00:00:16	00:00:13	00:01:18	
	2	00:00:08	00:00:19	00:00:13	00:00:10	00:00:12	00:00:14	00:01:16	
	3	00:00:06	00:00:19	00:00:12	00:00:11	00:00:10	00:00:16	00:01:14	
	4	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:01:19	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:44
		Demora de volquete en giro							00:01:42
6	1	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:11	
	2	00:00:11	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:14	00:01:16	
	3	00:00:15	00:00:18	00:00:11	00:00:08	00:00:12	00:00:16	00:01:20	
	4	00:00:11	00:00:17	00:00:13	00:00:16	00:00:09	00:00:15	00:01:21	
		Tiempo total que demora en cargar un volquete							00:06:50
Promedio		00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15	
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete							00:06:42
		Total del ciclo de carguío de mineral a 6 volquetes							00:40:11

Nota: tiempos tomados en cámara de carguío tipo X en la U.O. Orcopampa.

4.2.2 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo X.

El acarreo de mineral proveniente de los tajos corresponde del nivel 3570 y en el mismo nivel se encuentra la cámara de carguío, generalmente el acarreo en esta cámara se realiza con los scoop tram de 2.2 yd³ desde los frentes (tajos) hacia los cámaras de acumulación y desde aquí se realiza el carguío con scoop de 6 yd³ hacia los volquetes. Los tiempos promedio obtenido se muestra en la tabla 17.

Tabla 17.

Tiempos promedio de carguío mediante la cámara de carguío tipo X.

Turno	Tiempo promedio de rendimiento de scooptram						
	Tiempo de cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo trans. carga (h.mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h.mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h.mm:ss)	Tiempo de ciclo (h.mm:ss)
Día	00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:13	00:00:10	00:00:13	00:01:15
Noche	00:00:12	00:00:17	00:00:11	00:00:10	00:00:11	00:00:14	00:01:14
Día	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:11	00:00:12	00:00:14	00:01:15
Noche	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15
Promedio resumen	00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15

Nota: Resumen de tiempos promedio tomados en cámara de carguío tipo X en la U.O. Orcopampa.

4.2.3 Determinación de la productividad en cámara de carguío tipo X.

a. Cálculo de tiempo de ciclo de carguío.

$$\text{Tiempo ciclo (min)} = 01:15(\text{mm. ss.}) = 1.25 \text{ min}$$

b. Cálculo de rendimiento de scooptram.

Capacidad nominal de cuchara (yd³) : 6 yd³

Capacidad efectiva cuchara (m³) : $(6 \text{ yd}^3) * (0,765 \text{ m}^3) = 4,59 \text{ m}^3$

$$(4,59 \text{ m}^3) * (0,85) = 3,90 \text{ m}^3$$



Cálculo de toneladas por viaje : (Ton/viaje)

$$Ton/viaje = \frac{Cc * Fc * D}{1 + Fe}$$

$$Ton/viaje = \frac{4,59m^3 * 0,85 * 2,3 ton/m^3}{1 + 0,45}$$

$$= \mathbf{6,19 ton/viaje}$$

c. Eficiencia

Para determinar el número de minutos por hora se considera 15% de tiempos muerto.

$$= 60 \text{ min} * 15\% = 51 \text{ min}$$

Número de viajes por hora (N° viajes/hr)

$$N^{\circ} \frac{viajes}{hr} = \frac{1 \text{ hr (mm:ss)}}{Tc \text{ prom (mm:ss)}}$$

$$N^{\circ} \frac{viajes}{hr} = \frac{51:00}{01:15}$$

$$N^{\circ} \frac{viajes}{hr} = \mathbf{40,8}$$

Cálculo de eficiencia horaria (Ton/hora)

$$Rend \text{ Efic.} \frac{Ton}{hr} = \left(40,8 \frac{viajes}{hr}\right) * \left(6,19 \frac{ton}{viaje}\right)$$

$$Rend \text{ Efic.} = \mathbf{252,55 \frac{Ton}{hr}}$$

Cálculo de eficiencia horaria (m3/hora)

$$Rend \text{ Efic.} \frac{m^3}{hr} = \left(252,55 \frac{Ton}{hr}\right) / \left(2,30 \frac{Ton}{m^3}\right)$$

$$Rend\ Efic. = 109,80 \frac{m^3}{hr}$$

4.2.4 Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo X.

Tabla 18.

Cálculo de costos en cámara de carguío tipo X.

Scoop Tram	Costo horario (\$/hora)	Efic. hor. (ton / hora)	Efic. hor. (m ³ / hora)	Costo (\$/ton)	Costo (\$/m ³)
CAT R1600H 6 yd ³	164,44	252,55	109,80	0,65	1,50

4.3 TIEMPO DE CARGUÍO DEL SCOOP AL VOLQUETE EN LA CÁMARA DE CARGUÍO TIPO H.

4.3.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga.

Al momento de llegar los volquetes a la cámara de carguío, para poder ingresar deben realizarlo de retro, hasta posicionarse la tolva del volquete perpendicular a la rampa de la cámara, una vez posicionado el volquete el scoop de 6 yd³ inicia a descargar el lampón que había cargado mientras se posicionaba el volquete, una vez descargado el primer lampón, el scoop retrocede y nuevamente carga en su lampón y nuevamente ingresa a la rampa para realizar la descarga, el volquete se llena en cuatro lamponadas del scoop de 6 yd³.

En la cámara de carguío tipo H también se puede utilizar el scoop de 4 yd³ para realizar el carguío, esto en casos que no hay disponibilidad de los equipos de 6 yd³.

Los tiempos obtenidos de giro y posicionamiento del volquete en la cámara de carguío tipo H, se detalla en la tabla 19, tabla 20, tabla 21, y tabla 22.



En la tabla 19 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC550 en la guardia de turno día, se tomó datos durante el carguío de 3 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 3 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 19.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 3 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh.mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh.mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
1	1	00:00:16	00:00:12	00:00:24	00:00:06	00:00:58
	2	00:00:15	00:00:11	00:00:19	00:00:11	00:00:56
	3	00:00:17	00:00:15	00:00:21	00:00:09	00:01:02
	4	00:00:16	00:00:10	00:00:18	00:00:15	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
2	1	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:05	00:00:55
	3	00:00:17	00:00:15	00:00:21	00:00:06	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:12	00:00:22	00:00:12	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:14
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
3	1	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:12	00:01:01
	2	00:00:16	00:00:12	00:00:19	00:00:10	00:00:57
	3	00:00:18	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:59
	4	00:00:17	00:00:09	00:00:24	00:00:11	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:18
Promedio		00:00:16	00:00:11	00:00:21	00:00:10	00:00:59
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete				00:05:17
		Total del ciclo de carguío de mineral a 3 volquetes				00:15:51

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo H en la U.O. Orcopampa.



En la tabla 20 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC550 en la guardia de turno noche, se tomó datos durante el carguío de 4 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 4 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 20.

Tiempo de carguío con scoop trams de 6 yd³ a 4 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh.mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh.mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:23
1	1	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:58
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:10	00:01:00
	3	00:00:19	00:00:10	00:00:21	00:00:13	00:01:03
	4	00:00:18	00:00:11	00:00:22	00:00:12	00:01:03
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:27
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
2	1	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:16	00:00:08	00:00:24	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:09	00:00:25	00:00:06	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
3	1	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:12	00:01:01
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	4	00:00:16	00:00:14	00:00:22	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:21
4	1	00:00:18	00:00:12	00:00:23	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:58
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:04
	4	00:00:17	00:00:11	00:00:24	00:00:09	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:28
Promedio		00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:01
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete				00:05:24
		Total del ciclo de carguío de mineral a 4 volquetes				00:21:37

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo H en la U.O. Orcopampa.

Tabla 21.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 5 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh.mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh.mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
1	1	00:00:19	00:00:12	00:00:20	00:00:12	00:01:03
	2	00:00:16	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:56
	4	00:00:18	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:01:02
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:17
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:23
2	1	00:00:18	00:00:13	00:00:19	00:00:06	00:00:56
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:07	00:00:57
	3	00:00:15	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:13	00:00:23	00:00:14	00:01:05
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
3	1	00:00:18	00:00:12	00:00:21	00:00:06	00:00:57
	2	00:00:17	00:00:14	00:00:20	00:00:08	00:00:59
	3	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:09	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:21	00:00:10	00:00:56
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:11
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:18
4	1	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:09	00:00:59
	2	00:00:18	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	3	00:00:16	00:00:08	00:00:25	00:00:08	00:00:57
	4	00:00:18	00:00:12	00:00:26	00:00:11	00:01:07
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
5	1	00:00:16	00:00:11	00:00:20	00:00:11	00:00:58
	2	00:00:17	00:00:12	00:00:24	00:00:09	00:01:02
	3	00:00:19	00:00:14	00:00:21	00:00:07	00:01:01
	4	00:00:15	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:00
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:23
Promedio		00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:09	00:01:00
		Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete				00:05:19
		Tiempo total de carguío de mineral a 5 volquetes				00:26:33

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo H en la U.O. Orcopampa.

En la tabla 21 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC550 en la guardia de turno día, se tomó datos durante el carguío de 5 volquetes,



cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 5 viajes para realizar el análisis correspondiente.

Tabla 22.

Tiempo de carguío con scooptrams de 6 yd³ a 6 volquetes.

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh.mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh.mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
1	1	00:00:17	00:00:09	00:00:25	00:00:09	00:01:00
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:07	00:00:57
	3	00:00:19	00:00:12	00:00:24	00:00:09	00:01:04
	4	00:00:16	00:00:12	00:00:22	00:00:07	00:00:57
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:17
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
2	1	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:08	00:00:58
	2	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:08	00:00:57
	3	00:00:14	00:00:12	00:00:25	00:00:07	00:00:58
	4	00:00:16	00:00:14	00:00:20	00:00:19	00:01:09
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:26
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
3	1	00:00:15	00:00:12	00:00:25	00:00:06	00:00:58
	2	00:00:18	00:00:10	00:00:24	00:00:09	00:01:01
	3	00:00:17	00:00:07	00:00:25	00:00:07	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:18	00:00:19	00:00:17	00:01:09
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:26
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
4	1	00:00:18	00:00:12	00:00:22	00:00:09	00:01:01
	2	00:00:15	00:00:14	00:00:20	00:00:07	00:00:56
	3	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:08	00:01:01
	4	00:00:17	00:00:11	00:00:24	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:24
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:28
5	1	00:00:18	00:00:12	00:00:20	00:00:07	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:23	00:00:06	00:00:55
	3	00:00:16	00:00:11	00:00:19	00:00:09	00:00:55
	4	00:00:17	00:00:16	00:00:19	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
6	1	00:00:14	00:00:14	00:00:20	00:00:18	00:01:06
	2	00:00:17	00:00:12	00:00:22	00:00:07	00:00:58
	3	00:00:17	00:00:11	00:00:23	00:00:09	00:01:00
	4	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:11	00:01:00
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:24
Promedio		00:00:17	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:01:00
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:23
Total del ciclo de carguío de mineral a 6 volquetes						0:32:16

Nota: Tiempos tomados en cámara de carguío tipo H en la U.O. Orcopampa.



En la tabla 22 se muestra los tiempos de carguío detallados en la cámara de carguío CC550 en la guardia de turno noche, se tomó datos durante el carguío de 6 volquetes, cada volquete contó con 4 pases de mineral (scoop – volquete), obteniendo tiempos promedios por cada viaje y finalmente se obtuvo el promedio total de los 6 viajes para realizar el análisis correspondiente.

4.3.2 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo H.

El acarreo de mineral proveniente de los tajos corresponde del nivel 3550 y en el mismo nivel se encuentra la cámara de carguío, generalmente el acarreo en esta cámara se realiza con los scoop tram de 2.2 yd³ desde los frentes (tajos) hacia los cámaras de acumulación y desde aquí se realiza el carguío con scoop de 6 yd³ hacia los volquetes. Los tiempos promedio obtenido se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

Tiempos promedio de carguío mediante la cámara de carguío tipo H.

Turno	Tiempo promedio de rendimiento de scooptram				
	Tiempo ida sin carga (hh.mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh.mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh.mm:ss)	Tiempo descarga (hh.mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh.mm:ss)
Dia	00:00:16	00:00:11	00:00:21	00:00:10	00:00:59
Noche	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:01
Dia	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:09	00:01:00
Noche	00:00:17	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:01:00
Promedio resumen	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:10	00:01:00

Nota: Resumen de tiempos tomados en cámara de carguío tipo H en la U.O. Orcopampa.

4.3.3 Determinación de la productividad en cámara de carguío tipo H.

c. Cálculo de tiempo de ciclo de carguío.

$$Tiempo\ ciclo\ (min) = 01:00(mm.\ ss.) = 1\ min$$

d. Cálculo de rendimiento de scoop tram.

Capacidad nominal de cuchara (yd³) : 6 yd³



$$\text{Capacidad efectiva cuchara (m}^3\text{)} : (6 \text{ yd}^3) * (0,765 \text{ m}^3) = 4,59 \text{ m}^3$$

$$(4,59 \text{ m}^3) * (0,85) = 3,90 \text{ m}^3$$

$$\text{Cálculo de toneladas por viaje} : (\text{Ton/viaje})$$

$$\text{Ton/viaje} = \frac{Cc * Fc * D}{1 + Fe}$$

$$\text{Ton/viaje} = \frac{4,59 \text{ m}^3 * 0,85 * 2,3 \text{ ton/m}^3}{1 + 0,45}$$

$$= \mathbf{6,19 \text{ ton/viaje}}$$

d. Eficiencia.

Para determinar el número de minutos por hora se considera 15% de tiempos muerto.

$$= 60 \text{ min} * 15\% = 51 \text{ min}$$

Número de viajes por hora (N° viajes/hr)

$$N^{\circ} \frac{\text{viajes}}{\text{hr}} = \frac{1 \text{ hr (mm:ss)}}{Tc \text{ prom (mm:ss)}}$$

$$N^{\circ} \frac{\text{viajes}}{\text{hr}} = \frac{51:00}{01:00}$$

$$N^{\circ} \frac{\text{viajes}}{\text{hr}} = \mathbf{51}$$

Cálculo de eficiencia horaria (Ton/hora)

$$\text{Rend Efic.} \frac{\text{Ton}}{\text{hr}} = \left(51 \frac{\text{viajes}}{\text{hr}} \right) * \left(6,19 \frac{\text{ton}}{\text{viaje}} \right)$$

$$\text{Rend Efic.} = \mathbf{315,69 \frac{\text{Ton}}{\text{hr}}}$$

Cálculo de eficiencia horaria (m3/hora)

$$\text{Rend Efic.} \frac{m^3}{hr} = \left(315,69 \frac{\text{Ton}}{hr} \right) / \left(2,30 \frac{\text{Ton}}{m^3} \right)$$

$$\text{Rend Efic.} = 137,26 \frac{m^3}{hr}$$

4.3.4 Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo H.

Tabla 24.

Cálculo de costos en cámara de carguío tipo H.

Scoop Tram	Costo horario (\$/hora)	Efic. hor. (ton / hora)	Efic. hor. (m ³ / hora)	Costo (\$/ton)	Costo (\$/m ³)
CAT R1600H 6 yd ³	164,44	315,69	137,26	0,57	1,20

4.4 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la validación de las hipótesis daremos a conocer los tiempos y costos que se obtuvo en la cámara de carguío tipo H y lo evaluamos con los resultados obtenidos en cámara de carguío tipo X.

4.4.1 Hipótesis general.

Hi: Mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X se optimiza los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

H0: Mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X no se optimiza los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específicas se valida la hipótesis Hi.

4.4.2 Hipótesis específicas.

Hipótesis específica A

Hi: Al utilizar la cámara de carguío tipo X se determina los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

H0: Al utilizar la cámara de carguío tipo X no se determina los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Al utilizar la cámara de carguío tipo X se tiene un tiempo promedio de 00:06:41 (hh.mm.ss)/volquete, y el costos de carguio con scooptram de 6 yd³ es 0,65 \$/ton. De acuerdo a los resultados obtenidos se determina los tiempos y costos de carguio y así validar la hipótesis Hi.

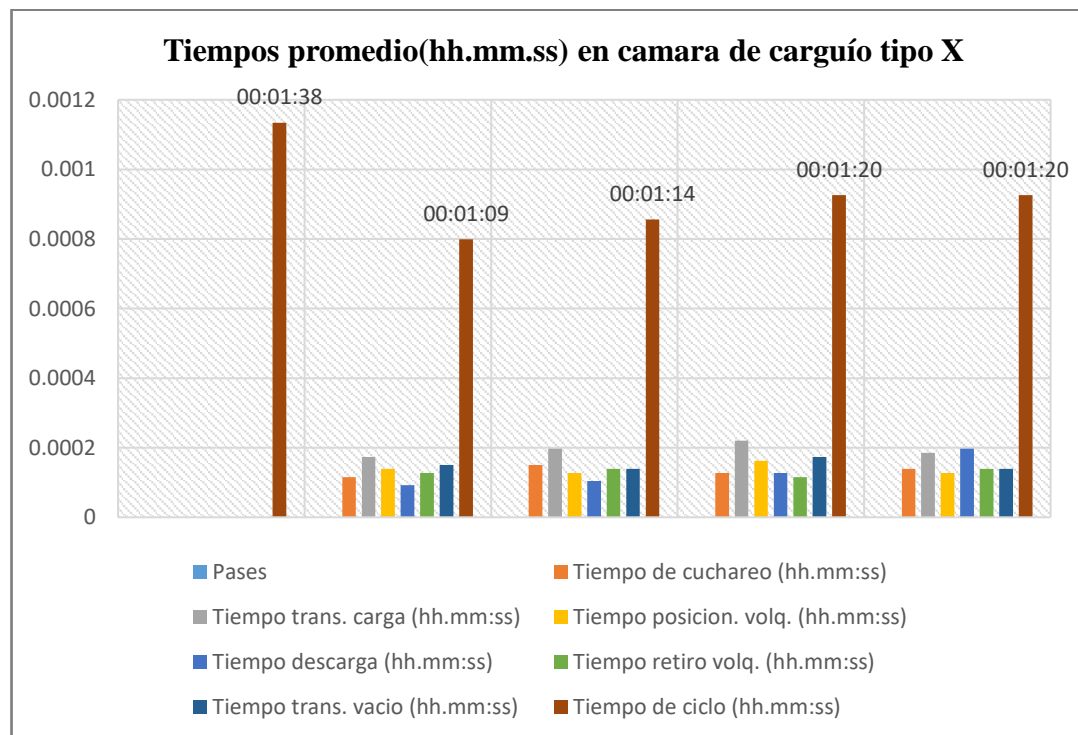


Figura 7. Tiempos promedio (hh.mm.ss.) en cámara de carguío tipo X.

Tabla 25.

Costos en cámara de carguío tipo X.

Scoop Tram	Costo horario (\$/hora)	Efic. hor. (ton / hora)	Efic. hor. (m ³ / hora)	Costo (\$/ton)	Costo (\$/m ³)
CAT R1600H 6 yd ³	164,44	252,55	109,80	0,65	1,50

Hipótesis específica B

Hi: Mediante la cámara de carguío tipo H se optimiza los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

H0: Mediante la cámara de carguío tipo H no se optimiza los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

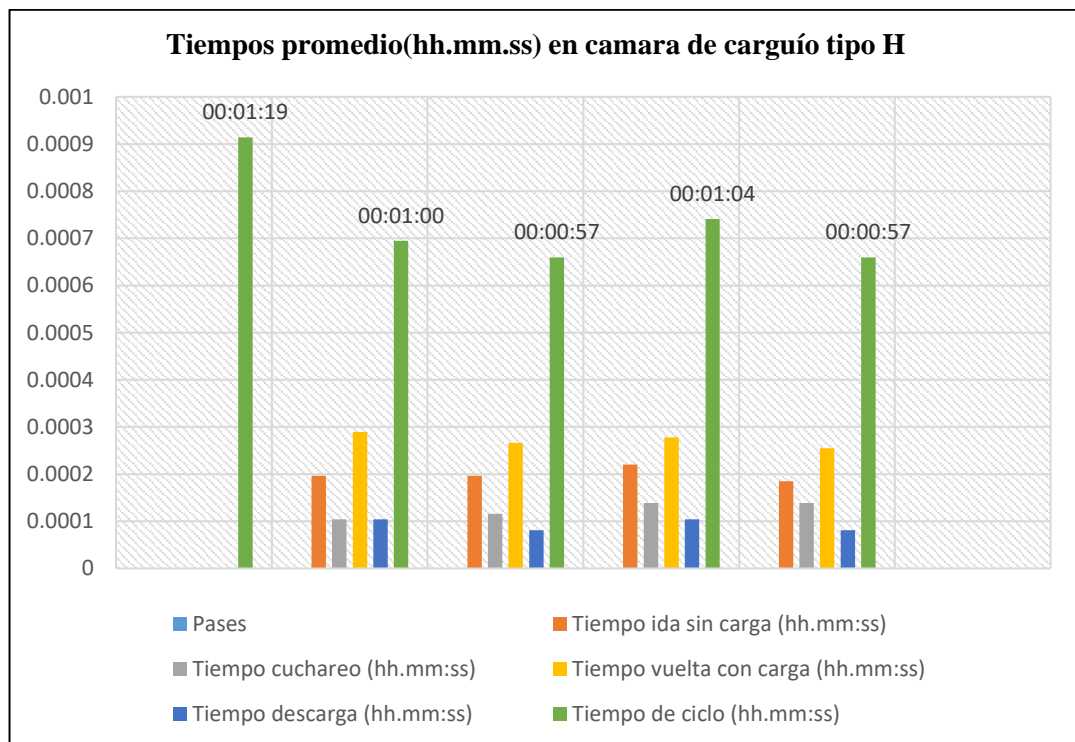


Figura 8. Tiempos promedio (hh.mm.ss.) en cámara de carguío tipo H.

Tabla 26.*Costos en cámara de carguío tipo H.*

Scoop Tram	Costo horario (\$/hora)	Efic. hor. (ton / hora)	Efic. hor. (m³ / hora)	Costo (\$/ton)	Costo (\$/m³)
CAT R1600H 6 yd ³	164,44	315,69	137,26	0,57	1,20

Se obtiene costos de carguío, en la cámara de carguío tipo X se obtiene 0,65 \$/ton y en cámara de carguío tipo H se obtiene 0,57 \$/ton que es más óptimo, en el cual se obtiene una mayor utilidad, debido a que representa 12,3% de optimización de costos empleando cámara de carguío tipo H.

El rendimiento de scooptram influye en el costo de carguío de forma directa. Lo que pudimos constatar que los resultados nos permiten reducir el costo en un 12,3% y así validar la hipótesis Hi.

Tabla 27.*Resultados obtenidos en las cámaras de carguío tipo X y H.*

Eficiencia de scoop tram de 6 yd³	Cam. de carguío tipo X	Cam. de carguío tipo H	Costo total horario	Costo cam. car. tipo X	Costo cam. car. tipo H	Dife re.
Eficiencia horario (ton)	252,55 ton/hora	315,69 ton/hora	164,44 \$/hora	0,65 \$/ton	0,57 \$/ton	0,08 \$

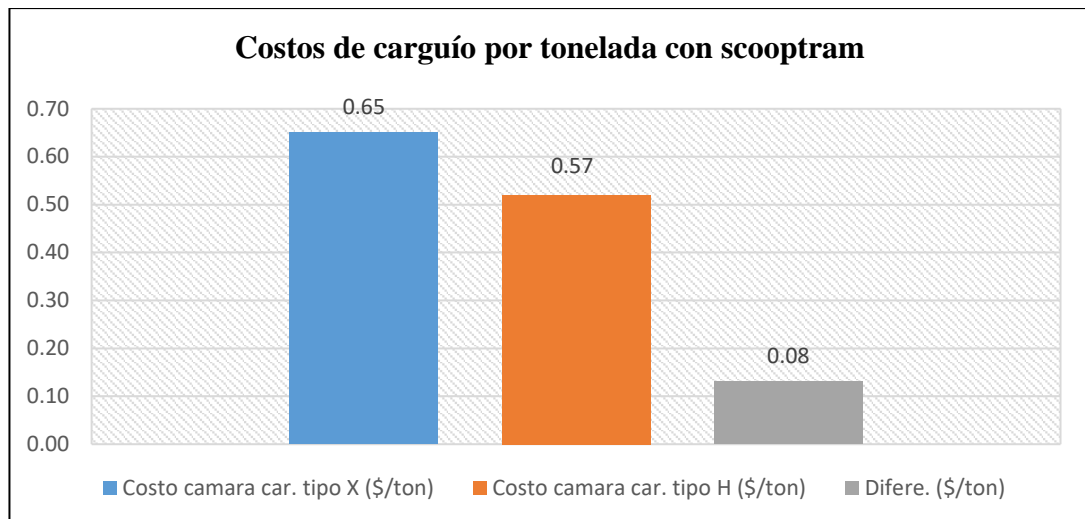


Figura 9. Costos de carguío por tonelada con scooptram.

4.4.3 Discusión de resultados.

En nuestra investigación se logra optimizar el tiempo de carguío/volquete con scooptram en cámara de carguío del tipo X empleando cámara de carguío tipo H en 00:01:20 (hh.mm.ss)/volquete y los costos en 0,08 \$/ton. La cámara de carguío tipo H nos permite extraer mayor cantidad de mineral de interior mina durante la guardia y este nos permite cumplir las metas de extracción de mineral de la Unidad Minera Orcopampa. A si mismo Pizarro (2019) concluye en su investigación que la productividad influye en el mejor control de los tiempos realizados para el acarreo del material, se ha logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza en los tajos y en la cámara acumulación, se ha reducido el tiempo de ida sin carga de 2.5 a 2.3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3.5 a 2.7 minutos, esto hace que los tiempos sean distintos, debido a las distancias que se noveliza el scooptram en el cámara de carguío. Tambien Martinez (2019) concluye que los ciclos en el proceso de limpieza inicialmente eran de 10.66 minutos y 8.99 minutos para scooptrams de 4.2 yd³ y 6.0 yd³ respectivamente, al final reduciendo la sobre distancia y realizando un mantenimiento de vías, los nuevos ciclos fueron de



6.21 minutos y 5.38 minutos respectivamente. Es muy importante tener en cuenta estas investigaciones realizadas por que nos sirve de referencia para otras investigaciones.

En nuestra investigación se obtiene los siguientes resultados: carguio con scooptram en cámara de carguío del tipo X se tiene un tiempo de 00:06:41 (hh.mm.ss)/volquete y el costo es 0,65 \$/ton, mientras empleando la cámara de carguío tipo H se tiene 00:05:21 (hh.mm.ss) /volquete y el costo es 0,57 \$/ton. Así mismo Mamani (2020) llegó a la conclusión que los costos en cámaras de carguío tipo H es 0,48 \$/ton y en cámara de carguío tipo cruz obtuvo 0,53 \$/ton, esto hace que nuestra investigación es similar de acuerdo a los resultados obtenidos, pero se debe tener en cuenta los factores que influyen en el proceso de carguio en cada Unidad Minera como las condiciones con que se cuenta en la vía y el tiempo que se desplaza el scooptram al momento de dar la cucharada.

En nuestra investigación se logra optimizar el tiempo de carguio/volquete empleando cámara de carguío tipo H en 00:01:20 (hh.mm.ss)/volquete y los costos en 0,08 \$/ton, el cual representa el 12,3% y lo cual genera mayor utilidad para la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Asimismo Calderon (2017) concluye que se optimizó los estándares de operación de la flota de Scooptrams reduciéndose los costos de explotación en la mina Atacocha. obteniéndose al final un ahorro de la muestra de estudio de US\$ 44,064.00 por año, el cual equivale en porcentajes a 10 % y esto hace que nuestra investigación sea similar, pero debemos tener en cuenta los factores que intervienen en el rendimiento de Scooptram en el cámara de carguio ya que ello dependerá de las condiciones de la zona de trabajo de cada Unidad Minera.



V. CONCLUSIONES

Se logró con este estudio optimizar los tiempos y costos de carguío con scooptram. En la cámara de carguío tipo X, los tiempos de carguío con el scooptram de 6 yd³ fueron 00:06:41 (hh.mm.ss)/volquete y el costo de carguío fue 0,65 \$/ton y en la cámara de carguío tipo H los tiempos de carguío fueron 00:05:21 (hh.mm.ss) /volquete y el costo de carguío fue 0,57 \$/ton en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

En la cámara de carguío tipo X los tiempos de carguío con el scooptram de 6 yd³ fue 00:06:41 (hh.mm.ss)/volquete y los costos de carguío fueron 0,65 \$/ton en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Mediante la cámara de carguío tipo H se optimizó los tiempos de carguío en 00:01:20 (hh.mm.ss)/volquete, y los costos de carguío se optimizó en 0,08 \$/ton, el cual representa el 12,3% y lo cual genera mayor utilidad para la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos de los cámaras de carguío para evitar pérdidas de tiempo en el sistema de carguío con el equipo scooptram y los costos de carguío en las labores subterráneas de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Se recomienda realizar el control de tiempos de acarreo del mineral desde la cámara de carguío hasta la tolva principal y realizar el cálculo de costos de acarreo en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Se recomienda optimizar los tiempos de carguío por guardia de los scooptram, se puede mejorar en demoras operativas, tiempos improductivos, tiempos tolerables. Los tiempos se debe seguir optimizando para alcanzar un óptimo rendimiento de los equipos. Se recomienda realizar una investigación de cuáles son las demoras operativas que se tiene en el sistema de carguío.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alpaca Urquizo, J. J. (2019). *“Identificación y análisis de tiempos de línea base del ciclo de minado para optimizar el proceso productivo unidad operativa inmaculada”* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10024>.
- Alva Alva, I. (2009). *Estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/743>.
- Alvarez Huanca, V. O. (2014). *Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – Unidad Minera de Arcata* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4033>.
- Anchiraico Giraldo, A. L., & Rojas Oré, K. R. (2020). *Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima]. <http://hdl.handle.net/10757/655408>.
- Apaza Alejo, D. I. (2019). *Dimensionamiento de la flota adecuada de los equipos de acarreo y transporte de mineral para optimizar su rendimiento en la CIA. Minera Ares SAC. U.O. Inmaculada* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno]. <http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12211>.
- Apaza Chambi, M. (2019). *Optimización del sistema de transporte de mineral para el incremento de la productividad en CIA Minera Ares - U. O. Inmaculada* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11907>.



- Araujo Avila, N. P. (2019). *Implementacion del equipo mucking loader para aumentar la productividad en la cortada 5000 mina el Tingo de Compañia Minera Poderosa* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo].
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12607>.
- Baldeón Quispe, Z. L. (2011). *Gestion en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Catolica del Perú, Lima].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/897>.
- Calderon Lazo, J. A. (2017). *Optimización de los estándares de operación de la flota de scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1933>.
- Calumani Mamani, Y. W. (2019). *Evaluacion de costos por avance lineal y acarreo con equipo scoop tram y pala neumatica nivel San Antonio y Santa Ana en la Unidad Minera Ana-Maria Corporacion Minera Ananea S.A.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno].
<http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14370>.
- Cuti Tancayllo, J. C. (2019). *“Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en Mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de CÍA. de Minas Buenaventura S.A.A. Arequipa”* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa].
<http://hdl.handle.net/20.500.12918/4279>.
- Hernández Sampieri, R. (1997). *Metodología dela investigación.*
- Jáuregui Aquino, O. A. (2019). *Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante*



- la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima].
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/696>.
- Maccha Valle, J. C. (2018). *Selección y rendimiento de equipo pesado en la mina subterránea de Compañía Minera Atacocha S.A.A.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco].
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/683>.
- Mamani Mamani, A. J. (2020). *Optimización de costos de carguio y acarreo mediante rediseño de cámara de carguío y control de tiempos en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés - Marsa 2019* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14848>.
- Martinez Gutierrez, C. A. (2019). *Estudio de rendimientos de los equipos scooptrams para reducir costos en la zona de Coturcan Unidad Minera Huancapeti – año 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Ancash].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4075>.
- Ñaupas Paitán, H. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la Tesis* (Cuarta edi).
- Pauca Mantilla, M. D. (2019). “*Selección y reemplazo de equipo de acarreo para optimizar tiempos y reducir costos operativos - Mina Parcoy Consorcio Minero Horizonte - JJD Contratistas S.A.C.*” [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8672>.
- Paucar Soto, J. W. (2019). *Eficiencia de equipos scoop en el carguio y transporte en la Unidad Minera Yauricocha de la Sociedad Minera Corona S.A.* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo].



<http://hdl.handle.net/20.500.12894/5537>.

Pirca Palomino, J. J. (2020). *Análisis de las variables de rendimiento operacional en equipos de carguío para la reducción de costos de transporte de mineral en la Unidad Minera Condestable - 2020* [Tesis de grado, Universidad Continental, Huancayo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/9442>.

Pizarro Sanchez, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en CIA Minera los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima - 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/821>.

Quispe Mamani, W. (2017). *Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la Unidad Minera Tambomayo CIA. de Minas Buenaventura Arequipa* [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Altiplano, Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4070>.

Salgado Gaspar, C. J. (2020). *Mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – Nivel 100, Unidad Minera Huarón* [Tesis de grado, Universidad Continental, Huancayo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8430>.

Sánchez Carlessi, H. & Reyes Meza, C. (1996). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Peru: *Visión Universitaria* ((Mantaro (ed.); Mantaro). (ed.)).

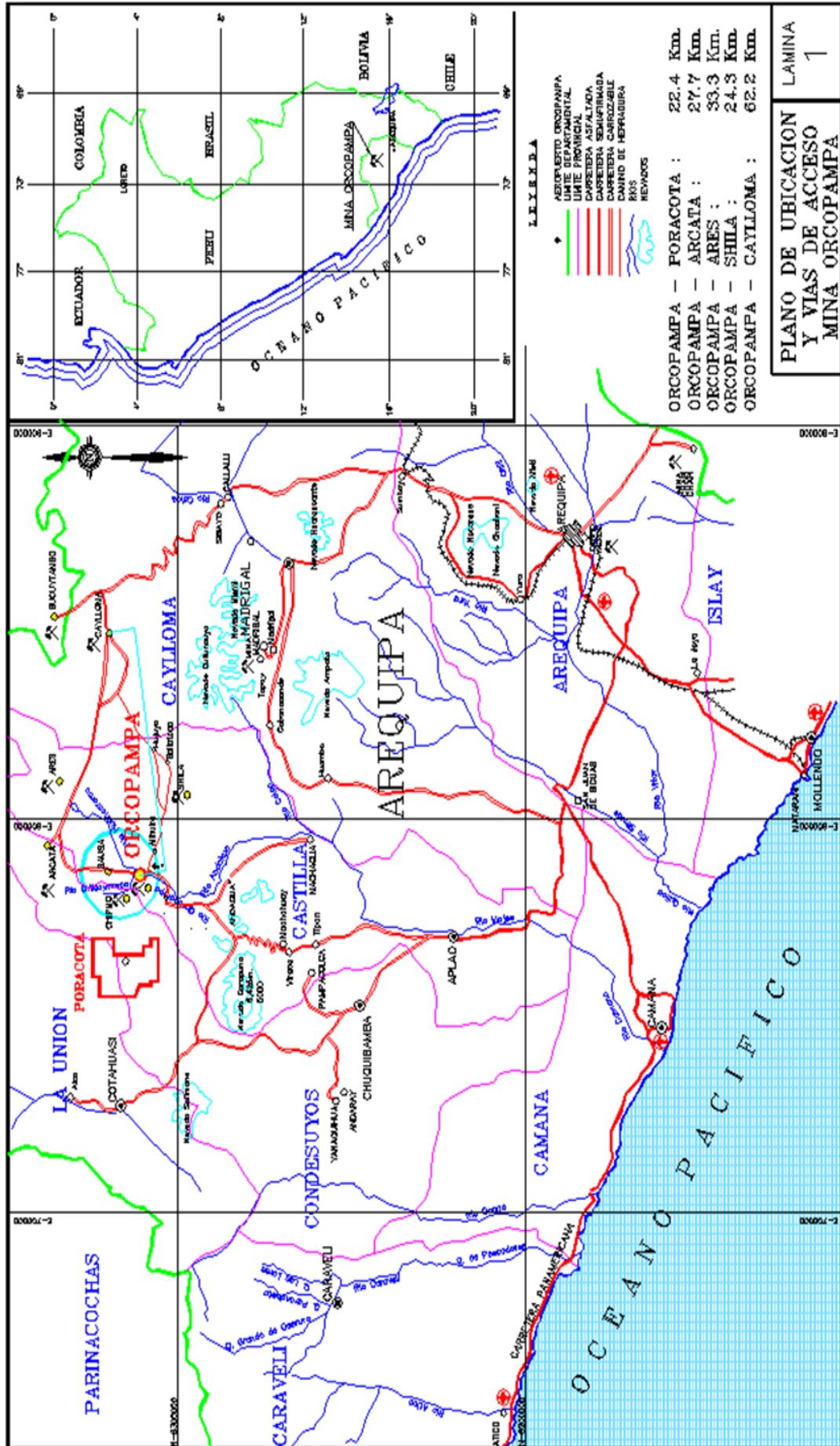


ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia: Optimización del sistema de carguío con el uso de scoop trams para la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES		METODOLOGÍA
<p>¿En qué medida optimizamos los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales mediante la cámara de carguío tipo H vs cámara de carguío tipo X en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p>Optimizar los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Mediante la cámara de carguío tipo H vs tipo X se optimiza los tiempos y costos en el sistema de carguío con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>V. INDEPENDIENTE</p> <p>Uso de scooptram CAT R1600H de 6 yd3 en el sistema de carguío en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>		<p>Tipo de investigación</p> <p>La investigación del estudio es de tipo aplicada.</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>La investigación es descriptiva y explicativo.</p>
<p>P. ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuáles son los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p>O. ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo X en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>H. ESPECÍFICAS</p> <p>a) Al utilizar la cámara de carguío tipo X se determina los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>V. DEPENDIENTES</p> <p>Costo de carguío de mineral en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>		<p>Diseño de investigación</p> <p>La investigación tiene diseño descriptivo.</p>
<p>b) ¿En qué medida optimizamos los tiempos de carguío y costos con scooptram en la cámara de carguío tipo H en la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p>b) Optimizar los tiempos de carguío y costos con scooptram mediante la cámara de carguío tipo H en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>b) Mediante la cámara de carguío tipo H se optimiza los tiempos de carguío y costos con scooptram en la extracción de minerales de la Unidad Minera Orcopampa Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>- Tipo de cámara</p> <p>- Velocidad.</p> <p>- Tiempo</p> <p>- Costo de Carguío</p>		

ANEXO 2. Plano de ubicación.





ANEXO 3. Control de tiempos de carguío de scooptram en cámara tipo X.

Fecha: mes de agosto

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3570

Labor: CC570

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h:mm:ss)	Tiempo trans. carga (h:mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h:mm:ss)	Tiempo descarga (h:mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h:mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h:mm:ss)	Tiempo de ciclo (h:mm:ss)
Demora de volquete en giro								00:01:40
1	1	00:00:12	00:00:16	00:00:09	00:00:10	00:00:10	00:00:13	00:01:10
	2	00:00:10	00:00:18	00:00:13	00:00:13	00:00:09	00:00:13	00:01:16
	3	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:12	00:00:12	00:00:11	00:01:10
	4	00:00:12	00:00:16	00:00:10	00:00:20	00:00:12	00:00:13	00:01:23
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:39
Demora de volquete en giro								00:01:45
2	1	00:00:15	00:00:16	00:00:11	00:00:14	00:00:11	00:00:12	00:01:19
	2	00:00:10	00:00:15	00:00:12	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:09	00:00:12	00:00:08	00:00:12	00:01:08
	4	00:00:12	00:00:19	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:11	00:01:23
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:44
Demora de volquete en giro								00:01:42
3	1	00:00:09	00:00:17	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:08
	2	00:00:13	00:00:15	00:00:09	00:00:11	00:00:10	00:00:16	00:01:14
	3	00:00:10	00:00:16	00:00:12	00:00:12	00:00:15	00:00:15	00:01:20
	4	00:00:12	00:00:15	00:00:09	00:00:18	00:00:08	00:00:13	00:01:15
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:39
Demora de volquete en giro								00:01:41
4	1	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:07	00:00:09	00:00:16	00:01:12
	2	00:00:12	00:00:15	00:00:13	00:00:07	00:00:11	00:00:13	00:01:11
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:06	00:00:12	00:00:17	00:01:12
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:16	00:00:13	00:00:16	00:01:22
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:38
Demora de volquete en giro								00:01:42
5	1	00:00:16	00:00:18	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:20
	2	00:00:08	00:00:16	00:00:14	00:00:08	00:00:09	00:00:12	00:01:07
	3	00:00:07	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:11	00:00:14	00:01:10
	4	00:00:06	00:00:19	00:00:10	00:00:19	00:00:03	00:00:16	00:01:13
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:32
Demora de volquete en giro								00:01:42
6	1	00:00:15	00:00:18	00:00:11	00:00:08	00:00:12	00:00:16	00:01:20
	2	00:00:11	00:00:17	00:00:13	00:00:16	00:00:09	00:00:15	00:01:21
	3	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:11
	4	00:00:11	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:14	00:01:16
Tiempo total que demora en cargar un volquete								00:06:50
Promedio		00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:12	00:00:10	00:00:14	00:01:15
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:40
Total del ciclo de carguío de mineral a 6 volquetes								00:40:02



Fecha: mes de setiembre

Guardia: noche

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3570

Labor: CC570

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h:mm:ss)	Tiempo trans. carga (h:mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h:mm:ss)	Tiempo descarga (h:mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h:mm:ss)	Tiempo trans. vacio (h:mm:ss)	Tiempo de ciclo (h:mm:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:40
1	1	00:00:09	00:00:19	00:00:08	00:00:11	00:00:09	00:00:14	00:01:10
	2	00:00:14	00:00:17	00:00:14	00:00:07	00:00:11	00:00:15	00:01:18
	3	00:00:12	00:00:19	00:00:11	00:00:06	00:00:10	00:00:17	00:01:15
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:41
		Demora de volquete en giro						00:01:45
2	1	00:00:10	00:00:21	00:00:11	00:00:06	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:18	00:00:12	00:00:07	00:00:08	00:00:17	00:01:11
	3	00:00:13	00:00:15	00:00:09	00:00:09	00:00:11	00:00:15	00:01:12
	4	00:00:12	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:15	00:01:16
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:37
		Demora de volquete en giro						00:01:40
3	1	00:00:14	00:00:16	00:00:11	00:00:05	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	2	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:14	00:00:16	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:13	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:01:13
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:30
		Demora de volquete en giro						00:01:42
4	1	00:00:16	00:00:13	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:16
	2	00:00:13	00:00:14	00:00:14	00:00:05	00:00:11	00:00:13	00:01:10
	3	00:00:12	00:00:15	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:10	00:01:22
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:39
		Demora de volquete en giro						00:01:42
5	1	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:11
	2	00:00:11	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:14	00:01:16
	3	00:00:15	00:00:18	00:00:11	00:00:08	00:00:12	00:00:16	00:01:20
	4	00:00:11	00:00:17	00:00:13	00:00:16	00:00:09	00:00:15	00:01:21
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:50
		Demora de volquete en giro						00:01:42
6	1	00:00:16	00:00:13	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:16
	2	00:00:13	00:00:14	00:00:14	00:00:05	00:00:11	00:00:13	00:01:10
	3	00:00:12	00:00:15	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:10	00:01:22
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:39
Promedio		00:00:12	00:00:16	00:00:11	00:00:10	00:00:11	00:00:14	00:01:14
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:39
Total del ciclo de carguío de mineral a 6 volquetes								00:39:56



Fecha: mes de octubre

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3570

Labor: CC570

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h:mm:ss)	Tiempo trans. carga (h:mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h:mm:ss)	Tiempo descarga (h:mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h:mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h:mm:ss)	Tiempo de ciclo (h:mm:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:40
1	1	00:00:11	00:00:17	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:13	00:01:20
	2	00:00:09	00:00:19	00:00:12	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:17
	3	00:00:10	00:00:18	00:00:14	00:00:09	00:00:09	00:00:16	00:01:16
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:11	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:01:13
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:46
		Demora de volquete en giro						00:01:45
2	1	00:00:12	00:00:18	00:00:10	00:00:09	00:00:11	00:00:14	00:01:14
	2	00:00:08	00:00:19	00:00:09	00:00:08	00:00:14	00:00:12	00:01:10
	3	00:00:09	00:00:15	00:00:13	00:00:08	00:00:10	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:12	00:00:16	00:00:12	00:00:14	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:36
		Demora de volquete en giro						00:01:42
3	1	00:00:16	00:00:14	00:00:11	00:00:07	00:00:14	00:00:12	00:01:14
	2	00:00:09	00:00:16	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:15	00:01:12
	3	00:00:21	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:10	00:00:10	00:01:13
	4	00:00:11	00:00:19	00:00:14	00:00:16	00:00:11	00:00:12	00:01:23
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
		Demora de volquete en giro						00:01:42
4	1	00:00:11	00:00:14	00:00:14	00:00:09	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:09	00:00:13	00:01:03
	3	00:00:07	00:00:18	00:00:14	00:00:09	00:00:13	00:00:15	00:01:16
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:11	00:00:17	00:00:15	00:00:17	00:01:26
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:40
		Demora de volquete en giro						00:01:42
5	1	00:00:09	00:00:20	00:00:18	00:00:07	00:00:12	00:00:14	00:01:20
	2	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:16	00:01:15
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:15	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:48
		Demora de volquete en giro						00:01:45
6	1	00:00:15	00:00:16	00:00:11	00:00:14	00:00:11	00:00:12	00:01:19
	2	00:00:10	00:00:15	00:00:12	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:09	00:00:12	00:00:08	00:00:12	00:01:08
	4	00:00:12	00:00:19	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:11	00:01:23
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
Promedio		00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:43
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes								00:40:18



Fecha: mes de noviembre

Guardia: noche

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3570

Labor: CC570

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h:mm:ss)	Tiempo trans. carga (h:mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h:mm:ss)	Tiempo descarga (h:mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h:mm:ss)	Tiempo trans. vacio (h:mm:ss)	Tiempo de ciclo (h:mm:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:41
1	1	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:07	00:00:09	00:00:16	00:01:12
	2	00:00:12	00:00:15	00:00:13	00:00:07	00:00:11	00:00:13	00:01:11
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:06	00:00:12	00:00:17	00:01:12
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:16	00:00:13	00:00:16	00:01:22
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:38
		Demora de volquete en giro						00:01:37
2	1	00:00:10	00:00:17	00:00:11	00:00:11	00:00:16	00:00:13	00:01:18
	2	00:00:08	00:00:19	00:00:13	00:00:10	00:00:12	00:00:14	00:01:16
	3	00:00:06	00:00:19	00:00:12	00:00:11	00:00:10	00:00:16	00:01:14
	4	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:01:19
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
		Demora de volquete en giro						00:01:42
3	1	00:00:16	00:00:18	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:20
	2	00:00:08	00:00:16	00:00:14	00:00:08	00:00:09	00:00:12	00:01:07
	3	00:00:07	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:11	00:00:14	00:01:10
	4	00:00:06	00:00:19	00:00:10	00:00:19	00:00:03	00:00:16	00:01:13
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:32
		Demora de volquete en giro						00:01:41
4	1	00:00:11	00:00:17	00:00:12	00:00:07	00:00:09	00:00:16	00:01:12
	2	00:00:12	00:00:15	00:00:13	00:00:07	00:00:11	00:00:13	00:01:11
	3	00:00:11	00:00:16	00:00:10	00:00:06	00:00:12	00:00:17	00:01:12
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:16	00:00:13	00:00:16	00:01:22
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:38
		Demora de volquete en giro						00:01:37
5	1	00:00:10	00:00:17	00:00:11	00:00:11	00:00:16	00:00:13	00:01:18
	2	00:00:08	00:00:19	00:00:13	00:00:10	00:00:12	00:00:14	00:01:16
	3	00:00:06	00:00:19	00:00:12	00:00:11	00:00:10	00:00:16	00:01:14
	4	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:01:19
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:44
		Demora de volquete en giro						00:01:42
6	1	00:00:09	00:00:16	00:00:14	00:00:09	00:00:10	00:00:13	00:01:11
	2	00:00:11	00:00:19	00:00:12	00:00:07	00:00:13	00:00:14	00:01:16
	3	00:00:15	00:00:18	00:00:11	00:00:08	00:00:12	00:00:16	00:01:20
	4	00:00:11	00:00:17	00:00:13	00:00:16	00:00:09	00:00:15	00:01:21
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:50
Promedio		00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:10	00:00:11	00:00:15	00:01:15
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:41
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes								00:40:06



Fecha: mes de diciembre

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3570

Labor: CC570

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo de cuchareo (h:mm:ss)	Tiempo trans. carga (h:mm:ss)	Tiempo posicion. volq. (h:mm:ss)	Tiempo descarga (h:mm:ss)	Tiempo retiro volq. (h:mm:ss)	Tiempo trans. vacío (h:mm:ss)	Tiempo de ciclo (h:mm:ss)
		Demora de volquete en giro						00:01:42
1	1	00:00:11	00:00:14	00:00:14	00:00:09	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:09	00:00:13	00:01:03
	3	00:00:07	00:00:18	00:00:14	00:00:09	00:00:13	00:00:15	00:01:16
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:11	00:00:17	00:00:15	00:00:17	00:01:26
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:40
		Demora de volquete en giro						00:01:42
2	1	00:00:09	00:00:20	00:00:18	00:00:07	00:00:12	00:00:14	00:01:20
	2	00:00:10	00:00:17	00:00:12	00:00:08	00:00:13	00:00:13	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:16	00:01:15
	4	00:00:08	00:00:16	00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:15	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:48
		Demora de volquete en giro						00:01:40
3	1	00:00:09	00:00:19	00:00:08	00:00:11	00:00:09	00:00:14	00:01:10
	2	00:00:14	00:00:17	00:00:14	00:00:07	00:00:11	00:00:15	00:01:18
	3	00:00:12	00:00:19	00:00:11	00:00:06	00:00:10	00:00:17	00:01:15
	4	00:00:10	00:00:18	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:01:18
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:41
		Demora de volquete en giro						00:01:45
4	1	00:00:10	00:00:21	00:00:11	00:00:06	00:00:11	00:00:14	00:01:13
	2	00:00:09	00:00:18	00:00:12	00:00:07	00:00:08	00:00:17	00:01:11
	3	00:00:13	00:00:15	00:00:09	00:00:09	00:00:11	00:00:15	00:01:12
	4	00:00:12	00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:15	00:01:16
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:37
		Demora de volquete en giro						00:01:40
5	1	00:00:14	00:00:16	00:00:11	00:00:05	00:00:10	00:00:13	00:01:09
	2	00:00:11	00:00:15	00:00:09	00:00:08	00:00:14	00:00:16	00:01:13
	3	00:00:09	00:00:17	00:00:13	00:00:11	00:00:11	00:00:14	00:01:15
	4	00:00:09	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:00:10	00:00:13	00:01:13
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:30
		Demora de volquete en giro						00:01:42
6	1	00:00:16	00:00:13	00:00:10	00:00:09	00:00:14	00:00:14	00:01:16
	2	00:00:13	00:00:14	00:00:14	00:00:05	00:00:11	00:00:13	00:01:10
	3	00:00:12	00:00:15	00:00:11	00:00:08	00:00:09	00:00:14	00:01:09
	4	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:10	00:01:22
		Tiempo total que demora en cargar un volquete						00:06:39
Promedio		00:00:11	00:00:17	00:00:11	00:00:10	00:00:11	00:00:14	00:01:14
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete								00:06:39
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes								00:39:55



ANEXO 4. Control de tiempos de carguío de scooptram en cámara tipo H.

Fecha: mes de agosto

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3550

Labor: CC550

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh:mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh:mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh:mm:ss)	Tiempo descarga (hh:mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh:mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
1	1	00:00:16	00:00:12	00:00:24	00:00:06	00:00:58
	2	00:00:15	00:00:11	00:00:19	00:00:11	00:00:56
	3	00:00:17	00:00:15	00:00:21	00:00:09	00:01:02
	4	00:00:16	00:00:10	00:00:18	00:00:15	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
2	1	00:00:17	00:00:09	00:00:20	00:00:11	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:05	00:00:55
	3	00:00:17	00:00:15	00:00:21	00:00:06	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:12	00:00:22	00:00:12	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:14
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
3	1	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:12	00:01:01
	2	00:00:16	00:00:12	00:00:19	00:00:10	00:00:57
	3	00:00:18	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:59
	4	00:00:17	00:00:09	00:00:24	00:00:11	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:18
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:16
4	1	00:00:19	00:00:10	00:00:21	00:00:13	00:01:03
	2	00:00:18	00:00:11	00:00:22	00:00:12	00:01:03
	3	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:58
	4	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:10	00:01:00
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
5	1	00:00:16	00:00:14	00:00:22	00:00:12	00:01:04
	2	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	3	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:57
	4	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:12	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:28
6	1	00:00:16	00:00:11	00:00:19	00:00:09	00:00:55
	2	00:00:17	00:00:16	00:00:19	00:00:12	00:01:04
	3	00:00:18	00:00:12	00:00:20	00:00:07	00:00:57
	4	00:00:16	00:00:10	00:00:23	00:00:06	00:00:55
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
Promedio		00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:10	00:00:59
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:19
Total del ciclo de carguío de mineral a 6 volquetes						0:31:52



Fecha: mes de setiembre

Guardia: noche

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3550

Labor: CC550

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh:mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh:mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh:mm:ss)	Tiempo descarga (hh:mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh:mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:23
1	1	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:58
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:10	00:01:00
	3	00:00:19	00:00:10	00:00:21	00:00:13	00:01:03
	4	00:00:18	00:00:11	00:00:22	00:00:12	00:01:03
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:27
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
2	1	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:16	00:00:08	00:00:24	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:09	00:00:25	00:00:06	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
3	1	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:12	00:01:01
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	4	00:00:16	00:00:14	00:00:22	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:21
4	1	00:00:18	00:00:12	00:00:23	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:58
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:04
	4	00:00:17	00:00:11	00:00:24	00:00:09	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:28
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:28
5	1	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:07	00:00:57
	2	00:00:15	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:00:59
	3	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:08	00:00:57
	4	00:00:14	00:00:12	00:00:25	00:00:07	00:00:58
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
6	1	00:00:18	00:00:12	00:00:23	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:58
	3	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:12	00:01:01
	4	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:10	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:24
Promedio		00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:00
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:23
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes						0:32:20



Fecha: mes de octubre

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3550

Labor: CC550

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh:mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh:mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh:mm:ss)	Tiempo descarga (hh:mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh:mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
1	1	00:00:19	00:00:12	00:00:20	00:00:12	00:01:03
	2	00:00:16	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:56
	4	00:00:18	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:01:02
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:17
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:23
2	1	00:00:18	00:00:13	00:00:19	00:00:06	00:00:56
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:07	00:00:57
	3	00:00:15	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:13	00:00:23	00:00:14	00:01:05
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
3	1	00:00:18	00:00:12	00:00:21	00:00:06	00:00:57
	2	00:00:17	00:00:14	00:00:20	00:00:08	00:00:59
	3	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:09	00:00:59
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:21	00:00:10	00:00:56
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:11
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:18
4	1	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:09	00:00:59
	2	00:00:18	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	3	00:00:16	00:00:08	00:00:25	00:00:08	00:00:57
	4	00:00:18	00:00:12	00:00:26	00:00:11	00:01:07
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
5	1	00:00:16	00:00:11	00:00:20	00:00:11	00:00:58
	2	00:00:17	00:00:12	00:00:24	00:00:09	00:01:02
	3	00:00:19	00:00:14	00:00:21	00:00:07	00:01:01
	4	00:00:15	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:00
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:23
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
6	1	00:00:15	00:00:18	00:00:19	00:00:17	00:01:09
	2	00:00:17	00:00:07	00:00:25	00:00:07	00:00:56
	3	00:00:15	00:00:12	00:00:25	00:00:06	00:00:58
	4	00:00:18	00:00:10	00:00:24	00:00:09	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				0:05:26
Promedio		00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:10	00:01:00
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:20
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes						0:31:59



Fecha: mes de noviembre

Guardia: noche

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3550

Labor: CC550

Material: mineral

Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh:mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh:mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh:mm:ss)	Tiempo descarga (hh:mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh:mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
1	1	00:00:17	00:00:09	00:00:25	00:00:09	00:01:00
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:07	00:00:57
	3	00:00:19	00:00:12	00:00:24	00:00:09	00:01:04
	4	00:00:16	00:00:12	00:00:22	00:00:07	00:00:57
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:17
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
2	1	00:00:17	00:00:11	00:00:22	00:00:08	00:00:58
	2	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:08	00:00:57
	3	00:00:14	00:00:12	00:00:25	00:00:07	00:00:58
	4	00:00:16	00:00:14	00:00:20	00:00:19	00:01:09
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:26
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
3	1	00:00:15	00:00:12	00:00:25	00:00:06	00:00:58
	2	00:00:18	00:00:10	00:00:24	00:00:09	00:01:01
	3	00:00:17	00:00:07	00:00:25	00:00:07	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:18	00:00:19	00:00:17	00:01:09
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:26
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
4	1	00:00:18	00:00:12	00:00:22	00:00:09	00:01:01
	2	00:00:15	00:00:14	00:00:20	00:00:07	00:00:56
	3	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:08	00:01:01
	4	00:00:17	00:00:11	00:00:24	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:24
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:28
5	1	00:00:18	00:00:12	00:00:20	00:00:07	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:23	00:00:06	00:00:55
	3	00:00:16	00:00:11	00:00:19	00:00:09	00:00:55
	4	00:00:17	00:00:16	00:00:19	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:19
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:20
6	1	00:00:14	00:00:14	00:00:20	00:00:18	00:01:06
	2	00:00:17	00:00:12	00:00:22	00:00:07	00:00:58
	3	00:00:17	00:00:11	00:00:23	00:00:09	00:01:00
	4	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:11	00:01:00
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:24
Promedio		00:00:17	00:00:12	00:00:22	00:00:10	00:01:00
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:23
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes						0:32:16



Fecha: mes de diciembre

Guardia: día

Equipo: scooptram de 6 yd³

Nivel: 3550


Labor: CC550

Material: mineral

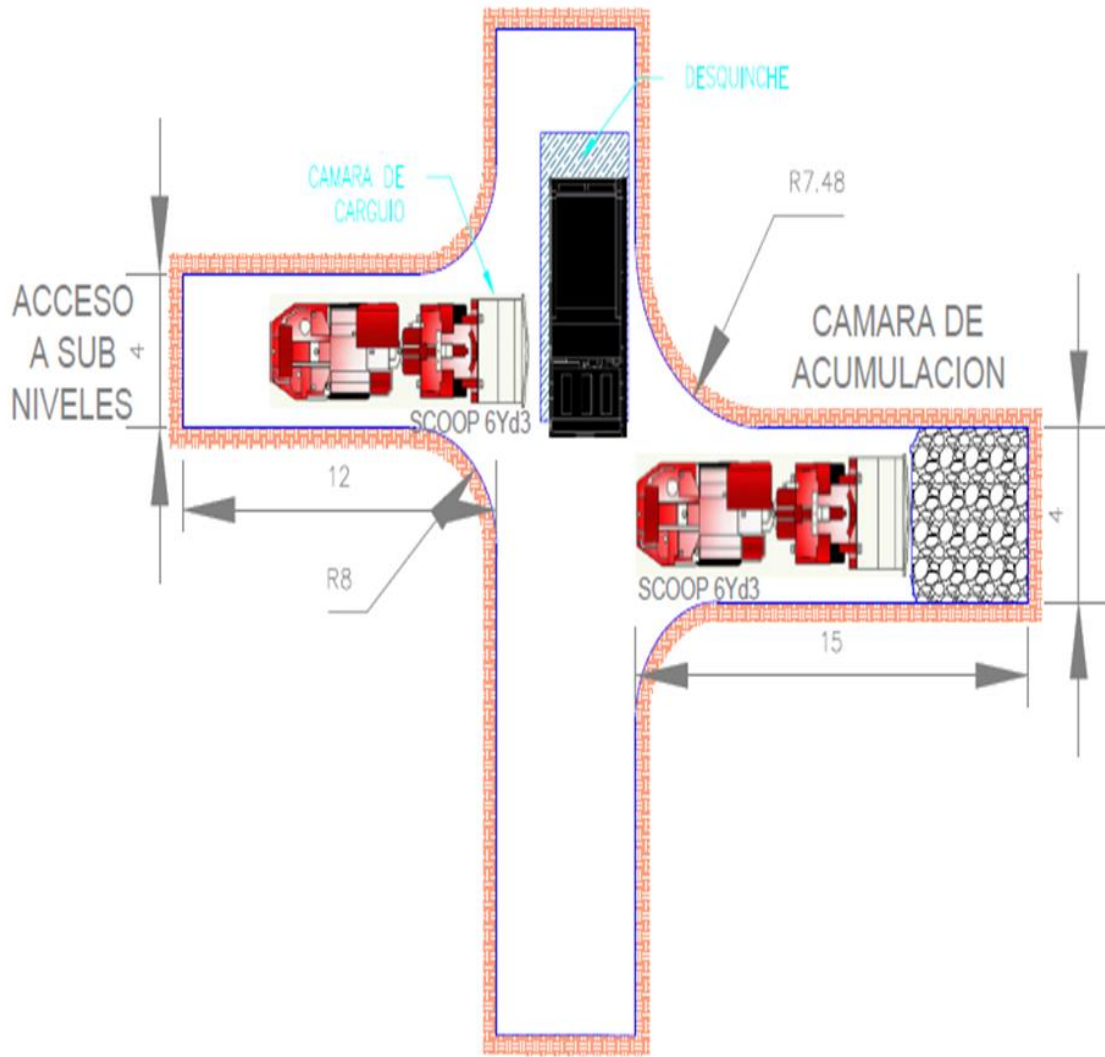
Volq.	Pases	Tiempo ida sin carga (hh:mm:ss)	Tiempo cuchareo (hh:mm:ss)	Tiempo vuelta con carga (hh:mm:ss)	Tiempo descarga (hh:mm:ss)	Tiempo de ciclo (hh:mm:ss)
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:23
1	1	00:00:17	00:00:09	00:00:23	00:00:09	00:00:58
	2	00:00:16	00:00:10	00:00:24	00:00:10	00:01:00
	3	00:00:19	00:00:10	00:00:21	00:00:13	00:01:03
	4	00:00:18	00:00:11	00:00:22	00:00:12	00:01:03
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:27
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
2	1	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:16	00:00:08	00:00:24	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:09	00:00:25	00:00:06	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:19
3	1	00:00:17	00:00:11	00:00:21	00:00:08	00:00:57
	2	00:00:16	00:00:09	00:00:24	00:00:12	00:01:01
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:10	00:01:01
	4	00:00:16	00:00:14	00:00:22	00:00:12	00:01:04
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:15
4	1	00:00:18	00:00:12	00:00:23	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:17	00:00:10	00:00:22	00:00:09	00:00:58
	3	00:00:19	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:04
	4	00:00:17	00:00:11	00:00:24	00:00:09	00:01:01
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:22
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:24
5	1	00:00:19	00:00:13	00:00:21	00:00:11	00:01:04
	2	00:00:16	00:00:08	00:00:24	00:00:09	00:00:57
	3	00:00:16	00:00:09	00:00:25	00:00:06	00:00:56
	4	00:00:15	00:00:10	00:00:22	00:00:12	00:00:59
		Tiempo total que demora en cargar un volquete				00:05:20
		Demora en posicionamiento del volquete				00:01:22
6	1	00:00:19	00:00:14	00:00:21	00:00:07	00:01:01
	2	00:00:15	00:00:09	00:00:23	00:00:13	00:01:00
	3	00:00:16	00:00:11	00:00:20	00:00:11	00:00:58
	4	00:00:17	00:00:12	00:00:24	00:00:09	00:01:02
		Tiempo total que se demora en cargar un volquete				0:05:23
Promedio		00:00:17	00:00:10	00:00:23	00:00:10	00:01:00
Tiempo promedio que se demora en cargar un volquete						00:05:22
Total del ciclo de carguio de mineral a 6 volquetes						0:32:14



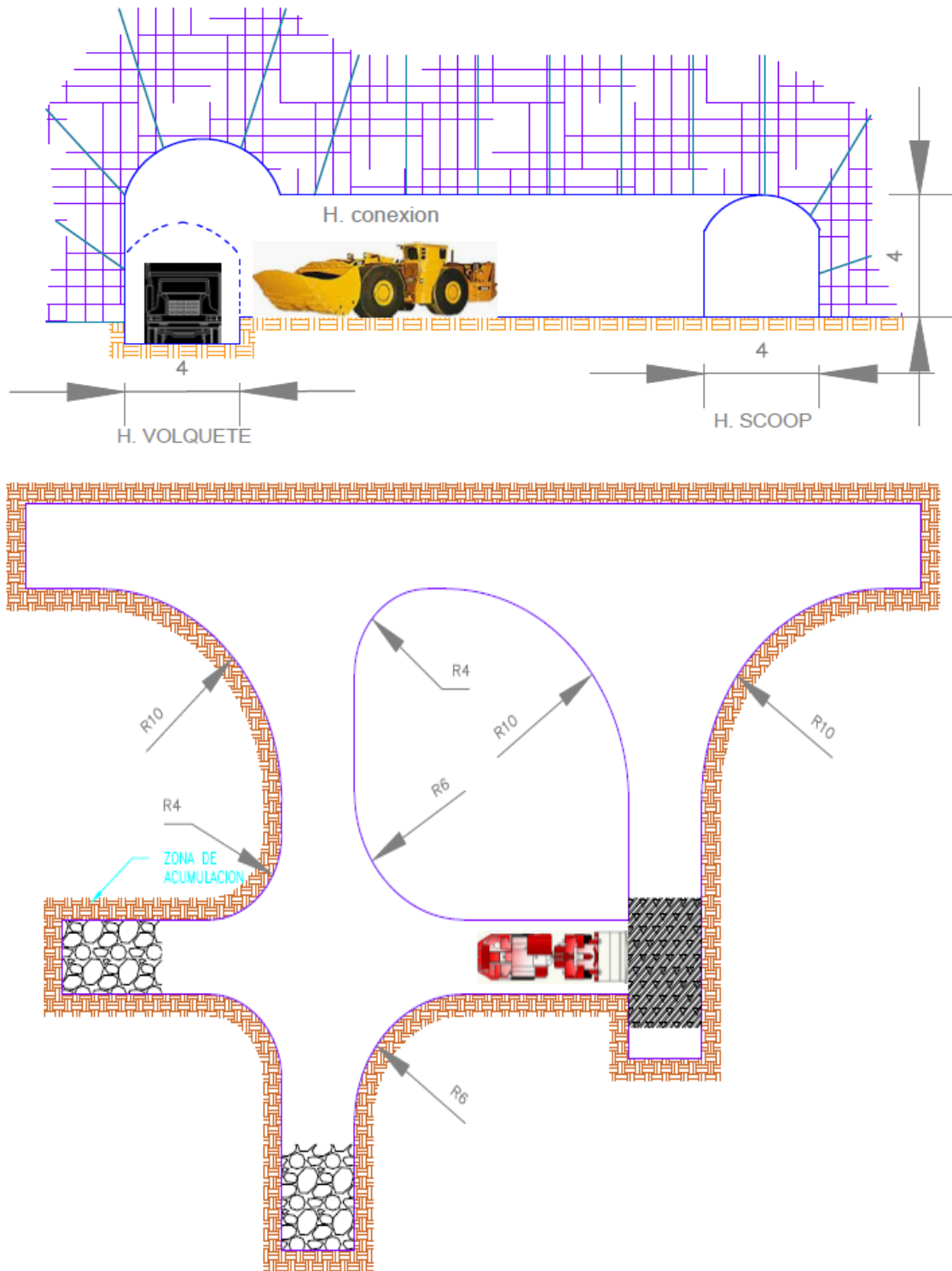
ANEXO 5. Formato de control de tiempos de carguío de scooptram.

 COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA								
FORMATO PARA LA TOMA DE TIEMPOS DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO								
CONTROLADOR.....					FECHA.....			
OPERADOR.....					EQUIPO.....			
NIVEL.....			LABOR.....			SECCIÓN.....		
Volq.	Pases	Tiempo de cucharéo	Tiempo trans. Carga	Tiempo posicion. volq.	Tiempo descarga	Tiempo retiro volq.	Tiempo trans. Vacío	Tiempo de ciclo
1	Demora de volquete en giro							
	1							
	2							
	3							
	4							
Tiempo total que demora en cargar un volquete								
2	Demora de volquete en giro							
	1							
	2							
	3							
	4							
Tiempo total que demora en cargar un volquete								
3	Demora de volquete en giro							
	1							
	2							
	3							
	4							
Tiempo total que demora en cargar un volquete								
4	Demora de volquete en giro							
	1							
	2							
	3							
	4							
Tiempo total que demora en cargar un volquete								
5	Demora de volquete en giro							
	1							
	2							
	3							
	4							
Tiempo total que demora en cargar un volquete								
.....				
SUPERVISOR			CONTROLADOR			OPERADOR		

ANEXO 7. Cámara de carguío tipo X.



ANEXO 8. Cámara de carguío tipo H.



ANEXO 9. Extracción mediante transferencia scooptram – volquete.



ANEXO 10. Scooptram de 2.2 yd³ utilizado para la limpieza de mineral.

