



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



**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

PRESENTADA POR:

Bach. ANGEL JESUS MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERU

2020



DEDICATORIA

A Dios, A mis adorados y queridos padres, Bonifacio Mamani Sucasaca y Victoria Mamani Centeno, por darme la vida y apoyo incondicional hacia mi persona en todo momento para cumplir con mi objetivo y mi recordada abuelita Bernardina Centeno, a quien se lo dedico con gran cariño.

Con cariño a mi hermano Jhon Elvis y a mi hermana Deysi Yakelin por ser el motivo de mi constante superación y aliento en todo momento para la culminación del presente trabajo.

A mí amada Sonia Cutipa Yupa por su perseverante, incondicional y valioso apoyo, para conseguir este gran logro.



AGRADECIMIENTO

A mi alma mater Universidad Nacional del Altiplano, por haberme dado la oportunidad para formarme como Ingeniero de Minas.

A la Facultad de Ingeniería de Minas, a sus autoridades, docente y personal administrativo, quienes guiaron con éxito en mi formación académica y ayudaron a apreciar el ser Ingeniero Minero, que hoy constituye el fundamento de mi vida profesional.

Mi reconocimiento a la contrata Minera Tauro SAC – MARSA y a los ingenieros de Minera Aurífera Retamas S. A., por su apoyo y disposición para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Por último, a mis compañeros y amigos con quienes compartí grandes momentos de mi vida durante mi permanencia en la universidad.

Angel Mamani



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN 15

ABSTRACT..... 16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Problema general	19
1.2.2 Problemas específicos	19
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1 Hipótesis general.....	20
1.4.2 Hipótesis específicas	20
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6 CLIMA Y VEGETACIÓN	21
1.6.1 Clima.....	21
1.6.2 Fisiografía	21
1.6.3 Fauna.....	21
1.6.4 Flora	22
1.7 RECURSO DE LA ZONA.....	22
1.7.1 Humanos	22
1.7.2 Recursos naturales	23
1.7.3 Hidrografía.....	23
1.7.4 Antecedentes de la mina	23
1.7.5 Geología.....	24



1.7.6	Geología regional.....	25
1.7.7	Geología Local.....	26
1.7.8	Geología del yacimiento	27
1.7.9	Geología estructural.....	27
1.7.10	Sistema de Vetas:.....	27
1.7.11	Geología económica	29
1.7.12	Mineralización	30
1.7.13	Geomecánica.....	30
1.8	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA.....	30
1.8.1	Caracterización geomecánica	31
1.8.2	Clasificación geomecánica	31
1.8.3	Mapeo Geomecánico	32

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	33
2.2	SUSTENTO TEÓRICO	37
2.2.1	Productividad.....	37
2.2.2	Estudio de tiempos del equipo LHD.....	37
2.2.3	Clasificación de las actividades y paradas para el estudio de tiempos del LHD.....	38
2.3	CLASIFICACIÓN DE COSTOS.....	39
2.3.1	Costos fijos	39
2.3.2	Costo de inversión	40
2.3.3	Costo de posesión	40
2.3.4	Costo horario.....	40
2.3.5	Periodo de depreciación.....	40
2.3.6	Costos variables	41
2.3.7	Valor depreciable.....	41
2.3.8	Valor de rescate	41
2.3.9	Costo de combustible.....	42
2.3.10	Aceites y lubricantes	42
2.4	PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO LHD.....	42



2.4.1	Disponibilidad.....	42
2.4.2	Utilización efectiva	43
2.4.3	Rendimiento.....	43
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	DISEÑO DE LAS CÁMARAS DE CARGUÍO EN EL NIVEL 2220	44
3.1.1	Diseño de la cámara de carguío tipo Cruz	44
3.1.2	Diseño de la cámara de carguío tipo H.....	44
3.2	EQUIPOS EN EL NIVEL 2220, UNIDAD MINERA SAN ANDRÉS – MARSAS.	46
3.2.1	Volquetes Volvo FMX (8X4).....	46
3.2.2	Equipos LHD	47
3.2.3	Jumbo.....	49
3.2.4	Lanzadores de shotcrete.....	49
3.2.5	Camiones Mixer.....	49
3.2.6	Manipulador Telescopico	49
3.3	COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS LHD	50
3.4	COMPATIBILIDAD ENTRE LOS EQUIPOS VOLQUETES - LHD.....	50
3.5	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO	50
3.5.1	Condiciones operativas para el carguío	51
3.5.2	Diseño de la principal vía de transito Rampa Patrick.....	51
3.6	DISEÑO METODOLÓGICO.....	55
3.7	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.8	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	56
3.9	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.10	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
3.10.1	Población	57
3.10.2	Muestra	57
3.11	PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS	57
3.12	ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	58
3.13	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	58



3.13.1	Variable independiente	58
3.13.2	Variable dependiente	58
3.14	UBICACIÓN	59
3.15	ACCESIBILIDAD	60

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	63
4.1.1	Condiciones de las cámaras de carguío	63
4.1.2	Análisis de tiempos de carguío mediante LHD - volquete	63
4.2	TIEMPO DE CARGUÍO EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO CRUZ.....	64
4.2.1	Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga en cámara de carguío tipo Cruz	64
4.2.2	Calculo de eficiencia de operación en cámara de carguío tipo Cruz	64
4.2.3	Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo Cruz	65
4.2.4	Determinación de la productividad de carguío en cámara de carguío tipo Cruz	65
4.2.5	Rendimiento en carguío del equipo LHD en la cámara de carguío tipo Cruz	65
4.2.6	Determinación de la productividad horario de carguío en cámara de carguío tipo Cruz	69
4.3	TIEMPO DE CARGUÍO EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO H	70
4.3.1	Calculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga en cámara de carguío tipo H	70
4.3.2	Calculo de eficiencia de operación en cámara de carguío tipo H.....	70
4.3.3	Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo H.....	71
4.3.4	Rendimiento en carguío del equipo LHD en la cámara de carguío tipo H. 71	
4.3.5	Determinación de la productividad horario de carguío en cámara de carguío tipo H.....	75
4.3.6	Calculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo H.....	76
4.4	COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS	76
4.4.1	Disponibilidad de la rampa	76
4.4.2	Indicadores de los equipos	78



4.4.3	Dependencia del LHD para realizar el carguío.....	99
4.4.4	Contrastación de hipótesis y análisis de resultados	103
4.4.5	Primera hipótesis.....	103
4.4.6	Segunda hipótesis	104
	DISCUSIÓN	107
	V. CONCLUSIONES.....	111
	VI. RECOMENDACIONES	112
	VII. REFERENCIAS.....	113
	ANEXOS.....	115

Área: Ingeniería de Minas.

Tema: Análisis de costos mineros

Fecha de sustentación: 16 de enero de 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Modelo estructural del yacimiento.....	29
Figura N° 2. Rangos de Clasificación RMR y colores establecidos.....	32
Figura N° 3. Vista en planta del diseño de cámara de carguío tipo cruz	44
Figura N° 4. Vista en planta de la cámara de carguío tipo H	45
Figura N° 5. Vista en sección transversal de la cámara de carguío tipo H.....	46
Figura N° 6. Scoop tram ST-2G	48
Figura N° 7. Sandvik EJC 145 4.0 YD3	48
Figura N° 8. CAT R1600 6.3 YD3	49
Figura N° 9. Rampa de sección 4.0m x 4.0m	54
Figura N° 10. Rampa de sección 4.0m x 4.5m	54
Figura N° 11. Vista en Planta de la Rampa	55
Figura N° 13. Ruta de acceso Vía Terrestre	60
Figura N° 14 Ruta de acceso Vía Aérea	61
Figura N° 15. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del carmix 5.5 XL mayo 2019.....	78
Figura N° 16. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del jumbo S1D mayo 2019.....	79
Figura N° 17. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del T1D mayo 2019.....	80
Figura N° 18. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Manitou mayo 2019.....	81
Figura N° 19. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Putzmeister mayo 2019.....	82



Figura N° 20. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel ST2G T-7 mayo 2019.....	83
Figura N° 21. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel LH203D T-8 mayo 2019.....	84
Figura N° 22. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop dieselLH203D T-15 mayo 2019.....	85
Figura N° 23. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel 4.2 yd3 mayo 2019.....	86
Figura N° 24. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Scoop diésel 6.3 yd3 mayo 2019.....	87
Figura N° 25. Indicadores de Disponibilidad mecánica vs utilización efectiva mayo 2019.	89
Figura N° 26. Reporte mensual de las actividades y paradas del Jumbo T1D Julio 2019.	91
Figura N° 27. Reporte mensual de las actividades y paradas del Carmix Julio 2019....	94
Figura N° 28. Reporte mensual de las actividades y paradas del Manitou julio 2019...	97



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Caracterización geomecánica.....	31
Tabla N° 2.	Zonificación Geomecánica.....	32
Tabla N° 3	Periodo de depreciación	41
Tabla N° 4.	Costo unitario de los Volquetes Volvo FMX establecidos.	46
Tabla N° 5.	Promedio del costo horario de alquiler de Volquetes VOLVO FMX del primer semestre del 2019.	47
Tabla N° 6.	Resumen del costo horario de alquiler de equipos trackless.	50
Tabla N° 7	Operacionalización de variables	59
Tabla N° 8.	Accesibilidad vía terrestre a la Unidad Minera Marsa.....	60
Tabla N° 10.	Accesibilidad vía Aérea a la Unidad Minera Marsa	61
Tabla N° 11.	Datos de la guardia.....	65
Tabla N° 12.	Toma de tiempos	66
Tabla N° 13.	Datos de la guardia.....	67
Tabla N° 14.	Toma de tiempos	67
Tabla N° 15.	Datos de la guardia.....	68
Tabla N° 16.	Toma de tiempos	68
Tabla N° 17.	Productividad horaria	69
Tabla N° 18.	Calculo del costo por tonelada y costo por metro cubico.	70
Tabla N° 19.	Datos de la guardia.....	71
Tabla N° 20.	Toma de tiempos	72
Tabla N° 21.	Datos de la guardia.....	73
Tabla N° 22.	Toma de tiempos	73
Tabla N° 23.	Datos de la guardia.....	74
Tabla N° 24.	Toma de tiempo.....	74



Tabla N° 25. Calculo de la productividad horaria en la cámara de carguío tipo H con los datos obtenidos en la toma de tiempos.....	75
Tabla N° 26. Calculo del costo por tonelada y costo por metro cubico en la cámara de carguío tipo H.....	76
Tabla N° 27. Comparación de resultados entre la cámara de carguío tipo H y cámara de carguío tipo cruz.....	76
Tabla N° 28. Horas total acumuladas que dura el carguío en la cámara de tipo cruz y en la cámara de carguío tipo H, durante los días que se realizó la toma de tiempos.	77
Tabla N° 29. Registro del total de horas acumuladas del Carmix Mayo 2019.....	78
Tabla N° 30. El KPI del Carmix 5.5 XL obtenido en el mes de mayo 2019	79
Tabla N° 31. Registro del total de horas acumuladas del Jumbo S1D Mayo 2019	79
Tabla N° 32. El KPI del Jumbo S1D obtenido en el mes de mayo 2019	80
Tabla N° 33. Registro del total de horas acumuladas del Jumbo T1D Mayo 2019.....	80
Tabla N° 34. El KPI del Jumbo T1D obtenido en el mes de mayo 2019	81
Tabla N° 35. Registro del total de horas acumuladas del Manitou Mayo 2019	81
Tabla N° 36. El KPI del Manitou obtenido en el mes de mayo 2019.....	82
Tabla N° 37. Registro del total de horas acumuladas del Putzmeister Mayo 2019.....	82
Tabla N° 38. El KPI del Putzmeister obtenido en el mes de mayo 2019	83
Tabla N° 39. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel ST2G T-7 Mayo 2019.....	83
Tabla N° 40. El KPI del scoop diésel ST2G T-7 obtenido en el mes de mayo 2019 ...	84
Tabla N° 41. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel LH203D T-8 Mayo 2019.....	84



Tabla N° 42. El KPI del scoop diésel LH203D T-8 obtenido en el mes de mayo 2019	85
Tabla N° 43. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel LH203D T-15 Mayo 2019	85
Tabla N° 44. El KPI del scoop diésel LH203D T-15 obtenido en el mes de mayo 2019	86
Tabla N° 45. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel 4.2 yd3 Mayo 2019	86
Tabla N° 46. El KPI del scoop diésel 4.2 yd3 obtenido en el mes de mayo 2019	87
Tabla N° 47. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel 6.3 yd3 Mayo 2019	87
Tabla N° 48. El KPI del scoop diésel 6.3 yd3 obtenido en el mes de mayo 2019	88
Tabla N° 49. Resumen de los KPIs obtenidos durante el mes de Mayo 2019 de los equipos trackless.	88
Tabla N° 50. Registro de actividades operativas Jumbo T1D Julio 2019	89
Tabla N° 51. Registro de paradas no operativas Jumbo T1D Julio 2019	89
Tabla N° 52. Registro de paradas obligatorias del Jumbo T1D Julio 2019.....	90
Tabla N° 53. Registro de paradas por mantenimiento del Jumbo T1D Julio 2019	90
Tabla N° 54. Registro de paradas de operativas Jumbo T1D Julio 2019	90
Tabla N° 55. Registro de paradas de seguridad del Jumbo T1D Julio 2019	91
Tabla N° 56. Resumen del reporte mensual del Jumbo T1D julio 2019	91
Tabla N° 57. KPI del Jumbo T1D julio 2019	92
Tabla N° 58. Registro de actividades operativas Carmix 5.5 XL Julio 2019.....	92
Tabla N° 59. Registro de las paradas obligatorias Carmix 5.5 XL Julio 2019.....	92
Tabla N° 60. Registro de las paradas por mantenimiento Carmix 5.5 XL Julio 2019 .	93



Tabla N° 61.	Registro de las paradas de operación del Carmix 5.5 XL Julio 2019	93
Tabla N° 62.	Registro de las paradas de seguridad del Carmix 5.5 XL Julio 2019	93
Tabla N° 63.	Resumen del reporte mensual del Carmix 5.5 XL julio 2019.....	94
Tabla N° 64.	KPI del Carmix 5.5 XL julio 2019	95
Tabla N° 65.	Registro de las actividades operativas del Manitou Julio 2019	95
Tabla N° 66.	Registro de las paradas por mantenimiento del Manitou Julio 2019	95
Tabla N° 67.	Registro de las paradas de operación del Manitou Julio 2019	96
Tabla N° 68.	Registro de las paradas obligatorias del Manitou Julio 2019.....	96
Tabla N° 69.	Registro de las paradas de seguridad del Manitou Julio 2019	96
Tabla N° 70.	Resumen del reporte mensual del Manitou julio 2019.....	97
Tabla N° 71.	KPI del Manitou Julio 2019	97
Tabla N° 72.	Resumen del KPI de los equipos Julio 2019.....	98
Tabla N° 73.	Considerando las horas de paradas operativas a las horas de actividades operativas para incrementar el factor de utilización.....	99
Tabla N° 74.	Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Mayo 2019	100
Tabla N° 75.	Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Junio 2019	101
Tabla N° 76.	Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Julio 2019	102
Tabla N° 77.	Análisis de incidencia en la dependencia de carguío con el LHD de 6 yd3 y LHD de 4 yd3.....	103
Tabla N° 78.	Resultado 1	105
Tabla N° 79.	Resultados 2	106
Tabla N° 80.	Resultados 3	106



RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Optimización de costos de carguío y acarreo mediante rediseño de cámara de carguío y control de tiempos en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés - MARSА 2019”. La unidad minera está ubicada en el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de La Libertad, se encontró deficiencias en el sistema de carguío en la cámara de carguío tipo cruz con el LHD Scoop de 6 yd³, se tiene demoras en el momento que se realiza el carguío al volquete en la intersección de la rampa principal y las cámaras de carguío para que el LHD pueda descargar la primera cucharada, y para el resto de cucharadas tiene que adelantar para darle pase al LHD para que pueda ir al frente, llenar la cuchara y retroceder para estar en posición con la cuchara levantada, el volquete retrocede y se estaciona por debajo de la cuchara para descargar, lo cual ocasiona demoras considerables, así mismo la presente investigación tiene como objetivos optimizar los tiempos de carguío y acarreo de desmonte y optimizar los costos de carguío y acarreo de desmonte mediante el rediseño de cámara de la carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSА. El presente estudio de investigación es de tipo descriptivo porque se describe la realidad de situaciones que estamos abordando y que se pretende analizar, y aplicativo porque se trata de una investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, con la implementación de la cámara de carguío tipo H se ha logrado incrementar en 0.23% el porcentaje de factor de utilización de los equipos de la zona, asimismo se incrementa en 4.58%, 5.85% y 11.27% en promedio el porcentaje de utilización del equipo LHD de 4 yd³ para realizar la actividad operativas de carguío, y el costo de carguío y acarreo con equipo mecanizado en las cámaras de carguío tipo H es menor con respecto a la cámara de carguío tipo cruz en 0.05 US\$ / Ton.

Palabras Clave: Optimización, tiempos, costos, LHD, Scoop.



ABSTRACT

This research paper entitled “Optimization of loading and handling costs through redesign of loading chamber and time control at level 2220 San Andrés Mining Unit - MARSA 2019”. The mining unit is located in the annex of Llacuabamba, Parcoy district, Pataz province, La Libertad department, there have been deficiencies in the loading system in the cross-type loading chamber with the as LHD Scoop of 6 yd³, there are delays at the moment that the dump truck is loaded at the intersection of the main ramp and the loading chambers so that the LHD can unload the first scoop, and for the rest of the scoops it has to forward to pass the LHD so that it can go to the front, fill the spoon and go back to be in position with the spoon raised, the tipper goes back and parks under the spoon to unload, which causes considerable delay, likewise the The purpose of this research is to optimize the loading and hauling times of disassembly and optimize the loading and hauling costs of disassembly through the redesign of camera de the cross-type loading to the loading chamber type Hat level 2220, San Andrés Mining Unit - MARSA. The present research study is of a descriptive type because it describes the reality of situations that we are addressing and that we intend to analyze, and application because it is a research focused on finding mechanisms or strategies that allow achieving a specific objective, with the implementation of the type H loading chamber, the percentage of utilization factor of the equipment in the area has been increased by 0.23%, the percentage of utilization of the LHD equipment of 4 yd³ is also increased by 4.58%, 5.85% and 11.27% on average. carry out the operational operations of loading, and the cost of loading and hauling with mechanized equipment in the loading cameras type H is lower with respect to the loading chamber type cross in 0.05 US \$ / Ton.

Keywords: Optimization, times, costs, LHD, Scoop.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la Unidad Minera San Andrés – MARSА el sistema de carguío y acarreo de desmonte es de mucha importancia en labores mineras subterráneas para continuar las labores de exploración, para alcanzar los mejores resultados en el tiempo de carguío en las cámaras de carguío tipo cruz y cámaras de carguío tipo H, considerando estos fundamentos se desarrolla la presente tesis titulada “Optimización de costos de carguío y acarreo mediante rediseño de cámara de carguío y control de tiempos en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – MARSА”. En el nivel 2220 se tiene problemas cuando no se cuenta con la disponibilidad del LHD 6.3 yd³ para realizar el carguío y acarreo en el nivel 2220 porque también tiene que realizar trabajos en otros niveles por lo que se ha planteado como objetivo. Optimizar los costos de carguío y acarreo mediante rediseño de cámara de carguío en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – MARSА” para que otros equipos LHD de menor capacidad puedan realizar el carguío, sin la necesidad de realizar rampas para llegar a la altura óptima para realizar el carguío a los volquetes. En la minería subterránea las optimización de costos en cada una de las actividades de operación es muy importantes, por lo que es necesario poner énfasis en el control de tiempo para realizar nuestros indicadores de productividad y ver nuestras deficiencias para trabajar en esos aspectos y alcanzar los mejores rendimientos al menor costo posible. El presente trabajo de investigación se divide en cinco capítulos, en el Capítulo I se desarrolla el planteamiento del problema, el Capítulo II se describe el marco teórico analizando las bases teóricas y definiciones conceptuales para realizar el trabajo de investigación, en el Capítulo III se realiza la metodología de investigación y la operacionalización de variables, en el Capítulo IV se considera la caracterización del área de estudio y en el Capítulo V se muestra las discusiones y análisis de resultados obtenidos después de la toma de tiempos en la cámara de carguío tipo cruz y cámara de carguío tipo cruz en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – MARSА.



1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la Unidad Minera San Andrés – MARSÁ, viene ejecutando las labores de exploración en el nivel 2220, Rampa Patrick durante las evaluaciones realizadas en el proceso de carguío en la cámara de carguío tipo cruz, se ha encontrado deficiencias en el sistema de carguío en la cámara de carguío tipo cruz con el equipo mecanizado como el LHD Scoop 6 yd³, se tiene demoras porque en el momento que se realiza el carguío al volquete se tiene estacionar en la intersección de la rampa principal y las cámaras de carguío para que el LHD pueda descargar la primera cucharada, y para el resto de cucharadas tiene que adelantar para darle pase al LHD para que pueda ir al frente llenar la cuchara y retroceder para estar en posición con la cuchara levantada, el volquete retrocede y se estaciona por debajo de la cuchara para descargar, de esta forma se realiza el carguío hasta completar la carga, todo el tiempo de carguío realizado se restringe el pase en la rampa para el resto de equipos y/o personal que transitan por esta zona de la rampa principal, el LHD de 6 yd³ hace el llenado con 4 cucharadas, asimismo se depende únicamente de un LHD de 6 yd³ para realizar el carguío hacia los volquetes, actualmente se tiene en stand by un LHD de 4.2 yd³ para que pueda reemplazar cuando el LHD de 6 yd³ está en otra zona con trabajos pendientes, mantenimiento correctivo y/o mantenimiento preventivo, el LHD de 4.2 yd³. El presente estudio de investigación se va analizar según las ventajas y desventajas del porque si no se llega a cambiar el diseño de las cámaras de carguío actuales se generara elevados costos de producción a la empresa y no se lograría completar con el ciclo de minado programado en las labores en la zona, porque los equipos quedaran atrapados el mismo tiempo que se demore en el carguío con el LHD a los volquetes, de seguir con este problema los equipos no llegaran a su destino a tiempo generando retrasos en la operación, por ende será de mucha importancia para Minera Aurífera Retamas S. A., y será favorable para realizar en otras labores subterráneas similares, a bajos costos del sistema de carguío y acarreo, logrando mayor beneficio económico para la Empresa Minera. Además para reducir los costos de carguío y acarreo se realizara mediante el control de tiempos de carguío, acarreo y rendimiento de equipos, evaluando las operaciones unitarias, condiciones del desmonte, sistema de la cámara de carguío. El presente estudio de investigación se justifica su ejecución porque se hace un análisis del rediseño de la cámara de carguío tipo H para realizar carguío y acarreo de desmonte en otras labores subterráneas similares a bajos costos y lograr mayor beneficio económico para la Empresa.



1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cómo optimizamos los tiempos y costos de carguío y acarreo mediante el rediseño de la cámara de carguío del tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad minera san Andrés – MARSAS?

1.2.2 Problemas específicos

a) ¿Cómo optimizamos los tiempos de carguío y acarreo de desmonte con el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSAS?

b) ¿Cómo optimizamos los costos de carguío y acarreo de desmonte con el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSAS?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Optimizar los tiempos y costos de carguío y acarreo mediante el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSAS.

1.3.2 Objetivos específicos

a) Optimizar los tiempos de carguío y acarreo de desmonte acarreo mediante el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSAS.

b) Optimizar los costos de carguío y acarreo de desmonte mediante el rediseño de cámara de la carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSAS.



1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis general

Que, con el uso del rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a la cámara de carguío tipo H se lograra optimizar el tiempo y los costos de carguío y acarreo de desmonte actuales en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA.

1.4.2 Hipótesis específicas

a) Que, con el uso del rediseño de la cámara de carguío del tipo cruz a cámara de carguío tipo H, se lograra optimizar los tiempos de carguío y acarreo de desmonte actuales del nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA.

b) Que, con el uso del rediseño de la cámara de carguío del tipo cruz a la cámara de carguío tipo H, se lograra optimizar los costos de carguío y acarreo de desmonte actuales del nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – Marsa.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La ejecución de los trabajos de optimización de costo de carguío con LHD en las cámaras de carguío, es de mucha importancia para la mina. Por ejemplo no se tiene un adecuado control de tiempo del equipo, de la misma forma el tiempo de carguío en los diferentes tipos de cámaras de carguío, y las ventajas de ejecutar un tipo de cámara de carguío que genere mayor productividad para los distintos equipo en interior mina, dichos controles servirán para determinar la rentabilidad de la empresa minera.

El presente proyecto de investigación se justifica plenamente en su ejecución y es de mucha importancia, ya que servirá como modelo para realizar la optimización de costos de carguío con la implementación de un nuevo modelo de cámara de carguío con equipos mecanizados en nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – Marsa.



1.6 CLIMA Y VEGETACIÓN

1.6.1 Clima

El clima es algo frígido, es predominantemente los climas típicos de la sierra central de norte, con dos épocas muy marcadas, una lluviosa de Enero hasta mediados de Abril y partir de los meses de Junio a Agosto es más frígido, el resto del año disminuye las lluvias, la temperatura varía entre 10°C - 18°C encontrándose las temperaturas más bajas en los meses de Junio a Agosto.

Se debe señalar, que el valle del Marañón recibe poca precipitación, por lo que registra una vegetación semidesértica, salvo a lo largo del río y sus tributarios. (J. Gonzáles, 2015)

1.6.2 Fisiografía

Minera Aurífera Retamas Marsa S.A. se encuentra dentro de un importante distrito aurífero filoneano en una abrupta zona conformada por fuertes pendientes,

El relieve es accidentado y abrupto, marcado por las quebradas como Porvenir Molinetes, Pomachay, Mushmush, San Vicente, Huinchus, etc.

Los principales agentes modeladores a los eventos tectónicos son la erosión glacial y fluvial que han formado valles de fuerte pendiente (20 – 35%), así como circos glaciares, creando un drenaje dendrítico en la zona. La mina tiene elevaciones desde 3170 hasta de 4260 m.s.n.m. (cerro Yurirca).

1.6.3 Fauna

Básicamente se encuentran: aves silvestres en la zona de San Andrés que están de paso (Águila, halcón, picaflor, cernícalo, gorrión); anfibios y mamíferos (zorro, zorrino, vizcacha). Y en la zona de Chilcas es más frecuente la habitad de gorrión.



1.6.4 Flora

En cuanto a la fauna alrededor de la zona de San Andrés se encuentran una serie de arbustos entre ellos: Qeñua, el Icho, Ccera; en la parte de Chilcas lo que predomina es el Eucalipto, chilcas, y entre otros arbustos típicos de la sierra.

Los pobladores de la zona, se dedican principalmente a la agricultura, ganadería y minería. Se cultivan en la parte baja árboles frutales (naranjas, limas, limones, etc.). En las partes altas, se siembran trigo, maíz, lentejas, papas, cebollas y alfalfa. Debajo de los 3,600 m.s.n.m. hay condiciones adecuadas para una variedad de arbustos y hierbas: por encima de ello, crece solo ichu.

1.7 RECURSO DE LA ZONA

1.7.1 Humanos

Se considera a los trabajadores y colaboradores como el activo más importante y una de las principales ventajas competitivas que tiene la organización. Se tiene como objetivo el alineamiento de las políticas de recursos humanos con la estrategia de la organización, lo que permite que los t Buscamos generar un buen clima laboral e inspirar permanentemente el cambio, la mejora y la innovación gracias al talento de las personas, para lo cual se provee a las áreas de la organización de personal calificado y de las mejores prácticas de recursos humanos que ayuden a cumplir los objetivos estratégicos de la empresa.

Se efectúa también una constante capacitación especializada de los trabajadores con la finalidad de mantenerlos actualizados en sus conocimientos y técnicas, de manera que las metas de la empresa se cumplan con profesionalismo y eficiencia, mediante cursos de extensión profesional a cargo de importantes instituciones universitarias y técnicas del país.



La fuerza laboral proviene de las distintas zonas del país, pero principalmente proviene del norte, del centro del país y así mismo de las zonas aledañas de la unidad minera es decir Llacuabamba, Tayabamba, Buldibuyoc, Parcoy, Retamas, Buldibuyoc etc. trabajadores se alineen e identifiquen los compromisos y metas de la empresa.

1.7.2 Recursos naturales

La zona cuenta con recursos ganado vacuno, ovino y porcino. También se practica la agricultura (papa, choclo, zanahoria, cebolla etc.) pero solo para consumo de la comunidad y otro tipo de recursos y muy importante es el mineral, la zona se encuentra debajo del Batolito de Pataz, el cual alberga vetas de oro, a lo largo de esta.

1.7.3 Hidrografía

Es abastecido por aguas subterráneas, que provienen del subsuelo del cerro el Gigante, originando la cuenca hidrográfica, por cuya cuenca discurre los ríos Llacuabamba, estas abastecen suficientemente la demanda industrial de la Empresas.

1.7.4 Antecedentes de la mina

1.1.1.1. Etapas históricas del yacimiento minero

Los primeros trabajos en la región se realizan en la época pre-inca y se evidencia de una intensa explotación incaica como Atestiguan las herramientas de madera, restos de estanques y grandes muros. El descubrimiento de Cinabrio en Buldibuyoc intensifica la explotación del oro y la plata en la región Humboldt, a fines de la colonia y principios de la república los trabajos de mina disminuyen por el agotamiento de los óxidos superficiales. En abril de 1981 se crea Marsa, cubriendo las áreas mineralizadas con denuncios. En 1983 se instala una planta concentradora con capacidad de 60TM/día entrando en operación en el segundo semestre del mismo año y así sucesivamente a



100TM/día luego a 280TM/día y desde 1994 a 2004 con 1300TM/día, finalmente al 2008 la planta concentradora tiene una capacidad de 2800 TM/día. (E. Yalle, 2009).

1.7.5 Geología

El distrito minero de Parcoy donde se encuentra el depósito "El Gigante" está emplazado dentro de rocas intrusivas granitoides conocidas como Batolito de pataz (edad Paleozoica) que intuyen esquistos filitas pizarras y metavolcánicos del Complejo del Marañón (edad Precambriana). El Batolito de Pataz se extiende como una franja de rumbo Noroeste y ancho de 1 a 3 Km. entre Vijus en el norte y Buldibuyo al sur.

El depósito "El Gigante" está hospedado por rocas granitoides del Batolito de pataz (Microdiorita, granodiorita y granito). Está constituido por filones de cuarzo con concentraciones lenticulares de sulfuros principalmente pirita y contenidos de oro libre. La concentración de mineral se presenta en forma de un cuerpo mineralizado (Ore Shoot) controlado por estructuras de tipo Lazo Cimoide. El mineral de mena principal es la pirita aurífera (pirita de grano fino microfacturada); en menor proporción lo son también la arsenopirita, galena, marmatita; es posible también encontrar oro libre en el cuarzo sacaraoide.

El principal mineral de ganga es el cuarzo lechoso, junto con una cantidad minúscula de calcita y caolín. Las rocas de caja de los filones de cuarzo adyacentes a las zonas donde se presentan las concentraciones económicas de material aurífero por alteración hidrotermal están silicificadas, sericitizadas y cloritizadas. Estas alteraciones están ausentes donde la veta carece de relleno mineralizado.

Los fallamientos pre y post mineralización originan grandes desplazamientos de las estructuras que demandan de grandes inversiones en exploraciones; así como de amplio



conocimiento en la materia habiendo surgido una gran escuela de interpretación para el Batolito de Pataz. (Mina GCI Mining Group SAC – Pataz).

1.7.6 Geología regional

Las características geológicas desarrolladas en la región están ligadas a la evolución estratigráfica y estructural de la cordillera oriental del norte del Perú; afectado por los ciclos: del precámbrico, Hercínico y Andino.

En el Precámbrico se constituye la base estratigráfica con el Complejo Marañón, se compone principalmente de esquistos, filitas y secuencias meta volcánicas, esta secuencia supera los 2000 metros. En el Paleozoico sobre el Complejo se desarrolla el ciclo Hercínico con una secuencia de turbiditas de colores oscuros, reconocida como la Formación Contaya del Ordovícico, se ubicada en el borde Oeste del Batolito de Pataz; A inicios del Carbonífero empieza una sedimentación continental conocida como Grupo Ambo la que se compone de lutitas, areniscas y algunos horizontes de conglomerados formando secuencias superiores a los 300 metros; A fines del Paleozoico se depositan areniscas y conglomerados de coloración rojiza a las que se les designa las molasas del Grupo Mitu.

En el Mesozoico la sedimentación del ciclo Andino comienza con las calizas y dolomitas de Grupo Pucará del Triásico-Jurásico, sobreyacen al Grupo Mitu u otras formaciones anteriores; la Formación Goyllarisquizga del Cretáceo inferior se caracteriza por areniscas con intercalaciones de material pelítico con una potencia entre 100 y 300 metros, sobre ella con una potencia de 200 metros continua la Formación Crisnejas compuesta de margas y calizas de color marrón grisáceo. En discordancia angular sobre la Formación Crisnejas se deposita la Formación Chota que consiste de lutitas de



coloración rojiza por la que se le denomina capas rojas del Cretáceo superior. Una acumulación de rocas volcánicas

andesíticas a riolíticas ocurridas en el Terciario medio conforman la denominada Volcánicos Lavasen. En el Cuaternario se forman depósitos aluviales y fluvioglaciares.

El Batolito de Pataz es el cuerpo intrusivo dominante en la región de forma alargada con orientación N30°W. Existen intrusiones de menor talla y tardías que son reportadas a inicios del Mesozoico y Cenozoico. (Ccalta, T. 2018)

1.7.7 Geología Local

Comprende unidades litológicas que van desde el precámbrico al cuaternario, desde la más antigua a la más joven, El Complejo Marañón del cámbrico al ordovícico, constituida por pizarras oscuras y filitas grisáceas, intercaladas con pequeñas capas de esquistos cloritizados y metavolcánicos; se hallan expuestas en el lado NE del Batolito de Pataz, encontrándose plegadas, falladas y/o perturbadas por varios eventos de metamorfismo dinámico e ígneo.

El batolito de Pataz del carbonífero (edad de la intrusión: 329 Ma y enfriamiento: 329 - 328 Ma Heaberlin – Moritz 2002), tiene aprox. 160 Km de largo (N30°W), un ancho de 2.5 a 5 Km. El intrusivo está constituido probablemente por más de una facie plutónica; un facie de granito – granodiorita y otra facie de tonalita - diorita, mostrándose la primera como la más favorable para emplazamiento y desarrollo de estructuras mineralizadas.

Las rocas sedimentarias afloran al SW del Batolito de Pataz, corresponden al grupo Mitu (Pérmico) y está constituida por la unidad volcando sedimentaria (areniscas, limonitas, conglomerados, tobas riolíticas y brechas - aglomerados de rolitas y dacitas), y calizas del Crisnejas (Triásico-Jurásico). (M. Camino, 2015)



1.7.8 Geología del yacimiento

El yacimiento el Gigante corresponde a un típico yacimiento orogénico con mineralización de Au y como subproducto Ag, se ha explorado y explotado desde el nivel 4200 (afloramiento) siendo el último nivel de desarrollo el 2570, con evidencias de mineralización económica hasta la cota 1800. Con una profundidad de mineralización de 4.2 km. (Bz 30°). Conformado principalmente por las vetas Esperanza, Sistema Cabanas, Daniela, Valeria de un alineamiento NW buzando al NE y el sistema BB con otro control estructural (N30°E/45°NW), en profundidad se está explorando las vetas Daniela y todo el sistema asociado y el sistema de vetas BB; La roca encajonante es intrusivo del batolito de pataz, al borde Este se tiene enclaves – megaxenolitos de filitas del complejo Marañón los cuales se comportan como roca encajonante en tramos de la veta BB. (M. Camino, 2015)

1.7.9 Geología estructural

Con los estudios y análisis estructurales realizados se ha logrado determinar: La cinemática de las fallas, la cronología relativa de los sistemas de fallas y su relación con las fases orogénicas, lo que permitió definir un modelo geométrico estructural entendiendo el comportamiento estructural del yacimiento y las implicancias para la exploración, caracterizado por la ocurrencia de los siguientes sistemas en orden cronológico

1.7.10 Sistema de Vetas:

Están asociadas a un arreglo estructural de 3 sistemas.

1) Sistema NW-SE; de bajo buzamiento al NE, corresponde a estructuras principales (veta Esperanza, Daniela, Cachaco, Yanaracra, Capitán Garfio); relacionados a eventos comprensivos NW - SE con cinemática inversa.



2) Sistema N-S y NE-SW, con buzamientos al E-SE, asociados a los regímenes transtensivos del primer sistema, corresponde a un sistema tensional con cinemática normal (veta Valeria, Cachaco T1 –T2).

3) Sistema NE-SW, con buzamientos al NW (sistema de vetas BB), de cinemática normal tensionales a la falla Los Loros

Sistema EW

Fallas de rumbo EW a N70°E, con buzamientos mayores a 60° al NW con cinemática normal – sinextral (fallas Cabana, Las Torres, Patrick 1, San Vicente, Ventanas), son fallas post mineralización

Sistema NW-NS

Como un evento posterior a los dos anteriores, se tiene el sistema gravitacional de rumbo N30°W a NS con alto buzamiento al W, de cinemática inversa – dextral (Sistema Chilcas, Las Chilcas, Los Loros, Sistema Los Loros). (M. Camino, 2015)

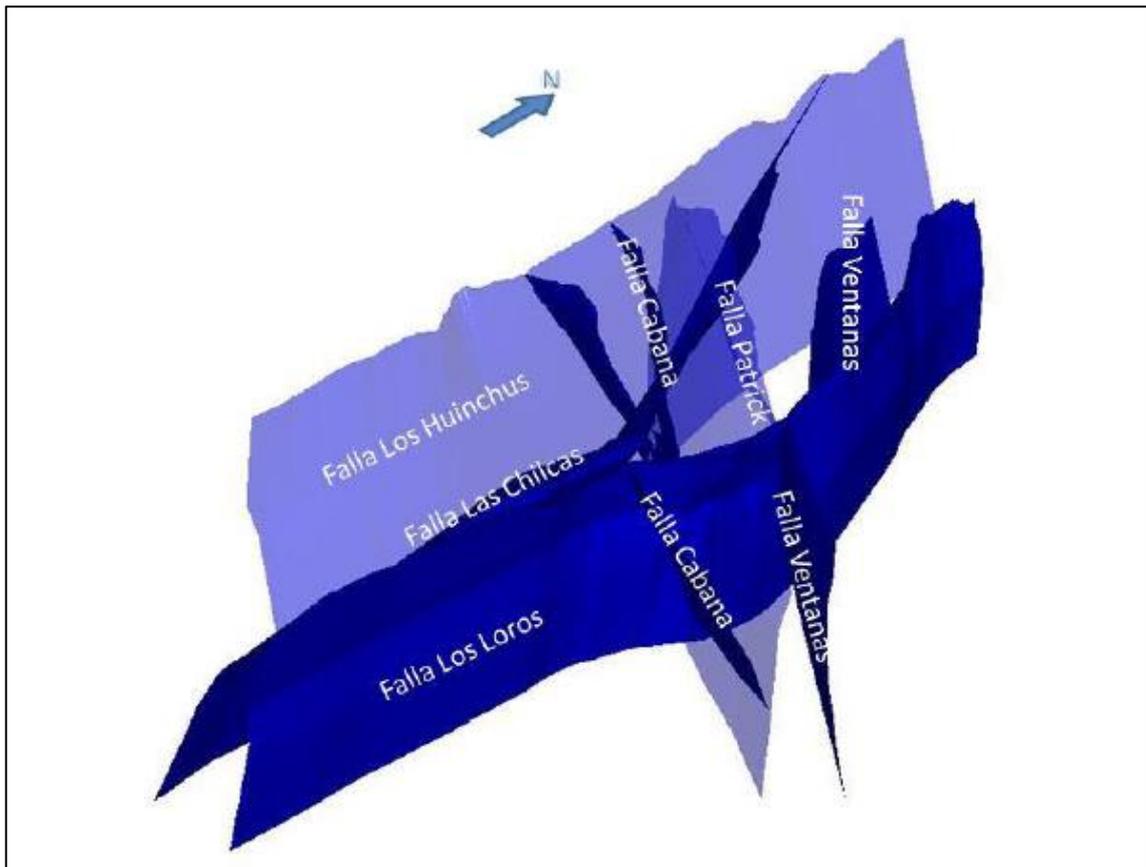


Figura N° 1. Modelo estructural del yacimiento

Fuente: Departamento Geología – Marsa

1.7.11 Geología económica

La mineralización se emplazó principalmente en rocas microdioritas, en menor porcentaje en granodioritas-granitos (Veta Daniela), cuyos rasgos litológicos y tectónicos se derivan de los procesos de la metalogena de la Cordillera Central. Las soluciones mineralizantes circularon a través de fracturas preexistentes dentro del Batolito de Patáz, depositándose en las aberturas a manera de vetas. La reacción con las rocas encajonantes provocaron alteraciones hidrotermales causadas por los cambios físicos y químicos que imperaron en el ambiente deposicional. (M. Camino, 2015)



1.7.12 Mineralización

Presenta una mineralización de cuarzo blanco craquelado – pirita - arsenopirita – marmatita – galena - calcopirita, con una textura masiva y bandeada.

El Gigante forma parte de los yacimientos orogénicos de la franja aurífera de Pataz, METALOTECTO que ha producido >15 Moz., de Au y tiene un recurso estimado de 40 Moz., MARSA alcanza una producción de 5.3 Moz., y cuenta con un recurso de >3 Moz., por lo que se ubica dentro de los principales y más importantes yacimientos orogénicos de Au de la región y del mundo.

El yacimiento el Gigante tiene una considerable profundización de mineralización a la fecha alcanza a 4.2 Km. manteniendo su ensamble de mineralización característico con ligeros decrecimientos de Ag y Cu, por la paragénesis y zoneamiento determinado podríamos garantizar niveles de mineralización económica más profundos.

Con los últimos trabajos de exploración se ha determinado la continuidad del Batolito hacia el extremo Este lo que ha generado nuevos targets con alto potencial geológico; se ha descubierto un nuevo sistema de mineralización de rumbo NE / buz. NW; se descubrió en profundidad (cota 2400 – 2000) mineralización con altos valores de Au y los estudios realizados nos indican la continuidad en profundidad, estos 2 nuevos hallazgos nos han permitido estimar un recurso de mineral de 2.7 MOz. (M. Camino, 2015)

1.7.13 Geomecánica

1.8 EVALUACIÓN GEOMECÁNICA

La evaluación geomecánica del tramo de la rampa Patrick en estudio se contempla según la clasificación del RMR (89) de Bienawski y con apoyo del GSI.

La ubicación espacial de la Rampa Patrick V en la zona actual ha servido para determinar que se tiene factores generadores de inestabilidad como son:

1.8.1 Caracterización geomecánica

Para la zona de estudio, la zonificación geomecánica se realizó de acuerdo al dominio litológico presente y su relación con su clasificación geomecánica dichos resultados se presentan en tabla N° 3.

Tabla N° 1. Caracterización geomecánica

PARAMETROS	RANGOS	VALORES	
RESISTENCIA A COMPRESION UNIAxIAL (Mpa)	50 - 100	7	
RQD %	25 - 50	5	
ESPACIAMIENTO (m)	0.06 - 0.2	8	
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	3 - 10 m	2
	APERTURA	1.0 - 5.0 mm	1
	RUGOSIDAD	Lisa	1
	RELLENO	Dura > 5 mm Mod.	2
	ALTERACION	Alterada	3
AGUA SUBTERRANEA	Humedo	10	
RMR BASICO		39	
ORIENTACION		-5	
RMR AJUSTADO		34	

Fuente: Departamento de Geomecánica – Marsa

1.8.2 Clasificación geomecánica

De acuerdo a la clasificación geomecánica RMR (89) Básico, varía de 31 – 40. De acuerdo al GSI está catalogada como un macizo rocoso Muy Fracturado, Regular –Mala (MF/R – MF/M), el granito tiene un RMR de 39 roca tipo Mala IV-A. Cabe resaltar que los resultados de han sido considerados en base al composito para el respectivo análisis de esfuerzo-deformación de en las secciones geológicas, esto debido a la influencia de los tres tipos de sistemas de fracturamiento compositados en la zona.

TIPO DE ROCA		RMR BIENIAWSKI	CLASIFICACION DE LA ROCA
II	II-A	71 - 80	BUENA "A"
	II-B	61 - 70	BUENA "B"
III	III-A	51 - 60	REGULAR "A"
	III-B	41 - 50	REGULAR "B"
IV	IV-A	31 - 40	MALA "A"
	IV-B	21 - 30	MALA "B"
V	V-A	0 - 20	MUY MALA

Figura N° 2. Rangos de Clasificación RMR y colores establecidos

Fuente: Departamento de Geomecánica-Marsa

Tabla N° 2. Zonificación Geomecánica

LITOLOGIA	RANGO RMR	CALIDAD DE LA MASA ROCOSA
Diorita	26 - 64	IIB, IIIA, IIIB, IVA y IVB
Granito	20 - 65	IIB, IIIA, IIIB, IVA, IVB y VA
Granodiorita	26 - 61	IIB, IIIA, IIIB, IVA y IVB
Microdiorita	16 - 69	IIB, IIIA, IIIB, IVA, IVB y VA
Tonalita	23 - 62	IIB, IIIA, IIIB, IVA y IVB

Fuente: Departamento de Geomecánica-Marsa

1.8.3 Mapeo Geomecánico

El mapeo geomecánico de las labores fue es realizado mediante el método directo de celdas de detalle con el formato estandarizado de la empresa y cumpliendo con las normas establecidas por la sociedad internacional de mecánica de rocas (ISRM), con la información obtenida se fue zonificando los planos geomecánicos, los mismos que fueron detallando el tipo de roca en que está ubicado el proyecto.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Alva, I. (2009), en su tesis estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea, concluye que con scoop 1 yd³ para distancias de 75 m – 200 m. en labores de desarrollo y preparación en secciones de labor de 2.6m x 2.7m con un déficit de 236 kg. En transporte, con un motor diésel de 68.75 HP y una eficiencia de trabajo, a un costo horario 25.05 us \$/hr. Con scoop 1yd³, el material es limpiado desde el frente de la labor y acarreado hasta el ore – pass principal con una productividad de 30 m³/hr 84

Alvarez H, Virgilio O (2014), en su tesis cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – Unidad Minera de Arcata, concluye 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. Y que el tiempo, la eficiencia relacionada al equipo y al personal además del material a transportar, influyen directamente en el cálculo de la productividad horaria.

Baldeón, Z. (2014), en su tesis “Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.”, concluye que conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, así como en Compañía Minera Condestable, este método puede ser aplicado en otras empresas mineras con similares problemas. Carguío y acarreo constituyen los componentes más gravitantes en el costo de minado de una operación minera.“No se



puede mejorar lo que no se puede medir”, la mejor herramienta para la gestión de la operación es el conocimiento de lo que sucede en el campo de una manera precisa y oportuna para tomar acciones correctivas. Los estándares, y los KPI son piezas claves para poder realizar una gestión minera apropiada. Es importante contar con un departamento de productividad, para la mejora de los procesos y procedimientos establecidos; de lo contrario, la operación se hará rutinaria disminuyendo de esta manera su valor a través del tiempo.

Curo, D. (2017), en su tesis evaluación del ciclo de acarreo y transporte en minería subterránea. Concluye que la limpieza en los frentes de exploración y desarrollo se realiza con pala neumática de capacidad 0.14 m^3 con una presión de aire de 90 psi y un consumo de aire 180cfm y su tiempo de limpieza en un frente es 2.5 horas de una sección de 7 x 8 pies.

Jáuregui, O. (2019) en su tesis titulada “Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura”-2009, concluye 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 un 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 m^3/h a 24.40 m^3/h en labores de producción y de 21.7 a 24.4 m^3/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 200m



Mamani, G. (2017) en su tesis titulada optimización de costos de producción en las operaciones unitarias de la empresa minera CORI PUNO S.A.C. – UNTUCA – 2017, en sus conclusiones indica que mediante la evaluación de las operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y acarreo de mineral se ha optimizado los costos de producción en la Empresa Minera Cori Puno S.A.C. – Untuca. Con el nuevo diseño de la malla de perforación, en el frente de la galería 7 398 Sur del nivel 4 949 m.s.n.m., los costos de perforación y voladura se ha optimizado de 1 083,92 US \$/disparo a 947,23 US \$/disparo, con una diferencia de 136,69 US \$/disparo. Mediante el control de tiempo de carguío y acarreo de mineral en el frente de la galería 7 398 Sur del nivel 4 949 m.s.n.m. los costos de carguío y acarreo de mineral se ha optimizado de 168,87 US \$/disparo a 163,42 US \$/disparo, con una diferencia de 5,45 US \$/disparo.

Martinez, B. (2016), en su tesis Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador, concluye que: Primero: La eliminación de tiempos muertos en base al plan de gestión de tiempos aumentó el ritmo de producción logrando aumentar las toneladas extraídas a superficie. Con la ejecución de un plan de mantenimiento como parte del plan de gestión de tiempos, ya sea mecánico eléctrico o de las condiciones de labores en mina se evitó la generación de demoras operativas o generación de tiempos improductivos no programados, ayudó a mantener un ritmo de trabajo constante sin presencia de problemas o retraso alguno. Segundo: El monitoreo constante de las operaciones de acarreo y transporte ayudará a mejorar progresivamente la eficacia del plan de gestión que tomará como base para ser aplicado en otros sectores a fin de aumentar la producción en la mayor cantidad de áreas hoy en explotación. Tercero: Se logró un aumento de producción en un 20% en base al tonelaje extraído antes



del estudio (30tn/día), aumentando en 2 vagones o 3 toneladas más por guardia, 6 toneladas más por día y 180 toneladas más por mes.

Quispe, W. (2016), en su tesis titulada Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo CIA de minas Buenaventura Arequipa”, concluye que con un mejor control de tiempos se ha logrado optimizar el costo de acarreo del equipo mecanizado en las labores de exploración, se ha determinado cada costo unitarios del equipo mecanizado scoop 4.2 yd³ incluido sus costos directos e indirectos, se ha determinado que el costo total asciende a S/. 435.93 por hora. De igual forma concluye que 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 crucero 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 maquina 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.

Riveros, J.(2016), en sus tesis “Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad minera ARCATA 2016”. Concluye que con la determinación de los ciclos totales de acarreo y transporte minero subterráneo con volquetes, se pudo calcular la productividad horaria real en la Unidad



Operativa de Arcata, siendo esta 10.156 TM/h como promedio y equivalente al 77.9 % de la productividad máxima siendo esta 13.038 TM/h como promedio. Los factores que influyen en el cálculo de la productividad son el tiempo, la eficiencia relacionada al equipo y al personal, además del material a transportar. Con la determinación de la productividad horaria real, se pudo establecer las tarifas unitarias por cada zona de trabajo, las cuales permitan generar un incremento en la facturación de 34.63 % que representa la suma de US\$ 126314.81 hasta fin de año. El cálculo de la productividad horaria real indica que esta constituye el 77.90 % de la producción óptima posible, debido a lo dilatado del tiempo de carguío en los ore pass.

2.2 SUSTENTO TEÓRICO

2.2.1 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. 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. (W. Quispe, 2017)

2.2.2 Estudio de tiempos del equipo LHD

Los tiempos asociados al ciclo en una cámara de carguío tipo cruz son básicamente los siguientes: giro del volquete, cuchareo, tránsito con lampón cargado, posicionamiento de volquete, descarga, retiro de volquete y tránsito con lampón vacío.

Y para el caso de la cámara de carguío tipo H el ciclo contempla los tiempos se han asociado de la siguiente manera: Posicionamiento del volquete, tránsito con lampón vacío, cuchareo, tránsito con lampón cargado, descarga.



2.2.3 Clasificación de las actividades y paradas para el estudio de tiempos del LHD.

2.1.1.1. Actividades operativas (principales)

- Limpieza de labor
- Limpieza de carga acumulada
- Carguío
- Relleno detrítico (En labores)
- Limpieza en el Raice Climber (RC)-Proyectos
- Limpieza en Pique-Proyectos
- Limpieza en Raice Boring (RB)-Proyectos

2.1.1.2. Actividades operativas

- Acondicionamiento de vías
- Traslado de Equipos (Winche, Pala, etc.)
- Traslado de Materiales (Madera, Cemento, Arena, etc.)
- Equipo en Transito

2.1.1.3. Paradas operación

- Esperando Orden
- Echadero Lleno
- Fin de Labor
- Falta Operador
- Esperando Surtidor
- Falta de Labor (Para Limpiar)

2.1.1.4. Paradas obligatorias

- Abastecimiento de combustible



- Reparto de guardia
- Check List del equipo
- Refrigerio
- Reporte diario
- Ingreso a mina

2.1.1.5. Paradas de mantenimiento

- Falla Mecánica
- Falla Eléctrica
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

2.1.1.6. 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

2.3 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.

2.3.1 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. (I. Alva, 2004).

2.3.2 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. Fuente (I. Alva, 2004).

2.3.3 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. (Z. Baldeón, 2011).

2.3.4 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. (I. Alva, 2004)

2.3.5 Periodo de depreciación

Ley del Impuesto a la Renta, señala que para el cálculo de la depreciación, los demás bienes afectados a la producción de rentas gravadas de la tercera categoría, se depreciarán aplicando el porcentaje que resulte de la (Tabla N° 5).



Tabla N° 3 Periodo de depreciación

BIENES	PORCENTAJE ANUAL MÁXIMO DE DEPRECIACIÓN
1. Ganado de trabajo y reproducción; redes de pesca (4 AÑOS)	25%
2. Vehículos de transporte terrestre (excepto ferrocarriles); hornos en general (5 AÑOS)	20%
3. Maquinaria y equipo utilizados por las actividades minera, petrolera y de construcción, excepto muebles, enseres y equipos de oficina (5 AÑOS)	20%
4. Equipos de procesamiento de datos (5 AÑOS)	25%
5. Otros bienes del activo fijo (10 AÑOS)	10%

Fuente: Alva, I.(2004).

2.3.6 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. (I. Alva, 2004)

2.3.7 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)

2.3.8 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. (I. Alva, 2004)



2.3.9 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.

Fuente (I. Alva, 2004)

2.3.10 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. (I. Alva, 2004)

2.4 PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO LHD

Para nuestro caso la productividad es un concepto inclinado a lo económico que se refiere a la capacidad de producir más con menos recursos, en nuestro caso en un costo bajo, mediante la el tipo de cámara de carguío de desmonte adecuado a los equipos que se cuenta ya sea de carguío como de transporte que permita producir amas a costos menores, la productividad es un indicador de la eficiencia productiva.

(<https://www.significados.com/productividad/> 2019)

2.4.1 Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo o sistema es una medida que nos indica cuánto tiempo está ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase. Típicamente se expresa en porcentaje.

$$\text{Uso de disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas trabajadas} - \text{Horas Stand By}} \times 100$$



2.4.2 Utilización efectiva

La utilización efectiva se determina como se indica a continuación: (J. Durant, 2005)

$$\text{Factor de utilización (\%)} = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas totales}} \times 100$$

2.4.3 Rendimiento

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

$$\text{Rendimiento (N)} = \frac{\text{Toneladas (W)}}{\text{Horas (H)}}$$

El peso transportado depende muchas variables: De los scooptrams dependen la capacidad de cuchara V_c , m³ y la velocidad de transporte, la densidad. Del material promedio δ es de 2,7 TM/m³ y por ser dinamitado el coeficiente de llenado de la cuchara ϕ es del 0,85. (J. Durant, 2005).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DE LAS CÁMARAS DE CARGUÍO EN EL NIVEL 2220

3.1.1 Diseño de la cámara de carguío tipo Cruz

Estocadas que salen como brazos hacia ambos lados de la Rampa de sección 4.0 m. x 4.0 m x 12 m de longitud y la otra de 10 m de longitud, con radio de curvatura 10.0 m y realce para el carguío hasta una altura de 6.5 m, ver Figura N° 5.

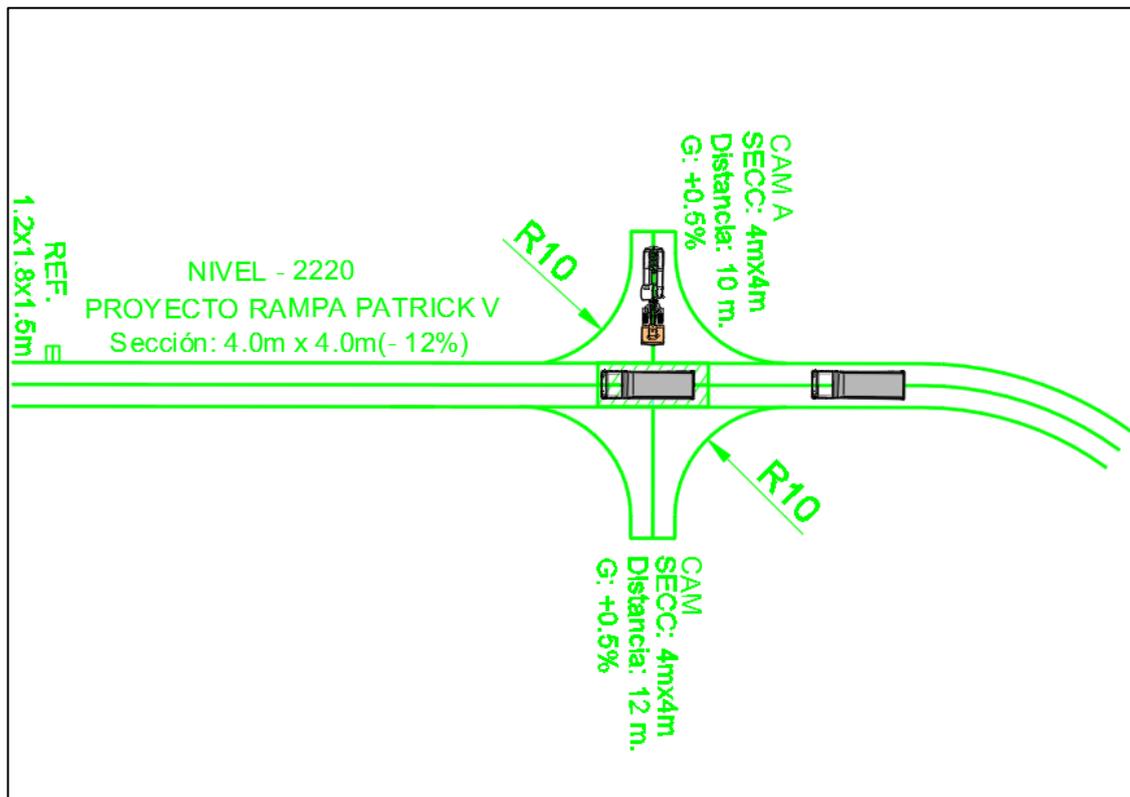


Figura N° 3. Vista en planta del diseño de cámara de carguío tipo cruz

Fuente: Área de planeamiento

3.1.2 Diseño de la cámara de carguío tipo H

Estocadas paralelas que salen como brazos hacia un lados de la Rampa de sección 4.0 m. x 4.0 m x 21 m de longitud, la otra estocada se sección 3.5 x 3.5 y 15.0 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., con radio de curvatura de 10.0 m, 6.0 m y 4.0 m respectivamente y realce para el carguío hasta una altura de 6.2 m, ver Figura N° 6 y Figura N° 7.

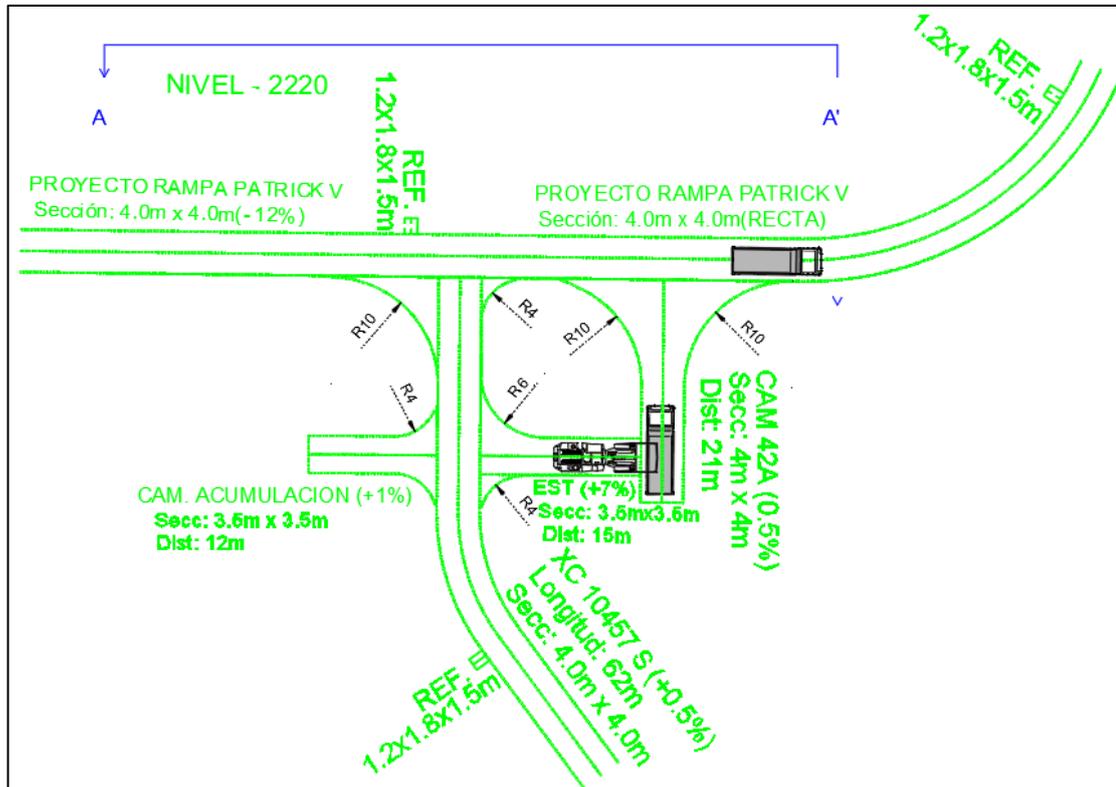


Figura N° 4. Vista en planta de la cámara de carguío tipo H

Fuente: Área de planeamiento

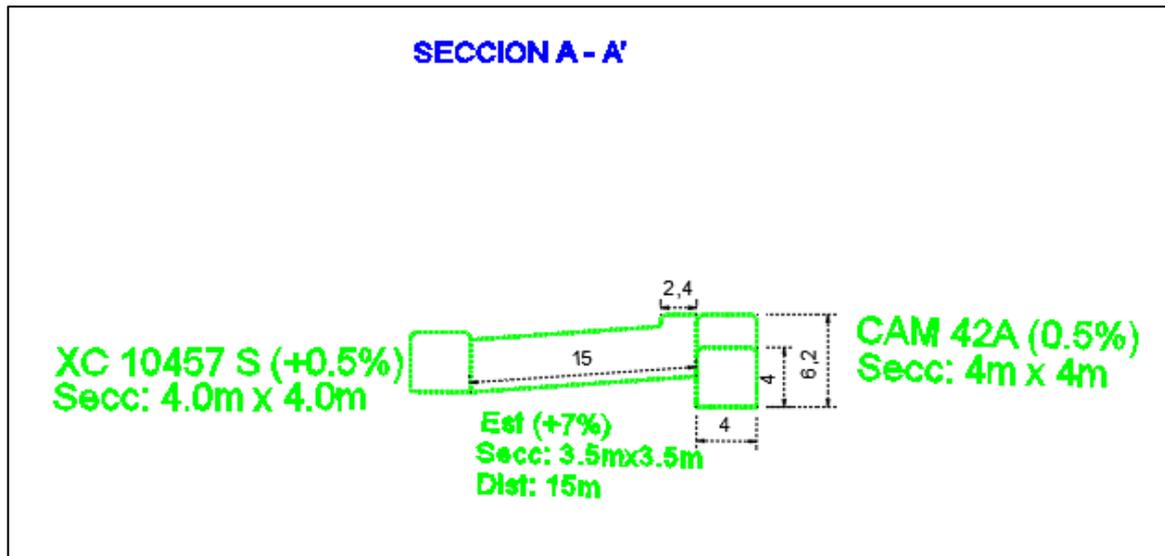


Figura N° 5. Vista en sección transversal de la cámara de carguío tipo H

Fuente: Área de planeamiento

3.2 EQUIPOS EN EL NIVEL 2220, UNIDAD MINERA SAN ANDRÉS – MARSA.

3.2.1 Volquetes Volvo FMX (8X4)

Estos equipos se encargan de trasladar el mineral y desmonte desde las cámara de carguío y/o tolvas hasta la Planta Concentradora y/o Pique, también se trasladan materiales como madera y arena para interior mina, trasladan en promedio 35 toneladas, son muy ventajosos por su versatilidad en operaciones mina.

Tabla N° 4. Costo unitario de los Volquetes Volvo FMX establecidos.

PRECIOS FIJOS	FACTOR	CAPACIDAD M3
\$ 35.03	6.44	20 m3

Fuente: Costos (Empresa contratista).



Tabla N° 5. Promedio del costo horario de alquiler de Volquetes VOLVO FMX del primer semestre del 2019.

MES	CAPAC. M3	Comb. \$/gl	FACTOR	PRECIOS VARIABLES US\$/Hr	PRECIOS FIJOS US\$/Hr	COSTO UNIT. US\$/Hr
ENERO	20	3.27	6.44	21.09	\$ 35.03	56.12
FEBRERO	20	3.16	6.44	20.38	\$ 35.03	55.41
MARZO	20	2.95	6.44	18.97	\$ 35.03	54.00
ABRIL	20	3.15	6.44	20.28	\$ 35.03	55.31
MAYO	20	3.15	6.44	20.28	\$ 35.03	55.31
JUNIO	20	3.18	6.44	20.45	\$ 35.03	55.48
JULIO	20	3.24	6.44	20.84	\$ 35.03	55.87
PROMEDIOS		3.18		20.33		55.36

Fuente: Costos (Empresa contratista).

3.2.2 Equipos LHD

Los LHDs son equipos de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en mina subsuelo o en zonas confinadas. El LHD se diseña para levantar cargas pesadas. Los LHDs 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 un marcha reversa. (W. Quispe, 2017)

3.1.1.1. Scoop Tram Diesel Atlas Copco ST-2G 2.2 YD3

Con capacidad de cuchara 2.2 yd³, realizan trabajos de limpieza desde los frentes de ataque hacia los echaderos o cámaras de acumulación, asimismo estos equipos son utilizados para el traslado de equipos y materiales para el lanzamiento de shotcrete.



Figura N° 6. Scoop tram ST-2G

Fuente: Catalogo Atlas Copco

3.1.1.2. Scoop Tram Diesel Sandvik EJC 145 4.0 YD3

Realiza trabajos de limpieza desde los frentes con sección de mayores a 3m a las cámaras de acumulación, equipo de carguío cuando no se dispone del LHD de 6 yd3.



Figura N° 7. Sandvik EJC 145 4.0 YD3

Fuente: Catalogo Sandvik Group — Home

3.1.1.3. Scoop Tram Diesel CAT R1600 6.3 YD3

Realiza trabajos de limpieza desde los frentes con sección de 4.0 m x 4.5 m a las cámaras de acumulación, principal equipo de carguío en los niveles donde no se cuenta con tolvas de carguío.



Figura N° 8. CAT R1600 6.3 YD3

Fuente: Catalogo Caterpillar R1600G

3.2.3 Jumbo

Jumbo Atlas Copco - T1D

Jumbo Atlas Copco - S1D

3.2.4 Lanzadores de shotcrete

Putzmeister SPM 4210 (20 m³/h)

3.2.5 Camiones Mixer

Putzmeister Mixkret 4

Carmix 5.5 XL

3.2.6 Manipulador Telescopico

Manitou MT- X 1030 ST

3.3 COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS LHD

Se tiene el resumen en la tabla N° 8 de los costos horarios de los equipos trackless, establecidos en la unidad Minera Aurífera Retamas S.A. y el detallado de cada uno de los equipos se encuentra en el (Anexo C-2)

Tabla N° 6. Resumen del costo horario de alquiler de equipos trackless.

EQUIPO	MARCA	MOD.	CAPA C.	Costos Equipo						
				Propiedad US\$/hr	Operación US\$/hr	Sub Total US\$/hr	Costo Operador US\$/hr	Costo Directo US\$/hr	Utilidad 10% US\$/hr	Costo Total US\$/hr
SCOOP DIESEL	CAT	R1600G	6.3YD 3	62.30	67.98	130.28	15.34	145.61	14.56	160.18
SCOOP DIESEL	SANVIK	LH-145	4.2YD 3	48.61	54.62	103.23	15.34	118.57	11.86	130.43
SCOOP DIESEL	SANVIK	LH-203D	2.2YD 3	29.54	35.76	65.30	19.13	84.43	8.44	92.87
BOOMER	ATLAS COPCO	T1D		58.86	62.20	121.06	43.67	164.73	16.47	181.20
LANZAD OR	PUTZMEIST ER	SMP 4210		43.14	40.19	83.34	30.97	114.31	11.43	125.74
MIXER	PUTZMEIST ER	MIXKRE T-4	4 m3	26.52	35.14	61.66	24.78	86.44	8.64	95.08
MIXER	CARMIX	5.5XL	5.5 m3	18.50	29.06	47.56	0.00	47.56	4.76	52.31
MANIPU L. TELESC.	MANITOU	MT-X 1030 SM		12.75	18.20	30.94	17.49	48.44	4.84	53.28

Fuente: Costos y productividad - Contrata

3.4 COMPATIBILIDAD ENTRE LOS EQUIPOS VOLQUETES - LHD

Se considera que el número de pases del material a cargar sobre la tolva de las unidades deberá oscilar 4 pases con el LHD de 6 yd³ y 6 pases con el LHD de 4 yd³ esto con el objetivo de desarrollar eficazmente el ciclo de carguío, debe existir un equilibrio entre los equipos que realicen el carguío (LHD s) y los que realicen el transporte (volquetes).

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

El área de trabajo del presente estudio involucra la infraestructura de las cámaras de carguío tipo Cruz y cámaras de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSÁ. (Anexo C-1)



3.5.1 Condiciones operativas para el carguío

3.1.1.4. Extracción mediante tolvas

En los niveles superiores cuenta con équidos convencionales, donde el carguío del material se realiza mediante chimeneas donde se acumula el material y una tolva neumática de control ubicadas en las cámaras de extracción, el proceso se inicia cuando el mineral es acarreado desde las labores por medio de locomotoras hacia los echaderos según corresponda el tipo de material transportado. En ocasiones se presenta el problema del campaneó de las tolvas debido al material llegando a tener tiempos muertos considerables, procediendo a realizar el plasteo a final de guardia si no se logró solucionar el problema durante la guardia.

3.1.1.5. Extracción mediante transferencia LHD – Volquete

En los niveles inferiores donde no se cuenta con tolvas se realiza mediante cámaras de carguío donde se realiza la transferencia con el scooptram de 6 yd³ desde las cámaras de acumulación hacia los volquetes volvo FMX. Anexos C – 3 y anexo C – 4.

3.5.2 Diseño de la principal vía de tránsito Rampa Patrick

La ruta de transporte de material desde interior mina hacia superficie está constituida por la rampa Patrick de acuerdo a las siguientes características:

- a) La sección de la rampa es de 4.0m x 4.0m en tramo recto y cuando requiera 4.0m x 4.5m.
- b) Gradiente positiva o negativa con pendiente máxima de 12% en las rectas.
- c) Sobre-excavación permisible de acuerdo al estándar de Voladura según sección y tipo de roca. En caso las condiciones del terreno presenten situaciones atípicas, como presencia de fallas u otros, que conlleven a una sobre-excavación, se deberá evaluar la estabilidad de la labor y recomendar el sostenimiento pertinente, que garantice la



estabilidad de la labor bajo las nuevas dimensiones con la participación de las áreas involucradas.

d) En Curvas la gradiente es 8 % como máximo, radio de curvatura de 25m como mínimo, el peralte: 0.5% y el ancho en curvatura es 0.5m adicional.

e) Todo equipo que ingrese a Rampa debe tener como máximo 3.10 m de altura y un ancho de 2.6m, ver figura N°11.

f) Los refugios estarán ubicados cada 50 m al lado opuesto de la cuneta con dimensiones: 1.5m de ancho x 1.8m de alto x 1.5m de longitud. En las curvas, irán espaciados cada 30m, ver figura N°13.

g) Las Cámaras de carguío estarán cada 200 m a ambos lados de la Rampa. Tendrán una sección de 4.0m de ancho x 4.0m de alto y longitudes de 12m y 15m respectivamente, con radio de curvatura no menor a 10m en la cámara de posicionamiento y no menor a 6m en la cámara de acumulación respectivamente, el realce para el carguío hasta una altura de 7m, ver figura N°13.

h) La cámara para la subestación eléctrica será ubicada al lado opuesto de la cuneta, con dimensiones de acuerdo al E-MIN-18 Cámara para Sub-estación Eléctrica. Espaciar 30m como mínimo respecto a la cámara de carguío, ver figura N°13.

i) La cámara de bombeo de avance se ubicará al lado de la cuneta, con dimensiones: 3.0m de ancho x 3.0m de alto x 10.0m de largo, con una pendiente negativa de 15 % y espaciada como mínimo a 30m con respecto a la subestación eléctrica. El último refugio se utilizará como nicho para el tablero eléctrico de avance.



SERVICIOS

a) Taladros de 90cm de longitud para alcayatas como soporte de la tubería de aire, bombeo y agua, a una altura de 2.5m desde el piso, distanciados cada 3m y ubicados al lado de la cuneta. La tubería de bombeo va a un metro del piso, ver figura N°11.

Taladros de 30cm de longitud para alcayatas como soporte del cable eléctrico, a una altura de 3.88m desde el piso, distanciados cada 3m y ubicados en el hastial opuesto de la cuneta, ver figura N°11.

c) Dos taladros de 30 cm de longitud ubicado en la corona de la labor y a 40 cm del eje del mismo a ambos lados, para tarugo de soporte de mangas de ventilación y distanciados cada 4 m.

d) Tarugos de madera con sección 5cm x 5cm x 30cm de largo para manga de ventilación, ver figura N°11.

e) Mangas de ventilación de 28 pulgadas de diámetro como máximo.

f) Cuneta de 40cm de ancho x 40cm de profundidad, ubicada en la parte inferior derecha de la rampa, ver figura N°11.

g) Se instalarán mangas de ventilación a no más de quince metros (15m) del frente de disparo.

h) Taladros horizontales de 30cm de profundidad para instalar una alcayata de soporte de cable telefónico y radio, a una altura de 3.10m desde el piso, distanciado cada 3 m y ubicado al lado de la cuneta. Ver Figura N°11.

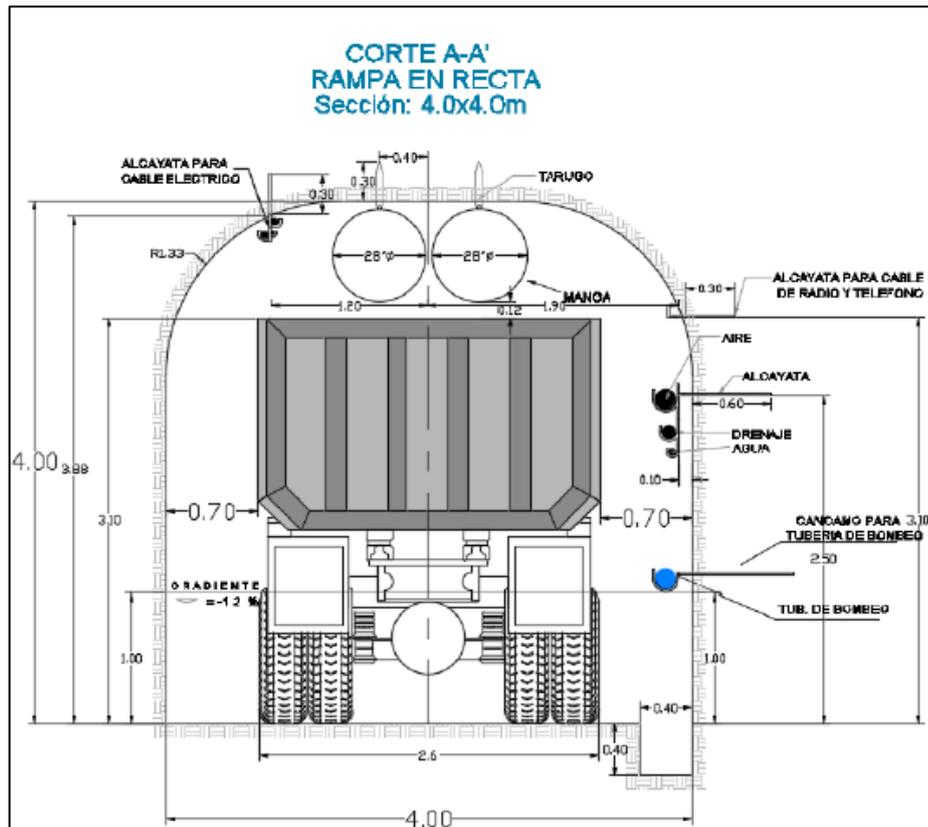


Figura N° 9. Rampa de sección 4.0m x 4.0m

Fuente: Departamento de Planeamiento - Marsa

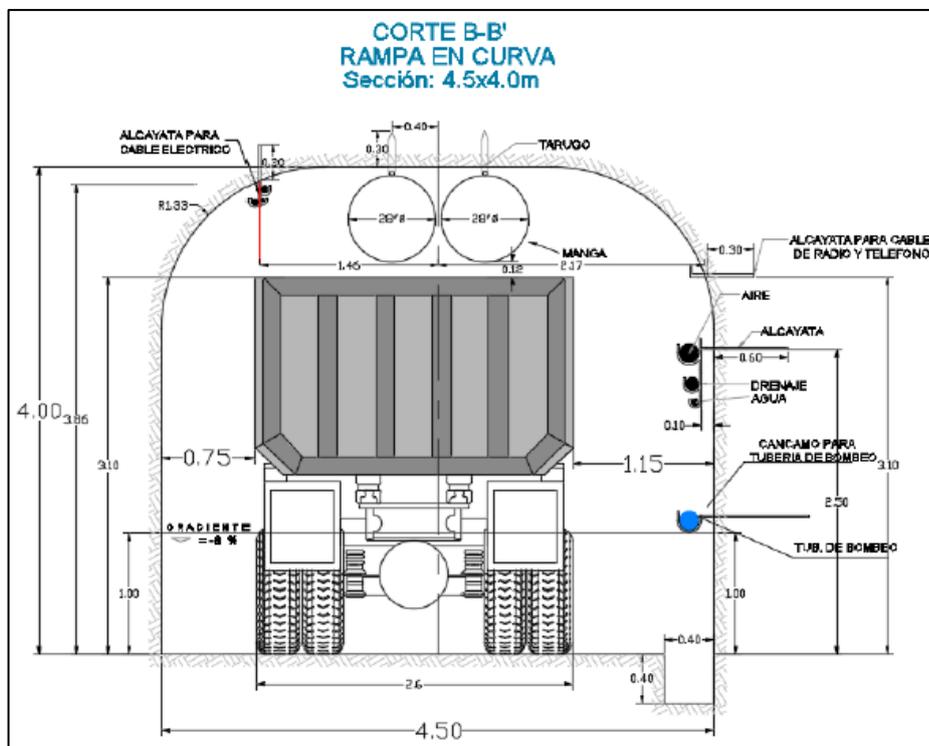


Figura N° 10. Rampa de sección 4.0m x 4.5m

Fuente: Departamento de Planeamiento - Marsa

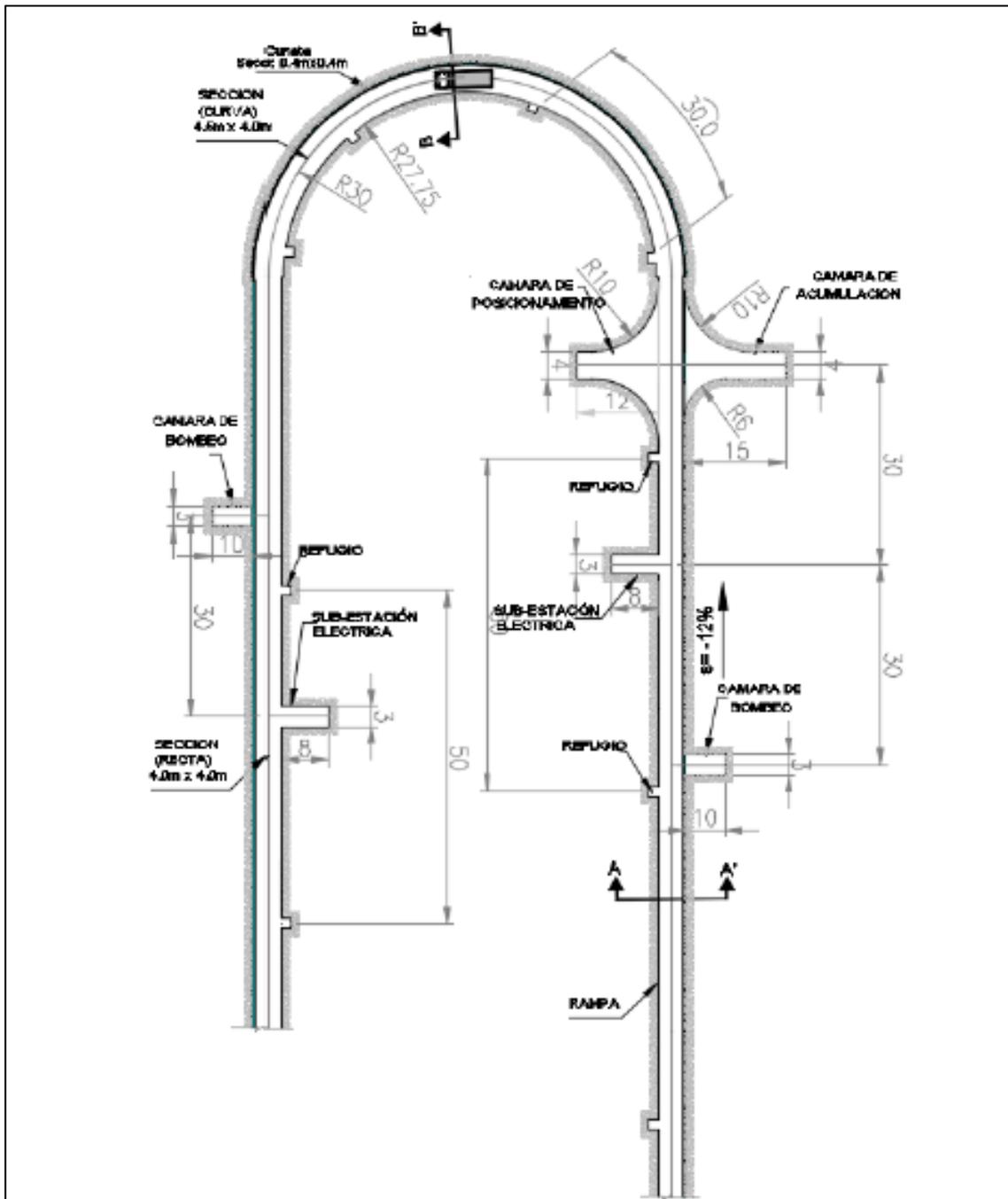


Figura N° 11. Vista en Planta de la Rampa

Fuente: Departamento de Planeamiento – Marsa

3.6 DISEÑO METODOLÓGICO

De acuerdo a la naturaleza del trabajo de investigación y por las características de estudio es de tipo descriptivo, ya que se refiere a la optimización de costos de carguío y acarreo, la metodología consiste en desarrollar todos los procesos de la operación aplicables al



trabajo de investigación, analizando los datos obtenidos de los trabajos realizados en dos tipos de cámara de carguío y evaluando todos los factores que influyen.

3.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación es de enfoque cuantitativo y experimental.

- Estudio cuantitativo: Es el procedimiento que busca cuantificar los datos y en general aplicar alguna forma de análisis estadístico, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística.
- Estudio Experimental: Basada en la observación y medida de las variables dependientes, según los criterios elegidos en el diseño del estudio, caracterizado por la manipulación artificial del factor de estudio por el investigador y por la aleatorización de los casos.

3.8 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La mayor parte del trabajo se realizó en campo, como toma de tiempos con el objetivo de recolectar información en el lugar donde se realizan las actividades de carguío en cámaras de tipo cruz y cámaras de carguío tipo H en el nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – Marsa.

3.9 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación es de tipo descriptivo porque vamos a describir la realidad de situaciones que estamos abordando y que se pretende analizar, aplicativo porque se trata de una investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto apoyado en la investigación documental, base de datos, estándares, recomendaciones, mediciones y tipo correlacional porque guarda relación entre dos variables siendo su propósito principal de utilizar correlaciones en el ámbito



investigatorio, averiguando que variables se encuentran conectadas entre sí; de esta manera se entiende científicamente una característica específica como variable.

Posteriormente en el proyecto de investigación se realizará el control estricto de tiempos de carguío y acarreo de desmonte, estos controles se realizarán durante los días que se realicen el carguío en los dos tipos de cámara de carguío en el nivel 2220, en dicho periodo se evaluará el tiempo de carguío y acarreo, equipos utilizados, rendimiento de los equipos, condiciones de las vías, en el proyecto de investigación se minimizará el tiempo de carguío y acarreo mediante el uso de la cámara de carguío tipo H. Finalmente con los resultados obtenidos se realizará el análisis comparativo de los tiempos de carguío y acarreo anterior y actual.

3.10 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.10.1 Población

Se considera población a la totalidad de las cámaras de carguío de la Rampa Patrick en sus diferentes etapas y a labores de preparación, operación, exploración, desarrollo y explotación ejecutadas en la Unidad Minera San Andrés – MARSА.

3.10.2 Muestra

Se tomara muestra a las cámaras de carguío en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSА.

3.11 PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Se tomaron los controles de tiempo de carguío con el LHD 6 yd3 en la cámaras de carguío tipo cruz y en la cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, para luego revisar los datos que se obtiene en la toma de tiempos, asimismo se procesa los datos ingresados en el módulo de control de la empresa (SIIM) los datos debidamente revisado y validado por la supervisión de Marsa y con los datos obtenidos de estas dos fuentes posteriormente



elaboramos las tablas en Excel a fin de visualizar los cuadros de resumen según nuestro propósito.

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 tomara en cuenta las condiciones para el tránsito de los equipos que se observó en el momento del carguío en esta zona.

3.13 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.13.1 Variable independiente

Los tiempos logrados en el carguío y acarreo de desmonte con el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA. El resumen se observa en la (Tabla N° 9)

3.13.2 Variable dependiente

La optimización de costos de carguío y acarreo de desmonte logrados con el rediseño de la cámara de carguío tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA. El resumen se observa en la (Tabla N° 9)



Tabla N° 7 Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente:	Tiempo de carguío y acarreo	Toneladas/Hora
Los tiempos logrados en el carguío y acarreo de desmonte con el rediseño de la cámara de carguío de tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA.	Factor de utilización	%
	Tiempo de carguío con LHD	%
Variable dependiente:		
La optimización de costos de carguío y acarreo de desmonte logrados con el rediseño de la cámara de carguío tipo cruz a cámara de carguío tipo H en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA	- Costo de carguío y acarreo.	Dólares/Tonelada

Fuente: Elaboración propia

3.14 UBICACIÓN

Se encuentra ubicado en el "Batolito de Pataz", que forma parte del complejo geológico del Marañón, nuestras operaciones están debajo de 3,220 msnm. Ubicado en el anexo de Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de La Libertad.

Sus coordenadas geográficas son:

- Latitud Sur: 08° 02'
- Longitud Oeste: 77° 20'

Coordenadas (DATUM PSAD 56)

- Norte: 9 110 899
- Sur: 230 689

- Altitud: 3 170 m.s.n.m

3.15 ACCESIBILIDAD

El acceso a la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A Marsa es por vía terrestre y/o vía aérea. Se puede realizar por carretera de la siguiente forma:

Por vía Terrestre:

Tabla N° 8. Accesibilidad vía terrestre a la Unidad Minera Marsa

TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	OBSERVACIÓN
Lima - Trujillo	562 Km	9 horas	Asfaltada
Trujillo - Huamachuco	180 Km	4 horas	Asfaltada
Huamachuco - Marsa	198 Km	6 horas	Trocha



Figura N° 12. Ruta de acceso Vía Terrestre

Fuente: Google Maps – Internet

Por vía aérea:

Tabla N° 9. Accesibilidad vía Aérea a la Unidad Minera Marsa

TRAMO	TIEMPO DE VIAJE	OBSERVACIÓN
Lima - Marsa	0 hora : 70 min	Vuelo Charter
Trujillo - Marsa	0 horas: 45 min	Vuelo Charter

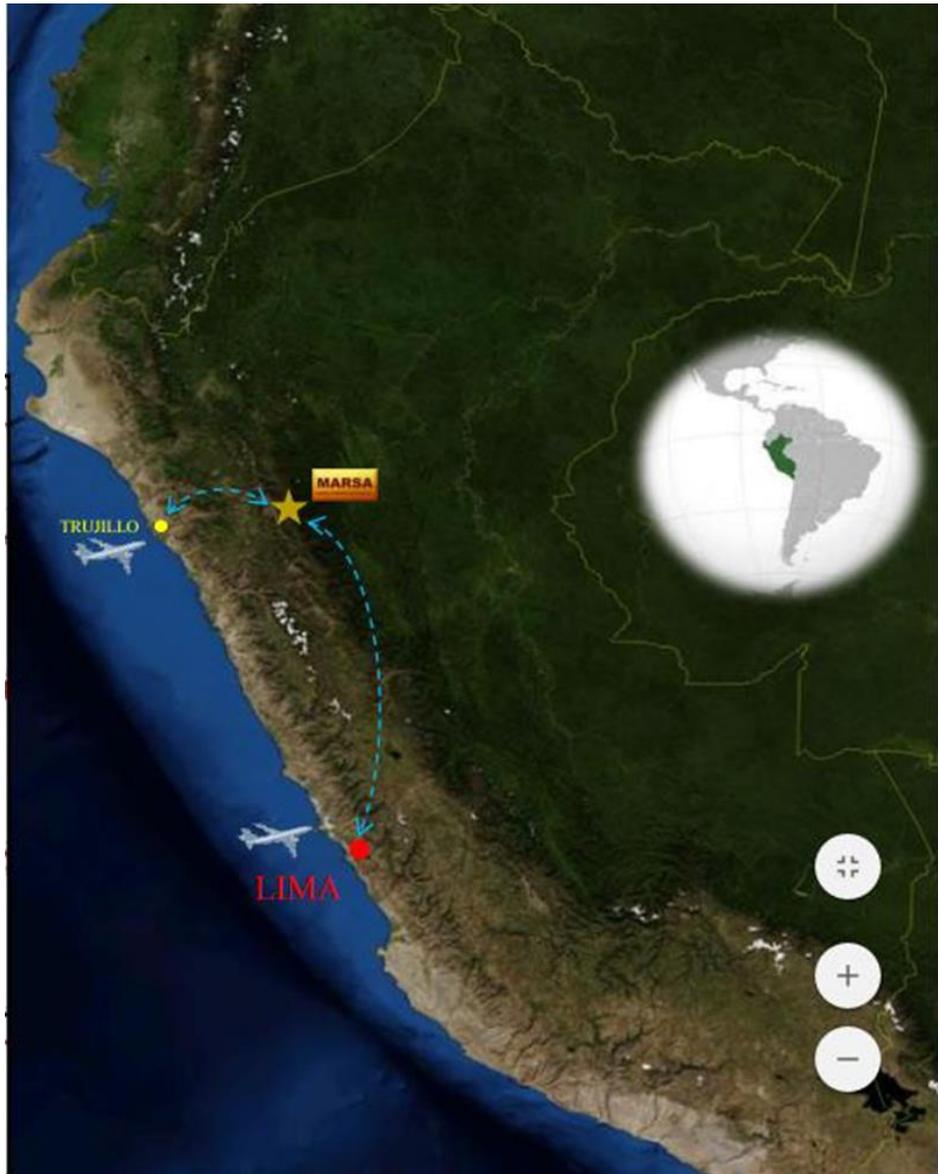


Figura N° 13 Ruta de acceso Vía Aérea

Fuente: Google Maps – Internet

Por Carretera:



- Lima - Trujillo (562km)
- Trujillo – Mina MARSA (411km)

Por Vía Aérea:

- Lima- Pías (70 min)
- Trujillo – Pías (45 min)



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Condiciones de las cámaras de carguío

Las rampa Patrick y las cámaras de acceso y carguío por donde se realiza el tránsito y el acarreo del material hacia los volquetes y posterior mente a superficie se encuentran en buen estado porque se cuenta con un programa detallado en el mantenimiento de vías a cargo del área de transportes que tiene a su cargo una pareja de personal por cada nivel (Bacheros), Retroexcavadora (Caterpillar), Mini Cat Sobre Rueda 246 D (Caterpillar) y Motoniveladora (Caterpillar), minimizando así los factores que pudieran alterar en normal tránsito de los equipos.

4.1.2 Análisis de tiempos de carguío mediante LHD - volquete

Después de realizar el control de tiempos en el proceso de carguío al volquete mediante la transferencia LHD – volquete.

Para poder calcular el número de pases que hará el LHD estará dado por:

$$N^{\circ} \text{ de pases} = Q / (C * f * e * Pe)$$

Para nuestro caso, los datos son los siguientes:

Q: 30 TM

C: 3.9 m³

Pe: 2.75 TM/ m³

f: 0.85

e: 80 %

Por lo tanto reemplazando datos en la fórmula:



$$N^{\circ} \text{ de pases} = 30 / (3.90 * 0.85 * 0.80 * 2.75)$$

Obtenemos:

$$N^{\circ} \text{ de pases} = 4.1$$

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

4.2 TIEMPO DE CARGUÍO EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO CRUZ

4.2.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga en cámara de carguío tipo Cruz

Inicialmente los volquetes habiendo llegado a la cámara de carguío tipo cruz para hacer el giro respectivo deben ingresar hacia las estocada y girar hasta estar en posición de salida, en ese instante ya el LHD de 6 yd³, estará esperando con carga en el lampón, el volquete tendrá que avanzar hasta posicionar su tolva debajo del lampón del LHD de 6 yd³, para que el LHD pueda descargar, una vez descargada sobre la tolva del volquete, el volquete tendrá que adelantar para que el LHD ingrese nuevamente a la estocada con carga acumulada para cargar en el lampón y retroceder a la estocada 2 y levantar el lampón para que el volquete retroceda y se posicione debajo del lampo para posteriormente descargar sobre la tolva del volquete, cada volquete se llena con cuatro lamponadas del LHD de 6 yd³. Los resultados obtenidos respecto al tiempo de giro y posicionamiento del volquete en la cámara tipo cruz, se muestran en la tabla 11, tabla 13 y tabla 15.

4.2.2 Calculo de eficiencia de operación en cámara de carguío tipo Cruz

Para nuestro caso se tomó como base los tiempos ejecutados en carguío en la cámara de tipo cruz y el total del tiempo de una guardia resultando un porcentaje de eficiencia, considerando las horas programadas por guardia se muestran en el tabla 15.



4.2.3 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo Cruz

El acarreo de mineral o desmonte proveniente según las labores, el material acarreado corresponde del nivel donde se encuentra la cámara de carguío, generalmente el acarreo en esta cámara se realiza con los LHD de 2.2 yd³, ya sea limpieza de frente o carga acumulada, se muestran en la tabla 11, tabla 13 y tabla 15.

4.2.4 Determinación de la productividad de carguío en cámara de carguío tipo Cruz

Para poder hallar la productividad horaria con la que se trabaja actualmente, la cual dependerá exclusivamente de la eficiencia de operación y el material a transportar.

El tiempo del ciclo de carguío y la eficiencia del mismo, ha sido calculado detenidamente y será de mucha utilidad para determinar la producción real y horaria. El material que se carga hacia los volquetes está constituido por mineral de los tajos y lineales con aporte de mineral y el desmonte de las labores lineales. Para calcular la productividad horaria, es necesario determinar el número de ciclos que realizará el LHD en una hora de trabajo.

4.2.5 Rendimiento en carguío del equipo LHD en la cámara de carguío tipo Cruz

Tabla N° 10. Datos de la guardia

EQUIPO	09 SCOOP DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST CC41 (RP PATRICK 3(RP)
FECHA	01/07/2019
TURNO	A
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	14:31
HORA TRABAJO FINAL	15:55
TOTAL HORAS	01:24
NUM. CUCHARAS	28
OBSERVACIONES	CARGUIO A VOLQUETE
OPERADOR	CANO BONILLA PERCY EUSEBIO



Tabla N° 11. Toma de tiempos

PASE	CUCHAREO (mm:ss)	TRANS.CARG (mm:ss)	POSICION. VOLQ. (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	RETIRO VOLQ. (mm:ss)	TRANS. VACIO (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
1° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:39
1	00:27	00:10	00:15	00:05	00:05	00:10	01:12
2	00:09	00:12	00:12	00:07	00:06	00:06	00:52
3	00:24	00:11	00:09	00:08	00:04	00:09	01:05
4	00:12	00:09	00:11	00:16	00:05	00:06	00:59
TOTAL							05:47
2° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			02:15
1	00:10	00:12	00:23	00:09	00:08	00:13	01:15
2	00:08	00:09	00:13	00:10	00:06	00:11	00:57
3	00:07	00:12	00:14	00:13	00:05	00:08	00:59
4	00:09	00:10	00:11	00:13	00:03	00:05	00:51
TOTAL							06:17
3° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:38
1	00:10	00:15	00:23	00:07	00:07	00:09	01:11
2	00:09	00:13	00:13	00:08	00:08	00:06	00:57
3	00:10	00:12	00:10	00:15	00:04	00:08	00:59
4	00:10	00:08	00:11	00:15	00:06	00:07	00:57
TOTAL							05:42
4° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:10
1	00:13	00:12	00:21	00:11	00:10	00:11	01:18
2	00:10	00:10	00:10	00:10	00:11	00:08	00:59
3	00:05	00:13	00:15	00:11	00:07	00:06	00:57
4	00:09	00:10	00:11	00:14	00:09	00:06	00:59
TOTAL							05:23
5° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:12
1	00:15	00:17	00:29	00:09	00:11	00:07	01:28
2	00:07	00:11	00:15	00:08	00:07	00:07	00:55
3	00:10	00:09	00:13	00:15	00:08	00:04	00:59
4	00:10	00:09	00:10	00:15	00:07	00:06	00:57
TOTAL							05:31
6° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:35
1	00:23	00:12	00:23	00:05	00:10	00:14	01:27
2	00:10	00:08	00:06	00:04	00:08	00:07	00:43
3	00:22	00:11	00:11	00:08	00:07	00:06	01:05
4	00:12	00:08	00:12	00:16	00:09	00:12	01:09
TOTAL							05:59
7° VOLQUETE				Demora de volquete en giro			01:40
1	00:10	00:08	00:10	00:37	00:09	00:07	01:21
2	00:09	00:12	00:14	00:08	00:06	00:08	00:57
3	00:09	00:13	00:12	00:11	00:08	00:08	01:01
4	00:08	00:10	00:11	00:15	00:04	00:01	00:49
TOTAL							05:48
PROMEDIO	00:12	00:11	00:14	00:12	00:07	00:08	05:47
TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE							40:27



Tabla N° 12. Datos de la guardia

EQUIPO	09 SCOOP DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST CC41 (RP PATRICK 3(RP)
FECHA	09/07/2019
TURNO	A
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	17:20
HORA TRABAJO FINAL	18:05
TOTAL HORAS	00:45
NUM. CUCHARAS	16
OBSERVACIONES	CARGUIO A VOLQUETE
OPERADOR	CANO BONILLA PERCY EUSEBIO

Tabla N° 13. Toma de tiempos

PASE	CUCHAREO (mm:ss)	TRANS. CARG (mm:ss)	POSICION. VOLQ. (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	RETIRO VOLQ. (mm:ss)	TRANS. VACIO (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
1° VOLQUETE		Demora de volquete en giro					01:39
1	00:28	00:11	00:12	00:08	00:05	00:12	01:16
2	00:07	00:15	00:09	00:09	00:06	00:09	00:55
3	00:08	00:10	00:08	00:11	00:07	00:10	00:54
4	00:09	00:14	00:10	00:14	00:05	00:09	01:01
TOTAL							05:45
2° VOLQUETE		Demora de volquete en giro					01:29
1	00:10	00:13	00:14	00:08	00:05	00:09	00:59
2	00:13	00:15	00:09	00:07	00:06	00:13	01:03
3	00:11	00:14	00:08	00:09	00:07	00:11	01:00
4	00:11	00:13	00:10	00:14	00:09	00:10	01:07
TOTAL							05:38
3° VOLQUETE		Demora de volquete en giro					01:49
1	00:11	00:14	00:11	00:06	00:14	00:11	01:07
2	00:11	00:12	00:09	00:07	00:09	00:14	01:02
3	00:09	00:11	00:11	00:10	00:09	00:12	01:02
4	00:12	00:12	00:07	00:09	00:10	00:05	00:55
TOTAL							05:55
4° VOLQUETE		Demora de volquete en giro					01:28
1	00:36	00:06	00:11	00:09	00:09	00:08	01:19
2	00:10	00:13	00:10	00:08	00:07	00:14	01:02
3	00:15	00:07	00:09	00:09	00:08	00:07	00:55
4	00:07	00:11	00:08	00:08	00:09	00:09	00:52
TOTAL							05:36
PROMEDIO	00:13	00:12	00:10	00:10	00:07	00:10	05:43
TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE							22:54



Tabla N° 14. Datos de la guardia

EQUIPO	09 LHD DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST CC41 (RP PATRICK 3(RP)
FECHA	12/07/2019
TURNO	A
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	10:20
HORA TRABAJO FINAL	11:02
TOTAL HORAS	00:42
NUM. CUCHARAS	16
OBSERVACIONES	CARGUIO A VOLQUETE
OPERADOR	CANO BONILLA PERCY EUSEBIO

Tabla N° 15. Toma de tiempos

PASE	CUCHARE O (mm:ss)	TRANS. CARG (mm:ss)	POSICION. VOLQ. (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	RETIRO VOLQ. (mm:ss)	TRANS. VACIO (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
1° VOLQUETE			Demora de volquete en giro				01:35
1	00:28	00:12	00:12	00:08	00:06	00:09	01:15
2	00:07	00:15	00:13	00:07	00:05	00:09	00:56
3	00:08	00:12	00:08	00:13	00:07	00:08	00:56
4	00:05	00:14	00:10	00:14	00:08	00:12	01:03
TOTAL							05:45
2° VOLQUETE			Demora de volquete en giro				01:58
1	00:10	00:14	00:11	00:05	00:10	00:09	00:59
2	00:13	00:11	00:08	00:07	00:09	00:11	00:59
3	00:11	00:10	00:12	00:09	00:06	00:12	01:00
4	00:11	00:14	00:12	00:16	00:09	00:06	01:08
TOTAL							06:04
3° VOLQUETE			Demora de volquete en giro				01:20
1	00:11	00:11	00:11	00:07	00:06	00:09	00:55
2	00:11	00:17	00:13	00:10	00:09	00:14	01:14
3	00:09	00:14	00:08	00:12	00:08	00:08	00:59
4	00:12	00:12	00:12	00:16	00:10	00:06	01:08
TOTAL							05:36
4° VOLQUETE			Demora de volquete en giro				01:15
1	00:36	00:13	00:10	00:09	00:06	00:08	01:22
2	00:10	00:10	00:13	00:08	00:07	00:05	00:53
3	00:15	00:14	00:09	00:09	00:06	00:04	00:57
4	00:07	00:15	00:14	00:08	00:08	00:05	00:57
TOTAL							05:24
PROMEDIO	00:13	00:13	00:11	00:10	00:08	00:08	05:42
TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE							22:49

4.2.6 Determinación de la productividad horario de carguío en cámara de carguío

tipo Cruz

Tabla N° 16. Productividad horaria

Descripción				
Peso específico de Desmonte	2.7			
F. Esponjamiento Desmonte	80%			
Scoop de 6.3 YD3	Dia 1	Dia 9	Dia 12	
Velocidad Promedio Cargado (Km/Hr)	5.0	5.0	5.0	
Velocidad Promedio Vacío (Km/Hr)	7.0	7.0	7.0	
Capacidad Nominal de cuchara 6.3 yd3 (Yd3)	6.30	6.30	6.30	
Factor de llenado de cuchara	85%	85%	85%	
Capacidad efectiva Cuchara 6.3 yd3 (m3)	4.10	4.10	4.10	
Parametros				
Densidad Promedio (Desmonte)	2.70	2.70	2.70	
Esponjamiento	80%	80%	80%	
Toneladas / Viaje	6.14	6.14	6.14	
Distancias				
Distancia desde frente a Pto de Descarga	metros	metros	metros	
	15	15	15	
Tiempos				
	Dia 1	Dia 9	Dia 12	
	(mm:ss)	(mm:ss)	(mm:ss)	
Cuchareo	00:12	00:13	00:13	
Transito con lampon cargado	00:11	00:12	00:13	
Posicionamiento de Volquete	00:14	00:10	00:11	
Descarga	00:12	00:10	00:10	
Retiro de Volquete	00:07	00:07	00:08	
Transito con lampon vacio	00:08	00:10	00:08	
Total Ciclo	01:03	01:02	01:03	
Eficiencias				
	(mm:ss)	(mm:ss)	(mm:ss)	
N° Minutos por Hora (15 % Tiempos Muertos)	51:00	51:00	51:00	
N° Viajes hora	48.74	49.50	48.91	
Eficiencia Horaria (Ton / Hora)	299.48	304.20	300.55	
Eficiencia Horaria (m3 / Hora)	110.92	112.67	111.32	
Promedio Eficiencia Horaria (Ton / Hora)	301.41			
Promedio Eficiencia Horaria (m3 / Hora)	111.63			



4.1.1.1. Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo Cruz

Tabla N° 17. Cálculo del costo por tonelada y costo por metro cubico.

LHD TRAM	COSTO HORARIO (\$/HORA)	PROM. EFIC. HOR. (TON / HORA)	PROM. EFIC. HOR. (M3 / HORA)	COSTO (\$/TON)	COSTO (\$/M3)
CATERPILLAR R1600 6.3 yd3	160.18	301.41	111.63	0.53	1.43

4.3 TIEMPO DE CARGUÍO EN CÁMARA DE CARGUÍO TIPO H

4.3.1 Cálculo de tiempo de giro, posicionamiento y descarga en cámara de carguío tipo H

Los volquetes una vez ubicados en la cámara de carguío, ingreso de los volquetes hacia la cámara lo tienen que realizar de retro, hasta posicionarse la tolva del volquete perpendicular a la rampa de la cámara, una vez posicionado el volquete el LHD de 6 yd3 inicia a descargar el lampón que había cargado mientras se posicionaba el volquete, una vez descargado el primer lampón, el LHD 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 LHD de 6 yd3, asimismo en esta cámara también se puede realizar el carguío con el LHD de 4 yd3 y en casos que no hay disponibilidad de los equipos de 6 yd3 y 4 yd3 para cumplir la cota de extracción por guardia se puede realizar el carguío con el LHD de 2.2 yd3, los resultados obtenidos respecto al tiempo de giro y posicionamiento del volquete, se muestran en la tabla 19, tabla 21 y tabla 23.

4.3.2 Cálculo de eficiencia de operación en cámara de carguío tipo H

Para nuestro caso se tomó como base los tiempos ejecutados en carguío en la cámara de tipo H y el total del tiempo de una guardia resultando un porcentaje de eficiencia, considerando las horas programadas por guardia, se muestran en la tabla 24.



4.3.3 Ciclo total de carguío y acarreo en cámara de carguío tipo H

El acarreo de mineral o desmonte proveniente según las labores, el material acarreado corresponde del nivel donde se encuentra la cámara de carguío, generalmente el acarreo en esta cámara se realiza con los LHD de 2.2 yd³, ya sea limpieza de frente o carga acumulada, se muestran en la tabla 19, tabla 21 y tabla 23.

4.3.4 Rendimiento en carguío del equipo LHD en la cámara de carguío tipo H

Tabla N° 18. Datos de la guardia

EQUIPO	09 LHD DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST 10421-W (XC 10457-S (RP P)
FECHA	06/05/2019
TURNO	B
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	01:10
HORA TRABAJO FINAL	01:40
TOTAL HORAS	00:30
NUM. CUCHARAS	16
OBSERVACIONES	A VOLQUETE
OPERADOR	QUISPE CAQUI CANTALICIO



Tabla N° 19. Toma de tiempos

PASE	TRANS. VACIO (mm:ss)	CUCHAREO (mm:ss)	TRANS. CARG (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
1° VOLQUETE					
			Demora en posicionamiento del volquete		00:01:35
1	00:09	00:11	00:22	00:04	00:46
2	00:15	00:09	00:20	00:08	00:52
3	00:19	00:14	00:25	00:07	01:05
4	00:22	00:14	00:20	00:06	01:02
TOTAL					05:20
2° VOLQUETE					
			Demora en posicionamiento del volquete		01:41
1	00:08	00:12	00:20	00:07	00:47
2	00:14	00:09	00:23	00:06	00:52
3	00:20	00:11	00:20	00:09	01:00
4	00:17	00:16	00:19	00:12	01:04
TOTAL					05:24
3° VOLQUETE					
			Demora en posicionamiento del volquete		01:19
1	00:10	00:08	00:22	00:05	00:45
2	00:17	00:10	00:24	00:07	00:58
3	00:16	00:12	00:20	00:05	00:53
4	00:23	00:17	00:21	00:09	01:10
TOTAL					05:05
4° VOLQUETE					
			Demora en posicionamiento del volquete		01:25
1	00:10	00:09	00:25	00:04	00:48
2	00:18	00:10	00:26	00:07	01:01
3	00:19	00:12	00:24	00:09	01:04
4	00:14	00:13	00:21	00:07	00:55
TOTAL					05:13
PROMEDIO	00:16	00:12	00:22	00:07	05:16
TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE					21:02



Tabla N° 20. Datos de la guardia

EQUIPO	09 LHD DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST 10421-W (XC 10457-S (RP P)
FECHA	10/05/2019
TURNO	A
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	15:00
HORA TRABAJO FINAL	16:00
TOTAL HORAS	01:00
NUM. CUCHARAS	12
OBSERVACIONES	A VOLQUETE
OPERADOR	CHACON CALDERON CARLOS MANUEL

Tabla N° 21. Toma de tiempos

PASE	TRANS. VACIO (mm:ss)	CUCHAREO (mm:ss)	TRANS.CARG (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
1° VOLQUETE		Demora en posicionamiento del volquete			00:01:51
1	00:06	00:12	00:22	00:05	00:45
2	00:09	00:16	00:24	00:09	00:58
3	00:16	00:10	00:17	00:06	00:49
4	00:14	00:19	00:24	00:08	01:05
		TOTAL			05:28
2° VOLQUETE		Demora en posicionamiento del volquete			00:01:37
1	00:06	00:14	00:20	00:04	00:44
2	00:13	00:12	00:24	00:07	00:56
3	00:17	00:06	00:26	00:10	00:59
4	00:15	00:19	00:19	00:08	01:01
		TOTAL			05:17
3° VOLQUETE		Demora en posicionamiento del volquete			00:01:15
1	00:09	00:08	00:22	00:05	00:44
2	00:22	00:11	00:20	00:08	01:01
3	00:18	00:13	00:24	00:06	01:01
4	00:19	00:10	00:25	00:11	01:05
		TOTAL			05:06
PROMEDIO	00:14	00:12	00:22	00:07	05:17
TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE					15:51



Tabla N° 22. Datos de la guardia

EQUIPO	09 LHD DIESEL 6.3 YD3
NOMBRE LABOR ORIGEN	EST CC41 (RP PATRICK 3(RP)
FECHA	12/05/2019
TURNO	B
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío
HORA TRABAJO INICIAL	03:20
HORA TRABAJO FINAL	03:50
TOTAL HORAS	00:30
NUM. CUCHARAS	12
OBSERVACIONES	A VOLQUETE
OPERADOR	QUISPE CAQUI CANTALICIO

Tabla N° 23. Toma de tiempo

PASE	TRANS. VACIO (mm:ss)	CUCHAREO (mm:ss)	TRANS. CARG (mm:ss)	DESCARGA (mm:ss)	TIEMPO DE CICLO (mm:ss)
	1° VOLQUETE			Demora en posicionamiento del volquete	00:01:29
1	00:10	00:13	00:22	00:09	00:54
2	00:15	00:15	00:20	00:06	00:56
3	00:19	00:11	00:25	00:08	01:03
4	00:18	00:12	00:24	00:04	00:58
	TOTAL				05:20
	2° VOLQUETE			Demora en posicionamiento del volquete	00:01:43
1	00:17	00:13	00:26	00:07	01:03
2	00:12	00:12	00:24	00:06	00:54
3	00:17	00:09	00:25	00:10	01:01
4	00:15	00:10	00:22	00:08	00:55
	TOTAL				05:36
	3° VOLQUETE			Demora en posicionamiento del volquete	00:01:24
1	00:16	00:14	00:20	00:08	00:58
2	00:17	00:06	00:20	00:07	00:50
3	00:16	00:11	00:22	00:09	00:58
4	00:14	00:12	00:25	00:09	01:00
	TOTAL				05:10
PROMEDIO	00:15	00:11	00:23	00:08	05:22
	TOTAL DEL CICLO DE CARGUÍO DE DESMONTE				16:06

4.3.5 Determinación de la productividad horario de carguío en cámara de carguío

tipo H

Tabla N° 24. Calculo de la productividad horaria en la cámara de carguío tipo H con los datos obtenidos en la toma de tiempos

Descripción			
Peso específico de Desmorte	2.7		
F. Esponjamiento Desmorte	80%		
LHD de 6.3 YD3	Dia 6	Dia 10	Dia 12
Velocidad Promedio Cargado (Km/Hr)	5.0	5.0	5.0
Velocidad Promedio Vacío (Km/Hr)	7.0	7.0	7.0
Capacidad Nominal de cuchara 6.3 yd3 (Yd3)	6.30	6.30	6.30
Factor de llenado de cuchara	85%	85%	85%
Capacidad efectiva Cuchara 6.3 yd3 (m3)	4.10	4.10	4.10
Parámetros			
Densidad Promedio (Desmorte)	2.70	2.70	2.70
Esponjamiento	80%	80%	80%
Toneladas / Viaje	6.14	6.14	6.14
Distancias			
Distancia desde frente a Pto de Descarga	metros 35	metros 35	metros 35
Tiempos			
Transito con lampón vacío	min 00:16	min 00:14	min 00:15
Cuchareo	00:12	00:12	00:11
Transito con lampón cargado	00:22	00:22	00:23
Descarga	00:07	00:07	00:08
Total Ciclo	00:57	00:55	00:57
Eficiencias			
N° Minutos por Hora (15 % Tiempos Muertos)	51:00	51:00	51:00
N° Viajes hora	53.68	55.64	53.22
Eficiencia Horaria (Ton / Hora)	329.88	341.88	327.01
Eficiencia Horaria (m3 / Hora)	122.18	126.62	121.12
Promedio Eficiencia Horaria (Ton / Hora)	332.92		
Promedio Eficiencia Horaria (m3 / Hora)	123.31		

4.3.6 Cálculo de costo de por tonelada en cámara de carguío tipo H

Tabla N° 25. Cálculo del costo por tonelada y costo por metro cubico en la cámara de carguío tipo H.

LHD TRAM	COSTO HORARIO (\$/HORA)	PROM. EFIC. HOR. (TON / HORA)	PROM. EFIC. HOR. (M3 / HORA)	COSTO (\$/TON)	COSTO (\$/M3)
CATERPILLAR R1600 6.3 yd3	160.18	332.92	123.31	0.48	1.30

4.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla N° 26. Comparación de resultados entre la cámara de carguío tipo H y cámara de carguío tipo cruz

EFICIENCIA DE SCOOP DE 6.3 YD3	CAM. CARG. TIPO H	CAM. CARG. TIPO CRUZ	COSTO TOTAL HORARIO	CAM. CARG. TIPO H	CAM. CARG. TIPO CRUZ	DIFER.
Promedio Eficiencia Horaria (Ton)	332.92 Ton/Hora	301.41 Ton/Hora	160.18 \$/Hora	0.48 \$/Ton	0.53 \$/Ton	0.05 \$
Promedio Eficiencia Horaria (m3)	123.31 m3/Hora	111.63 m3/Hora	160.18 \$/Hora	1.30 \$/m3	1.43 \$/m3	0.13 \$

4.4.1 Disponibilidad de la rampa

Se analiza las condiciones que se tiene para el tránsito de equipos en la Rampa Patrick en el momento que se realiza el carguío scoop – volquete en los dos tipos de cámara de carguío con los que se cuenta en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA.

4.1.1.2. Cámara de carguío tipo cruz

Se toma en cuenta los equipos que más posibilidad de transitar tienen por la rampa Patrick y los equipos que menos opciones tienen de realizar otra actividad porque tienen funciones limitadas como el Jumbo T1D, Carmix y el Manitou. Para este caso tomaremos como indicador el mes de julio 2019 para hacer las proyecciones con los datos obtenidos

en la toma de tiempos en las tres guardias en la cámara de carguío tipo cruz, en la Tabla N° 27 se obtiene como resultado 01 horas con 26 minutos y 10 segundos que estuvo restringido el pase para los equipos en la rampa Patrick, durante este tiempo el Jumbo, Carmix y Manitou no tendrían la posibilidad de transitar por este punto, porque es el tiempo que se resta a la disponibilidad de la rampa para transitar, estos equipos tendrían que esperar refugiados el tiempo que dure el carguío porque para estos equipos los trabajos están coordinados desde el reparto de guardia.

4.1.1.3. Cámara de carguío tipo H

El tiempo que se obtuvo en la toma de tiempo Tabla N° 27 durante el carguío es de 52 minutos con 59 segundos tiempo que en el cual se realiza el carguío en este tipo de cámara el pase para el resto de los equipos está libre porque el volquete está refugiado dentro de la cámara de carguío mientras el scoop realiza el carguío sin interrumpir el tránsito en la rampa Patrick, el carguío en la cámara de carguío tipo H no afecta directamente en la disponibilidad de la rampa Patrick para el tránsito de equipos como el Jumbo, Carmix y Manitou.

Tabla N° 27. Horas total acumuladas que dura el carguío en la cámara de tipo cruz y en la cámara de carguío tipo H, durante los días que se realizó la toma de tiempos.

CAMARA DE CARGUIO	EQUIPO	COSTO TOTAL US\$/HR	Tiempo de carguío			TOT. ACUM. (hh:mm:ss)
			DIA 1 (mm:ss)	DIA 2 (mm:ss)	DIA 3 (mm:ss)	
TIPO CRUZ	JUMBO T1D	181.20	40:27	22:54	22:49	01:26:10
	CARMIX	52.31	40:27	22:54	22:49	01:26:10
	MANITOU	53.28	40:27	22:54	22:49	01:26:10
TIPO H	JUMBO T1D	181.20	21:02	15:51	16:06	00:52:59
	CARMIX	52.31	21:02	15:51	16:06	00:52:59
	MANITOU	53.28	21:02	15:51	16:06	00:52:59

4.4.2 Indicadores de los equipos

A continuación las tablas con los resúmenes de los equipos del mes de mayo 2019, el tiempo que trabajaron los equipos en las actividades operativas que realizan cada equipo según su función y diseño, las paradas de equipo que se tienen, las horas programadas, horas paradas por mantenimiento, disponibilidad mecánica y la utilización efectiva que se obtuvo durante el mes de mayo 2019.

Tabla N° 28. Registro del total de horas acumuladas del Carmix Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	259.63
PARADAS OBLIGATORIAS	116.67
PARADAS MANTENIMIENTO	20.55
PARADAS OPERACIÓN	120.83
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	517.68

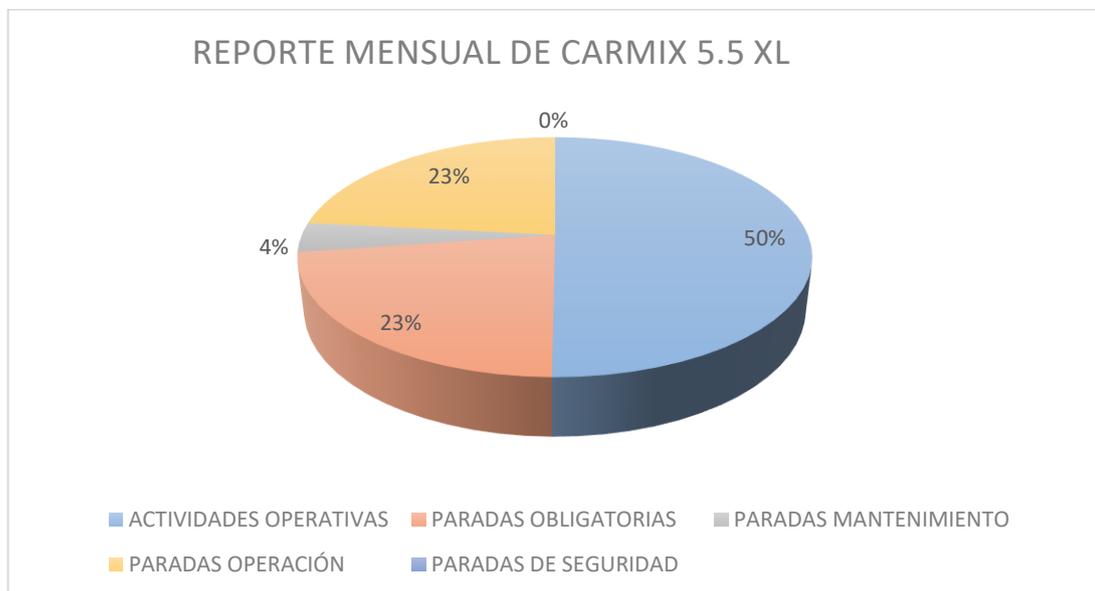


Figura N° 14. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del carmix 5.5 XL mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29. El KPI del Carmix 5.5 XL obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES CARMIX 5.5 XL MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	20.55
DISPONIBILIDAD MECANICA	95%
UTILIZACION EFECTIVA	60%

Tabla N° 30. Registro del total de horas acumuladas del Jumbo S1D Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	112.68
PARADAS OBLIGATORIAS	42.87
PARADAS MANTENIMIENTO	232.53
PARADAS OPERACIÓN	46.15
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
PARADAS NO OPERATIVAS	0.00
TOTAL	434.23

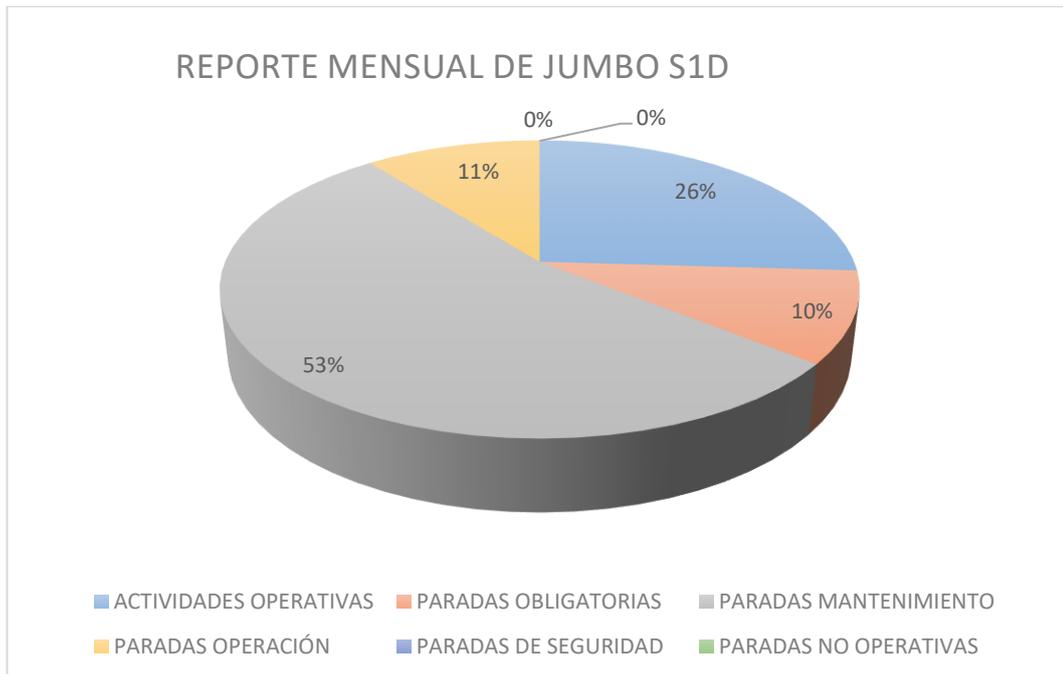


Figura N° 15. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del jumbo S1D mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31. El KPI del Jumbo S1D obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES DEL JUMBO S1D MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	233
DISPONIBILIDAD	46%
UTILIZACION	26%

Tabla N° 32 Registro del total de horas acumuladas del Jumbo T1D Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	236.25
PARADAS OBLIGATORIAS	73.78
PARADAS MANTENIMIENTO	39.98
PARADAS OPERACIÓN	79.80
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
PARADAS NO OPERATIVAS	32.12
TOTAL	461.93

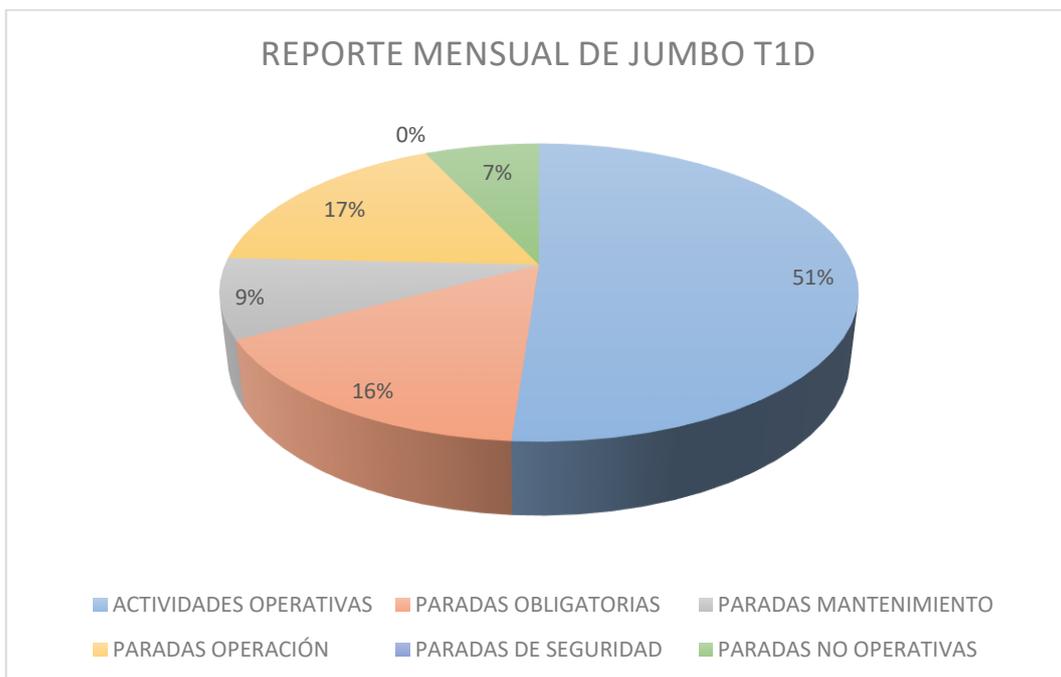


Figura N° 16. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del T1D mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 33. El KPI del Jumbo T1D obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES DEL JUMBO T1D MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	39.98
DISPONIBILIDAD	91%
UTILIZACION	54%

Tabla N° 34. Registro del total de horas acumuladas del Manitou Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	214.70
PARADAS OBLIGATORIAS	51.07
PARADAS MANTENIMIENTO	27.27
PARADAS OPERACIÓN	259.35
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	552.38



Figura N° 17. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Manitou mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 35. El KPI del Manitou obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES MANITOU MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	27.27
DISPONIBILIDAD	94%
UTILIZACION	49%

Tabla N° 36. Registro del total de horas acumuladas del Putzmeister Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	103.18
PARADAS OBLIGATORIAS	130.38
PARADAS MANTENIMIENTO	37.27
PARADAS OPERACIÓN	107.52
PARADAS DE SEGURIDAD	0
PARADAS NO OPERATIVAS	118.43
TOTAL	496.7833

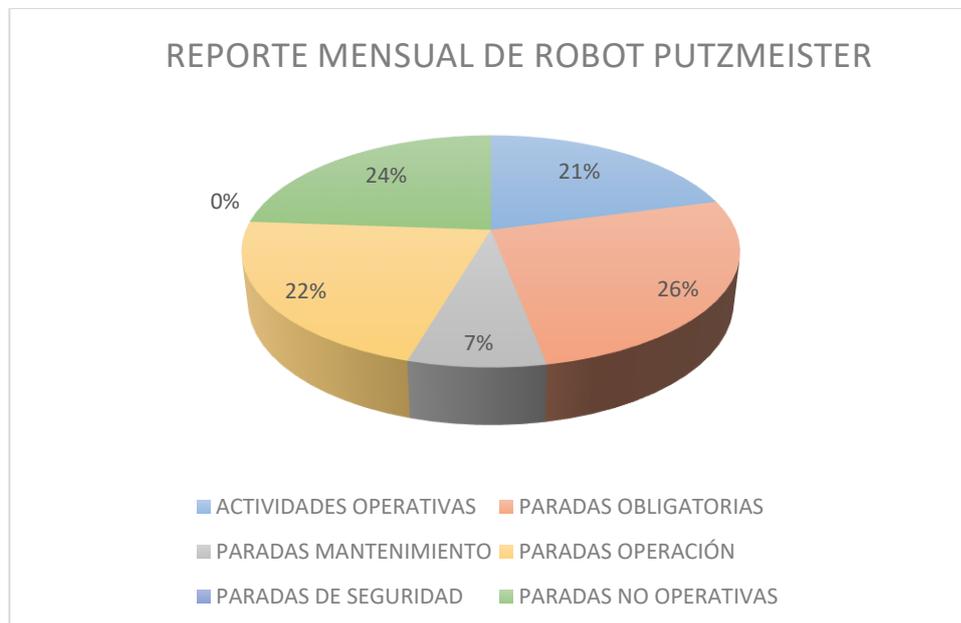


Figura N° 18. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Putzmeister mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37. El KPI del Putzmeister obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES ROBOT PUTZMEISTER MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	37.27
DISPONIBILIDAD	91%
UTILIZACION	24%

Tabla N° 38. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel ST2G T-7 Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	167.17
ACTIVIDADES OPERATIVAS	97.60
PARADAS OBLIGATORIAS	85.88
PARADAS MANTENIMIENTO	151.42
PARADAS OPERACIÓN	35.77
PARADAS DE SEGURIDAD	1.33
TOTAL	539.17

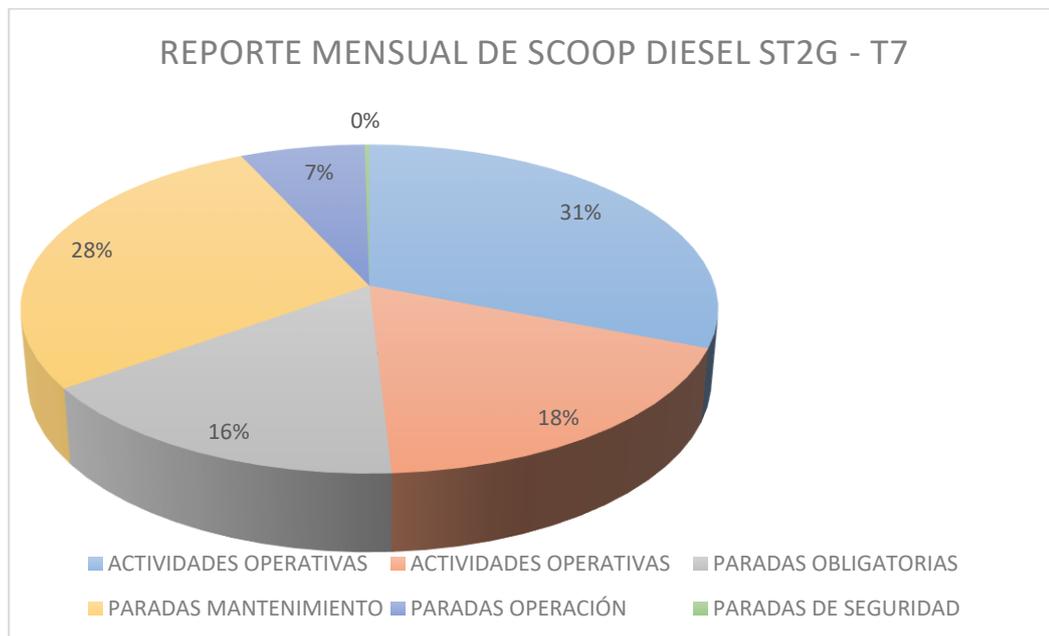


Figura N° 19. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel ST2G T-7 mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 39. El KPI del scoop diésel ST2G T-7 obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES SCOOP DIESEL ST2G T-7	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	152.75
DISPONIBILIDAD	65%
UTILIZACION	61%

Tabla N° 40. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel LH203D T-8
Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	195.42
ACTIVIDADES OPERATIVAS	142.07
PARADAS OBLIGATORIAS	78.67
PARADAS MANTENIMIENTO	43.72
PARADAS OPERACIÓN	62.78
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	522.65

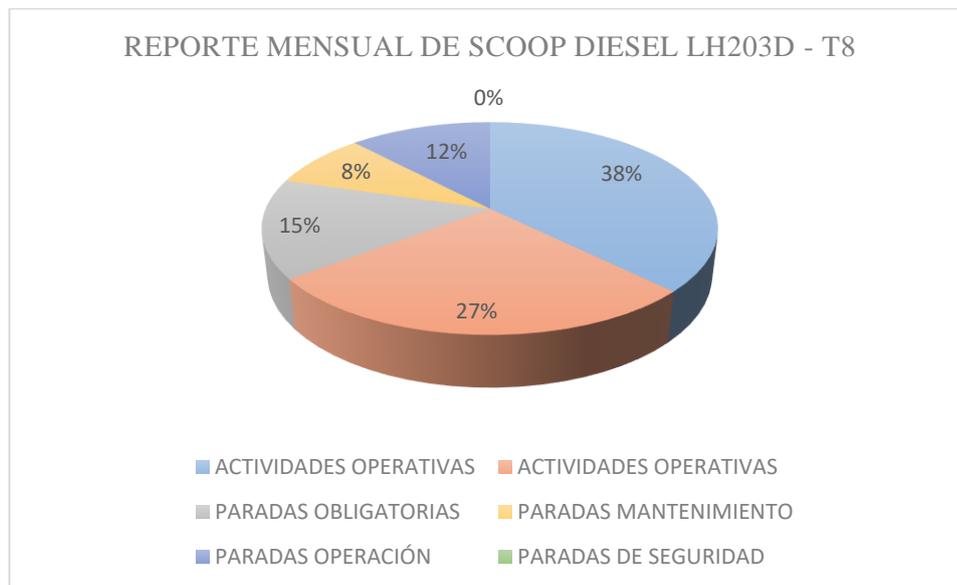


Figura N° 20. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel LH203D T-8 mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 41. El KPI del scoop diésel LH203D T-8 obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES SCOOP DIESEL LH203D T-8	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	43.72
DISPONIBILIDAD	90%
UTILIZACION	78%

Tabla N° 42. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel LH203D T-15
Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	99.35
ACTIVIDADES OPERATIVAS	87.22
PARADAS OBLIGATORIAS	88.87
PARADAS MANTENIMIENTO	218.83
PARADAS OPERACIÓN	27.20
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	521.47

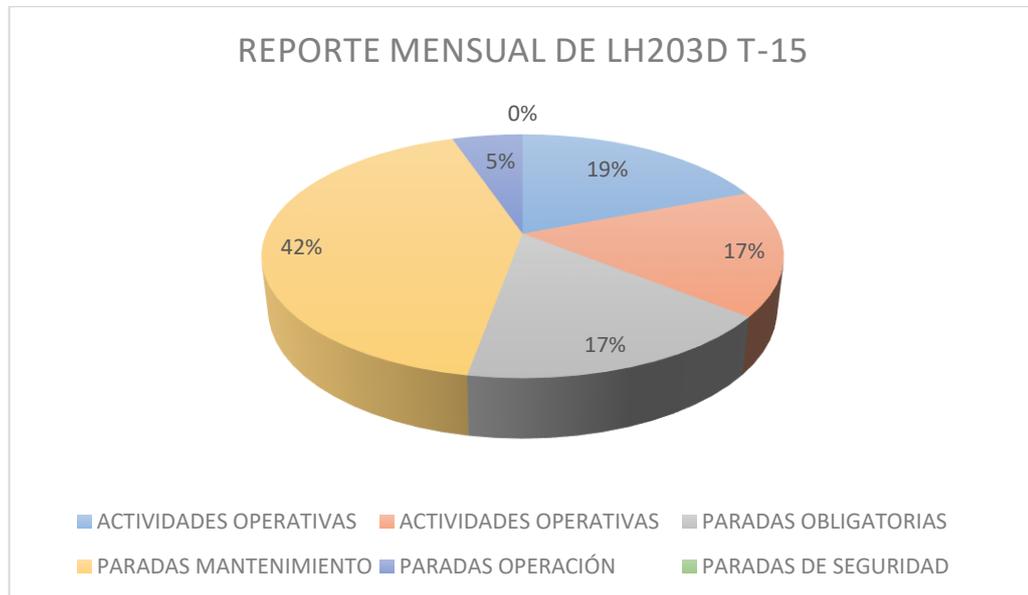


Figura N° 21. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diesel LH203D T-15 mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43. El KPI del scoop diésel LH203D T-15 obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES SCOOP DIESEL LH203D T-15	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	218.83
DISPONIBILIDAD	50%
UTILIZACION	43%

Tabla N° 44. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel 4.2 yd3 Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	58.12
ACTIVIDADES OPERATIVAS	84.35
PARADAS OBLIGATORIAS	80.98
PARADAS MANTENIMIENTO	161
PARADAS OPERACIÓN	97.37
PARADAS DE SEGURIDAD	0.25
TOTAL	482.07

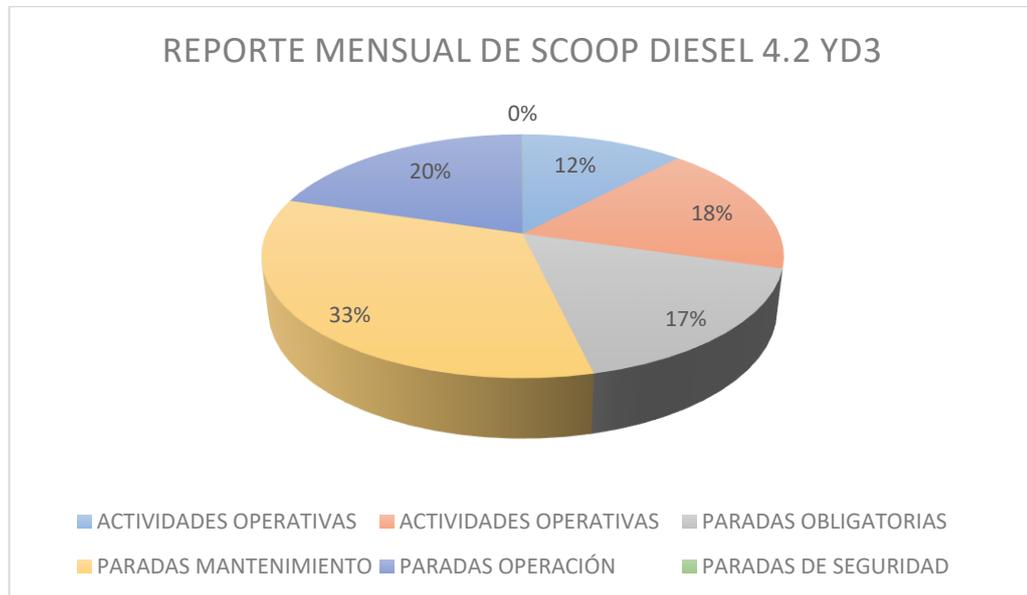


Figura N° 22. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del scoop diésel 4.2 yd3 mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 45. El KPI del scoop diésel 4.2 yd3 obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES SCOOP DIESEL 4.2 YD3 MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	161.25
DISPONIBILIDAD	63%
UTILIZACION	33%

Tabla N° 46. Registro del total de horas acumuladas del scoop diésel 6.3 yd3 Mayo 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	257.88
ACTIVIDADES OPERATIVAS	43.42
PARADAS OBLIGATORIAS	80.72
PARADAS MANTENIMIENTO	25.48
PARADAS OPERACIÓN	143.98
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	551.48

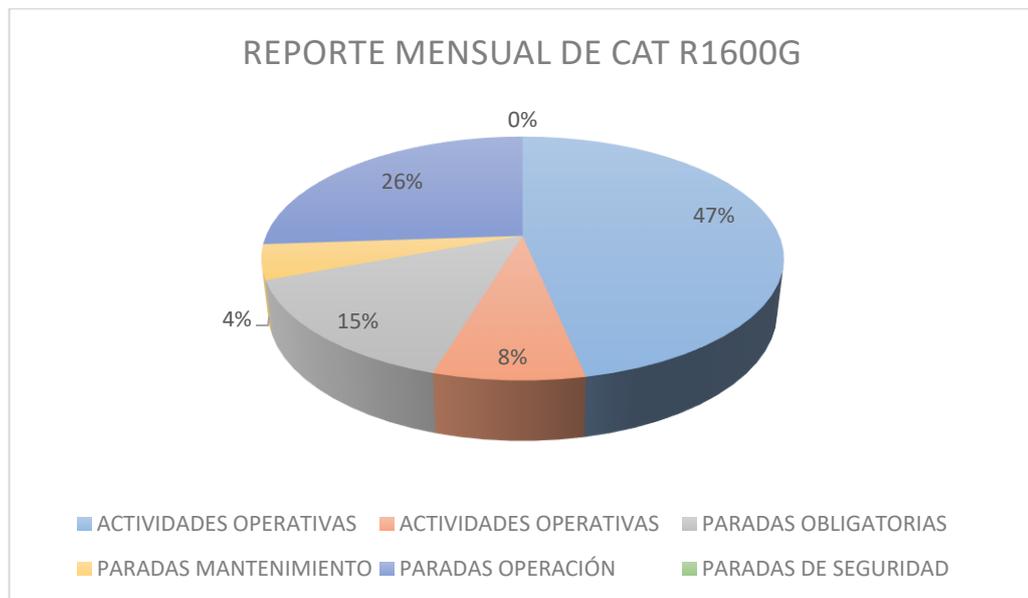


Figura N° 23. Reporte mensual de las actividades operativas y paradas del Scoop diésel 6.3 yd3 mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 47. El KPI del scoop diésel 6.3 yd3 obtenido en el mes de mayo 2019

INDICADORES DEL SCOOP DIESEL 6.3 YD3 MAYO 2019	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	25.48
DISPONIBILIDAD	94%
UTILIZACION	69%

A continuación el reporte de equipos trackless del 01 de mayo al 31 de mayo del 2019

- HTP: Horas Totales Programadas
- DM : Disponibilidad Mecánica
- UE: Utilización Efectiva
- HTM: Horas Total de Mantenimiento

Tabla N° 48. Resumen de los KPIs obtenidos durante el mes de Mayo 2019 de los equipos trackless.

EQUIPO	MODELO	CAPACIDAD	Suma de HTP	DM	UE %	HTM
MIXER	5.5XL	5.5 m3	434	95%	60%	20.55
BOOMER	S1D	14 PIES	434	46%	26%	232.53
BOOMER	T1D	12 PIES	434	91%	54%	39.98
MANIPUL. TELESC.	MT-X 1030 SM		434	94%	49%	27.27
LANZADOR	SMP 4210		434	91%	24%	37.27
SCOOP DIESEL T-7	ST2G	2.5YD3	434	65%	61%	152.75
SCOOP DIESEL T-8	LH-203D	2.2YD3	434	90%	78%	43.72
SCOOP DIESEL T-15	LH-203D	2.2YD3	434	50%	43%	218.83
SCOOP DIESEL 4.2YD3	LH-145	4.2YD3	434	63%	33%	161.25
SCOOP DIESEL 6.3YD3	R1600G	6.3YD3	434	94%	69%	25.48

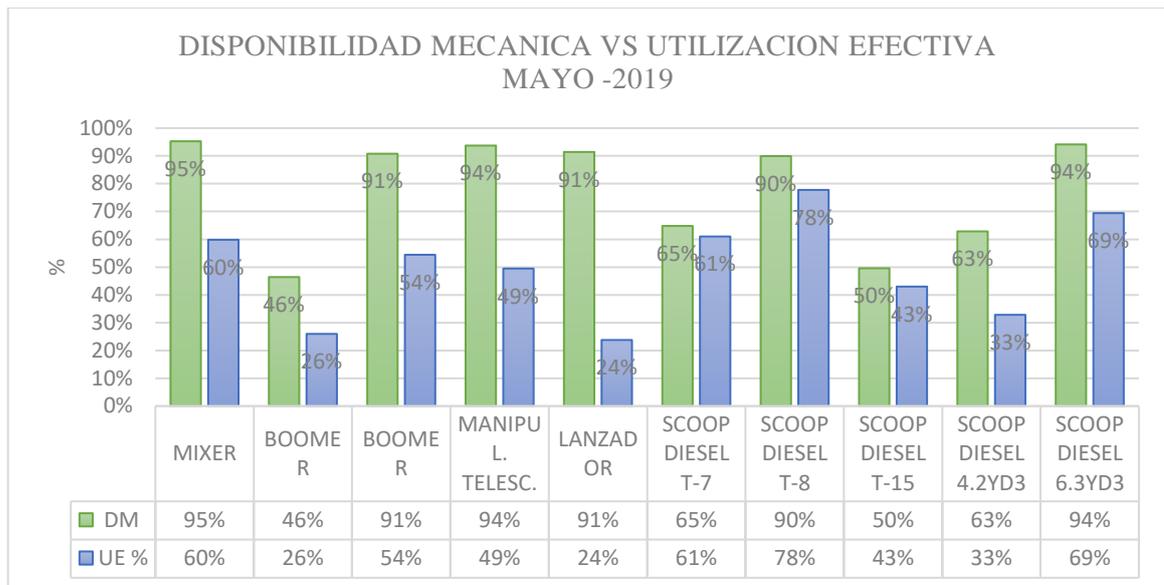


Figura N° 24. Indicadores de Disponibilidad mecánica vs utilización efectiva mayo 2019.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Resumen de horas Jumbo T1D

Tabla N° 49. Registro de actividades operativas Jumbo T1D Julio 2019

ACTIVIDADES OPERATIVAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
101	Perforación de frente	128.53
102	Perforación para sostenimiento	1.00
103	Desplazamiento de equipo	81.48
104	Carguío e inyección de Cen-con	0.75
109	Otros	0
Total de horas		211.77

Tabla N° 50. Registro de paradas no operativas Jumbo T1D Julio 2019

PARADAS NO OPERATIVAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
151	Inundación	0
152	Falta de limpieza	3.83
153	Falta materiales	0
154	Falta de energía eléctrica	5.07
155	Falta de ventilación	1.48
159	Otros	6.03
Total de horas		16.42



Tabla N° 51. Registro de paradas obligatorias del Jumbo T1D Julio 2019

PARADAS OBLIGATORIAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
201	Abaste. Combustible	0
202	Reparto de guardia	27.07
203	Check list equipo	12.63
204	Refrigerio	0
205	Reporte diario	8.12
206	Ingreso a mina	16.50
209	Otros	0
Total de horas		64.32

Tabla N° 52. Registro de paradas por mantenimiento del Jumbo T1D Julio 2019

PARADAS MANTENIMIENTO		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
301	Falla mecánica	45.87
302	Falla eléctrica	0.63
303	Mantto preventivo	5.00
304	Mantto correctivo	16.00
309	Otros	1.75
Total de horas		69.25

Tabla N° 53. Registro de paradas de operativas Jumbo T1D Julio 2019

PARADAS OPERACIÓN		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
401	Esperando orden	53.47
402	Falta de barras	0
403	Falta de Brocas	0.32
404	Falta de Operador	0
405	Esperando Surtidor	2.47
409	Otros	36.82
Total de horas		93.07

Tabla N° 54. Registro de paradas de seguridad del Jumbo T1D Julio 2019

PARADAS DE SEGURIDAD		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
501	Falla / mal estado de línea a tierra	0
502	Falla / mal estado circulina	0
503	Falla / mal estado circulina claxon	0
504	Falla / mal estado circulina extintor	0
505	Falla / mal estado circulina faros	0
506	Accidente equipo	0
509	Otros	0
Total de horas		0

Tabla N° 55. Resumen del reporte mensual del Jumbo T1D julio 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	211.77
PARADAS OBLIGATORIAS	64.32
PARADAS MANTENIMIENTO	69.25
PARADAS OPERACIÓN	93.07
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
PARADAS NO OPERATIVAS	16.42
TOTAL	454.82

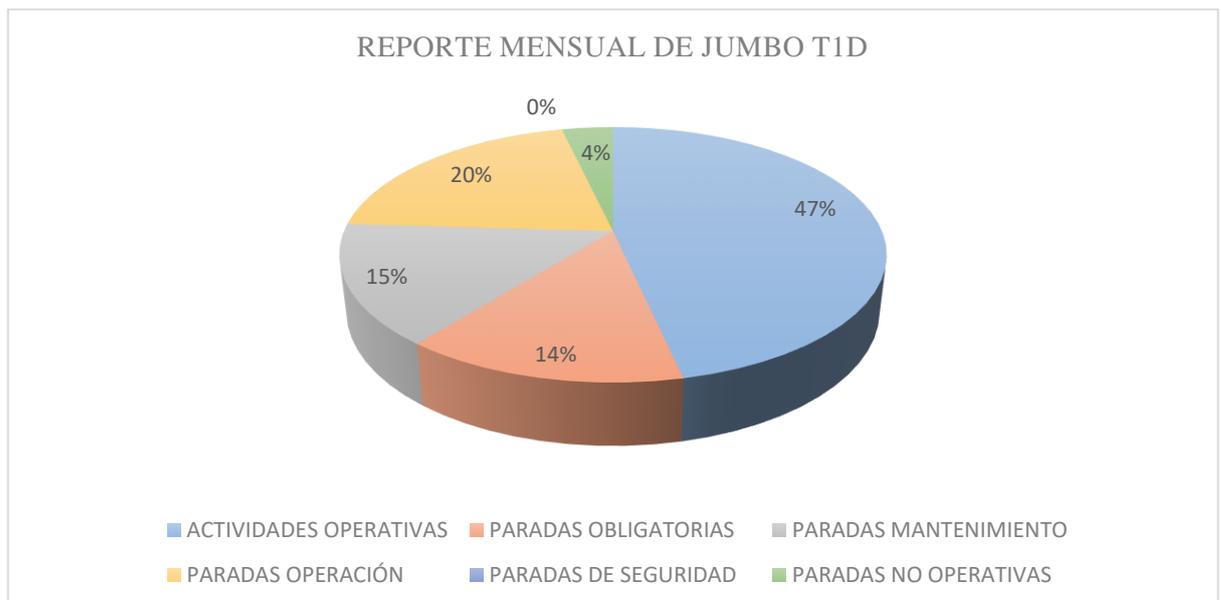


Figura N° 25. Reporte mensual de las actividades y paradas del Jumbo T1D Julio 2019.

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 56. KPI del Jumbo T1D julio 2019

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	69.25
DISPONIBILIDAD	84%
UTILIZACION	49%

4.1.1.5. Indicadores Carmix 5.5 XL

Tabla N° 57. Registro de actividades operativas Carmix 5.5 XL Julio 2019

ACTIVIDADES OPERATIVAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
101	Dosificación de material	69.53
102	Traslado de material	30.47
103	Abastecimiento de material	69.70
104	Equipo en transito	35.95
105	Lavado de equipo	23.00
109	Otros	11.52
Total de horas		240.17

Tabla N° 58. Registro de las paradas obligatorias Carmix 5.5 XL Julio 2019

PARADAS OBLIGATORIAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
201	Abaste. Combustible	5.65
202	Reparto de guardia	15.82
203	Check list equipo	10.35
204	Refrigerio	9.10
205	Reporte diario	13.15
206	Ingreso a mina	30.17
209	Otros	20.68
Total de horas		104.92



Tabla N° 59. Registro de las paradas por mantenimiento Carmix 5.5 XL Julio 2019

PARADAS MANTENIMIENTO		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
301	Falla mecánica	59.47
302	Falla eléctrica	4.52
303	Mantto preventivo	6.42
304	Mantto correctivo	5.28
309	otros	4.33
Total de horas		80.02

Tabla N° 60. Registro de las paradas de operación del Carmix 5.5 XL Julio 2019

PARADAS OPERACIÓN		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
401	Esperando orden	31.23
402	Fin de labor	0
403	Falta de área	63.62
404	Falta de operador	0
405	Esperando surtidor	0
409	Otros	30.38
Total de horas		125.23

Tabla N° 61. Registro de las paradas de seguridad del Carmix 5.5 XL Julio 2019

PARADAS DE SEGURIDAD		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
501	Falla / mal estado de línea a tierra	0
502	Falla / mal estado circulina	0
503	Falla / mal estado circulina claxon	0
504	Falla / mal estado circulina extintor	0
505	Falla / mal estado circulina faros	0
506	Accidente equipo	0
509	Otros	0
Total de horas		0.00

Tabla N° 62. Resumen del reporte mensual del Carmix 5.5 XL julio 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	240.17
PARADAS OBLIGATORIAS	104.92
PARADAS MANTENIMIENTO	80.02
PARADAS OPERACIÓN	125.23
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	550.33

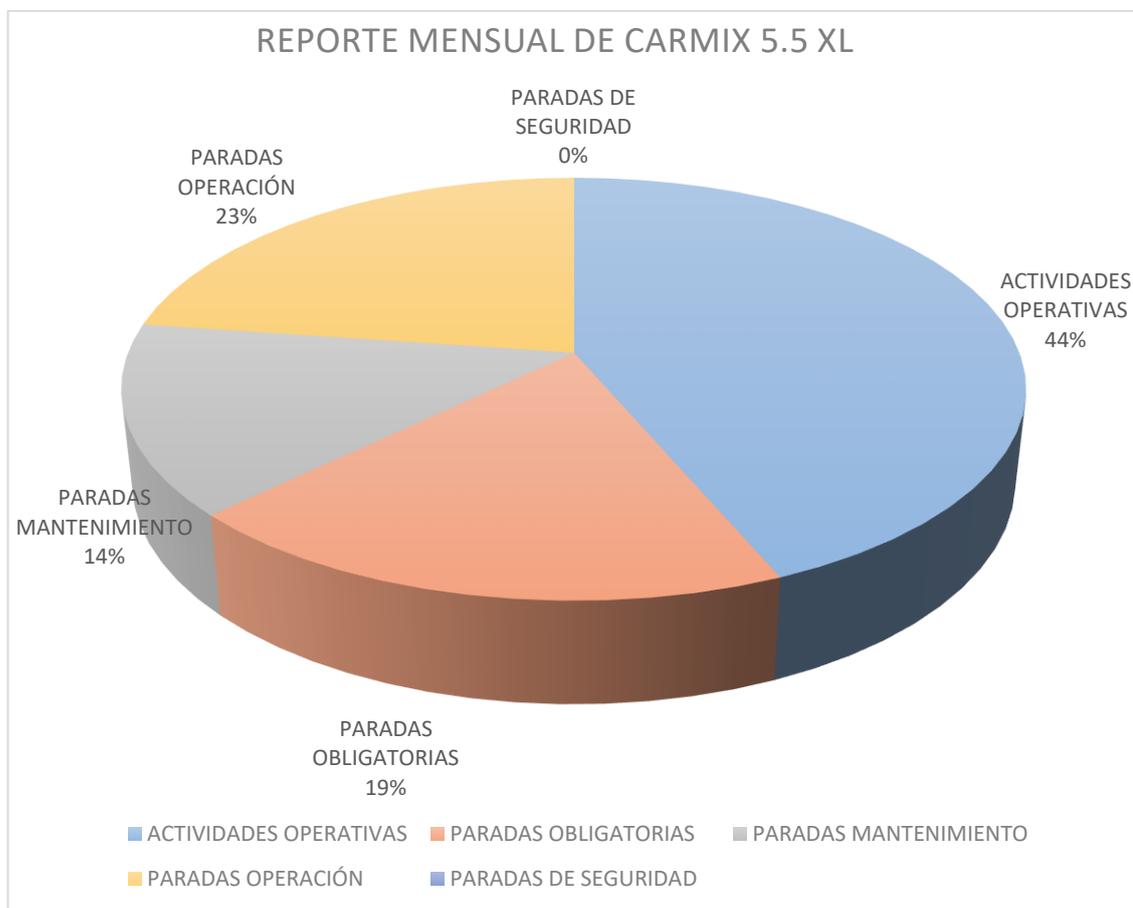


Figura N° 26. Reporte mensual de las actividades y paradas del Carmix Julio 2019.

Fuente: Elaboración propia



Tabla N° 63. KPI del Carmix 5.5 XL julio 2019

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	80.02
DISPONIBILIDAD	82%
UTILIZACION	55%

4.1.1.6. Indicadores Manitou MT- X 1030 S

Tabla N° 64. Registro de las actividades operativas del Manitou Julio 2019

ACTIVIDADES OPERATIVAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
101	Colocado de manga	40.50
102	Sost. Labor	34.53
103	Carguio de frente	15.17
109	Inst. tuberia	12.67
110	Inst. electricas (lum, cable, etc	29.08
111	Equipo en transito	69.27
112	Otros	13.87
Total de horas		215.08

Tabla N° 65. Registro de las paradas por mantenimiento del Manitou Julio 2019

PARADAS MANTENIMIENTO		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
301	Falla mecanica	18.75
302	Falla electrica	5.58
303	Mantto. Prteventivo	0
304	Mantto. Correctivo	0
309	Otros	0.17
Total de horas		24.50



Tabla N° 66. Registro de las paradas de operación del Manitou Julio 2019

PARADAS OPERACIÓN		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
401	Esperando orden	180.38
403	Fin de labor	0
404	Falta Operador	2.32
409	Otros	93.02
Total de horas		275.72

Tabla N° 67. Registro de las paradas obligatorias del Manitou Julio 2019

PARADAS OBLIGATORIAS		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
201	Abaste. Combustible	0.75
202	Reparto de Guardia	6.00
203	Check list Equipo	10.33
204	Refrigerio	4.42
205	Reporte diario	0
206	Ingreso a mina	17.58
209	Otros	6.92
Total de horas		46.00

Tabla N° 68. Registro de las paradas de seguridad del Manitou Julio 2019

PARADAS DE SEGURIDAD		
CODIGO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	HORAS
501	Falla / mal estado de linea a tierra	0
502	Falla / mal estado circulina	0
503	Falla / mal estado circulina claxon	0
504	Falla / mal estado circulina extintor	0
505	Falla / mal estado circulina faros	0
506	Accidente equipo	0
509	Otros	0
Total de horas		0.00

Tabla N° 69. Resumen del reporte mensual del Manitou julio 2019

TOTAL DE HORAS ACUMULADAS	
ACTIVIDADES OPERATIVAS	215.08
PARADAS OBLIGATORIAS	46.00
PARADAS MANTENIMIENTO	24.50
PARADAS OPERACIÓN	275.72
PARADAS DE SEGURIDAD	0.00
TOTAL	561.30

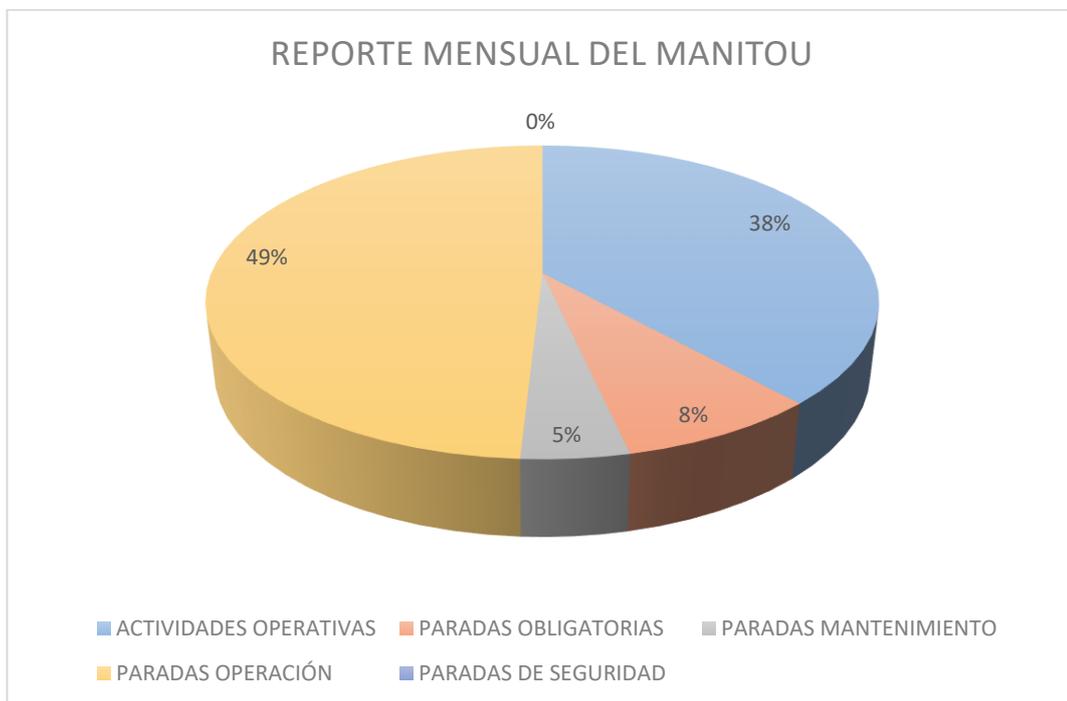


Figura N° 27. Reporte mensual de las actividades y paradas del Manitou julio 2019.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 70. KPI del Manitou Julio 2019

DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION	
HORAS PROGRAMADAS	434
HORAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	24.50
DISPONIBILIDAD	94%
UTILIZACION	50%



Para los equipos tomados en consideración para el análisis de los datos y proyección con los datos obtenidos mediante la toma de tiempos y formato de reportes de operación de los equipos entregados por los operadores para determinar las horas trabajadas, horas paradas por mantenimiento y el factor de utilización, las horas programadas por día son 14 horas para los equipos 7.5 horas para la guardia A y 6.5 para la guardia B.

Tabla N° 71. Resumen del KPI de los equipos Julio 2019.

CAMARA DE CARGUIO	EQUIPO	HORAS PROG.	HORAS TRAB.	HORAS PAR. MANT.	DISP. MEC.	FACT. UTILIZ.
TIPO CRUZ	JUMBO T1D	434	211.77	69.25	84.0%	48.8%
	CARMIX	434	240.17	80.02	81.6%	55.3%
	MANITOU	434	215.08	24.50	94.4%	49.6%
TIPO H	JUMBO T1D	434	211.77	69.25	84.0%	48.8%
	CARMIX	434	240.17	80.02	81.6%	55.3%
	MANITOU	434	215.08	24.50	94.4%	49.6%

Que, habiendo obtenido los datos necesarios se tomara en cuenta 03 ocasiones que representa el 4.84% del total de 62 guardias en la que cualquiera de los equipos sea el Jumbo, Carmix o el Manitou posiblemente quede por lo menos uno atrapado obligando al operador del equipo a apagar o detener el funcionamiento del equipo durante el tiempo que se demore el carguío de desmonte a los volquetes en la cámara de carguío tipo cruz, por lo tanto habiendo obtenido como muestra 0.38 horas para realizar el carguío de desmonte de la guardia acumulado en la cámara de carguío tipo cruz del nivel 2220, los proyectamos con las 03 guardias con la probabilidad de ser interrumpidas en sus actividades operativas influyendo en la reducción del factor de utilización de los equipos, asumiendo que cualquiera de los equipos mencionados sea interrumpido el tiempo durante el mes será de 1.15 horas pero considerando 15% horas muertas para los equipos,



nos quedaría 1 hora que el equipo pudo realizar actividades operativas y así incrementar en 0.23% su factor de utilización al obtenido en el mes de julio 2019.

Tabla N° 72. Considerando las horas de paradas operativas a las horas de actividades operativas para incrementar el factor de utilización.

Considerando en 03 guardias la posibilidad de quedar atrapado mientras dura el carguío representa el 4.84% del total de 62 guardias – Julio 2019									
RESULT.	EQUIPO	HRS PROG.	HRS TRAB	MUEST. REP.	HORAS ACUM. MES (- 15%)	HORAS TRAB. + HORAS ACUM.	HORAS PAR. MANT.	DISP. MEC.	FACT. UTILIZ.
Con incremento	JUMBO TID	434	211.77	0.38	1.00	212.77	69.25	84.04%	49.03%
	CARMIX	434	240.17	0.38	1.00	241.17	80.02	81.56%	55.57%
	MANITOU	434	215.08	0.38	1.00	216.08	24.50	94.35%	49.79%
Sin incremento	JUMBO TID	434	211.77	0.00	0.00	0.00	69.25	84.04%	48.79%
	CARMIX	434	240.17	0.00	0.00	0.00	80.02	81.56%	55.34%
	MANITOU	434	215.08	0.00	0.00	0.00	24.50	94.35%	49.56%

4.4.3 Dependencia del LHD para realizar el carguío

De acuerdo a los resultados obtenidos después de haber procesado los datos del reporte de operación de equipos llenados por los operadores con el respectiva conformidad de la supervisión durante los meses de mayo 2019, junio 2019 y julio 2019, se puede visualizar la dependencia del equipo LHD de 6 yd3 para realizar el carguío en la distintas cámaras de carguío de la zona.



Tabla N° 73. Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y
SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Mayo 2019

MES	EQUIPO	COD. ACT.	ACTIVIDAD	TOTAL HORAS
		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	81.75
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	58.52
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	113.78
		109	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	4.17
	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	3.45
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	3.22
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	8.67
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	22.22
		159	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	5.53
	Total SCOOP DIESEL 6.3 YD3			301.30
MAYO				
		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	22.95
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	25.92
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	5.47
		109	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	5.65
	SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3	151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	7.15
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	3.17
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	38.68
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	18.42
		159	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	15.07
	Total SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3)			142.47
	Total MAYO			443.77



Tabla N° 74. Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y
SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Junio 2019

MES	EQUIPO	COD. ACT.	ACTIVIDAD	TOTAL HORAS
		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	37.37
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	58.58
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	106.28
	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	109	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	1.08
		151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	8.67
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	3.25
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	32.13
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	20.52
	Total SCOOP DIESEL 6.3 YD3			267.88
JUNIO		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	2.67
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	19.37
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	6.60
		109	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	6.37
	SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3)	151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	7.73
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	2.43
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	18.85
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	13.65
		159	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	0.45
	Total SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3)			78.12
Total JUNIO				346.00



Tabla N° 75. Resumen de las actividades operativas del SCOOP DIESEL 6.3 YD3 y
SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3 Julio 2019

MES	EQUIPO	COD. ACT.	ACTIVIDAD	TOTAL HORAS
		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	78.73
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	48.28
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	140.60
	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	2.93
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	0.50
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	16.20
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	30.95
		159	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	1.05
	Total SCOOP DIESEL 6.3 YD3			319.25
JULIO		101	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Limpieza de Labor	27.00
		102	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carga Acumulada	53.88
		103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	17.85
		109	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	4.92
	SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3)	151	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Acondicionamiento de vías	2.83
		152	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Equipos	1.92
		153	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Traslado de Materiales	18.55
		154	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Equipo en tránsito	17.60
		159	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Otros	1.75
	Total SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3)			146.30
Total JULIO				465.55

En la tabla N° 76 se visualiza únicamente la actividad netamente a carguío, la incidencia en la dependencia de carguío con el LHD de 6 yd3 será mayor porque se cuenta con mayor cantidad de cámaras de carguío tipo cruz y una cámara de carguío tipo H, en el mes de julio 2019 disminuyo en 5% en promedio el porcentaje de utilización o dependencia del LHD 6 yd3 para la actividad operativa de carguío.

Tabla N° 76. Análisis de incidencia en la dependencia de carguío con el LHD de 6 yd3 y LHD de 4 yd3.

MES	EQUIPO	COD. ACT.	ACTIVIDAD	TOTAL (Hr)	INCID.
MAYO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS -	113.78	95%
	SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3		Carguío	5.47	5%
Total horas empleadas en carguío MAYO				119.25	100%
JUNIO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS -	106.28	94%
	SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3		Carguío	6.60	6%
Total horas empleadas en carguío JUNIO				112.88	100%
JULIO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS -	140.60	89%
	SCOOP TRAM (DIESEL 4.0 YD3		Carguío	17.85	11%
Total horas empleadas en carguío JULIO				158.45	100%

4.4.4 Contrastación de hipótesis y análisis de resultados

El presente trabajo de investigación tiene dos hipótesis específicas por lo que se desarrolla la exposición, análisis y discusión para estas dos hipótesis por separado.

4.4.5 Primera hipótesis

Que, con el uso del rediseño de la cámara de carguío del tipo cruz a cámara de carguío tipo H, se lograra optimizar los tiempos de carguío y acarreo de desmonte actuales del nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSÁ.

- Terminado con el proceso de cálculos se obtiene 332.92 Ton/Hora en la cámara de carguío tipo H que es más óptimo que 301.41 Ton/Hora que se obtuvo en la cámara de carguío tipo cruz. Tabla N° 77



- Con el rediseño de la cámara de carguío tipo H se habilita el pase en la rampa Patrick para el resto de equipos en su totalidad del tiempo que se demora en realizar esta actividad, considerando que se realiza el carguío en la cámara de carguío tipo cruz el equipo no puede transitar por lo que se verá obligado a detenerse y apagar el motor y este tiempo de demora pasara a sumar a las horas de paradas operativas, en el caso de las cámaras de carguío tipo H este tiempo que se demora en realizar el carguío la rampa se encuentra libre para que el resto de equipos transiten con normalidad permitiendo la posibilidad de incrementar en 0.23% el factor de utilización de los equipos. Tabla N° 78
- Con el uso de la rediseñada cámara de carguío tipo H se libera la dependencia del Scoop 6 yd³, generando mayor disponibilidad del scoop de 6 yd³ para que pueda realizar carguío en otros niveles que tienen implementada las cámaras de carguío tipo cruz donde solo es posible realizar el carguío de mineral, desmonte, lodo y lama hacia a los volquetes. Tabla N° 79

4.4.6 Segunda hipótesis

Que, con el uso del rediseño de la cámara de carguío del tipo cruz a la cámara de carguío tipo H, se lograra optimizar los costos de carguío y acarreo de desmonte actuales del nivel 2220 Unidad Minera San Andrés – Marsa.

- Se obtiene un costo de carguío y acarreo de 0.48 \$/Ton en la cámara de carguío tipo H que es más óptimo que 0.53 \$/Ton que se obtuvo en la cámara de carguío tipo cruz. Tabla N° 77
- La cámara de carguío tipo H permite que el carguío se realice dentro de la cámara de carguío y permitir así que el resto de los equipos continúen

transitando por la rampa Patrick sumando horas con actividades operativas generando mayores montos en la valorización por alquiler de equipos y cumplimiento de los programas de avance ya que no se tendrá muchas horas muertas por bloqueo de la vía por carguío transferencia scoop – volquetes.

Tabla N° 78

- La cámara de carguío tipo H permite que los equipo de 4 yd3 y 2.2 yd3 estén en la capacidad de realizar el carguío, por lo tanto se reducirá el tiempo de equipo en tránsito del scoop de 6 yd3 generando la posibilidad de que el equipo continúe realizando trabajos de limpieza, traslado de carga acumulada o carguío en otros niveles, permitiendo al scoop de 4 yd3 incrementar horas de servicio en carguío en en mayo 2019 con 4.58%, junio 2019 con 5.85% y julio 2019 con 11.27% porque para este equipo se tiene trabajos limitados por las secciones de las labores que se tiene en la zona. Tabla N° 79

Tabla N° 77. Resultado 1

EFICIENCIA DE SCOOP DE 6.3 YD3	CAMARA DE CARGUIO TIPO H	CAMARA DE CARGUIO TIPO CRUZ	COSTO TOTAL HORARIO	CAMARA DE CARGUIO TIPO H	CAMARA DE CARGUIO TIPO CRUZ	DIFERENCIA
Promedio Eficiencia Horaria (Ton/Hora)	332.92 Ton/Hora	301.41 Ton/Hora	160.18 \$/Hora	0.48 \$/Ton	0.53 \$/Ton	0.05 \$
Promedio Eficiencia Horaria (m3/Hora)	123.31 m3/Hora	111.63 m3/Hora	160.18 \$/Hora	1.30 \$/m3	1.43 \$/m3	0.13 \$



Tabla N° 78. Resultados 2

Considerando en 03 guardias la posibilidad de quedar atrapado mientras dura el carguío representa el 4.84% del total de 62 guardias – Julio 2019

CAMARA DE CARGUIO	EQUIPO	HORAS PROG.	HORAS TRAB.	MUEST.	HORAS ACUM. MES (-15%)	HORAS TRAB. + HORAS ACUM.	HORAS PAR. MANT.	DISP. MEC.	FACT. UTILIZ.
CON INCREMENTO	JUMBO T1D	434	211.77	0.38	1.00	212.77	69.25	84.04%	49.03%
	CARMIX	434	240.17	0.38	1.00	241.17	80.02	81.56%	55.57%
	MANITOU	434	215.08	0.38	1.00	216.08	24.50	94.35%	49.79%
SIN INCREMENTO	JUMBO T1D	434	211.77	0.00	0.00	0.00	69.25	84.04%	48.79%
	CARMIX	434	240.17	0.00	0.00	0.00	80.02	81.56%	55.34%
	MANITOU	434	215.08	0.00	0.00	0.00	24.50	94.35%	49.56%

Tabla N° 79. Resultados 3

MES	EQUIPO	COD. ACT.	ACTIVIDAD	TOTAL	INCIDENCIA
MAYO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	113.78	95.42%
	SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3			5.47	4.58%
	Total horas empleadas en carguío MAYO			119.25	100%
JUNIO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	106.28	94.15%
	SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3			6.60	5.85%
	Total horas empleadas en carguío JUNIO			112.88	100%
JULIO	SCOOP DIESEL 6.3 YD3	103	ACTIVIDADES OPERATIVAS - Carguío	140.60	88.73%
	SCOOP TRAM DIESEL 4.0 YD3			17.85	11.27%
	Total horas empleadas en carguío JULIO			158.45	100%



DISCUSIÓN

Alva Alva, Ismael (2009), en su tesis estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea, concluye que con scoop 1 yd³ para distancias de 75 m – 200 m. en labores de desarrollo y preparación en secciones de labor de 2.6m x 2.7m con un déficit de 236 kg. En transporte, con un motor diésel de 68.75 HP y una eficiencia de trabajo, a un costo horario 25.05 us \$/hr. Con scoop 1yd³, el material es limpiado desde el frente de la labor y acarreado hasta el ore – pass principal con una productividad de 30 m³/hr 84, por lo que haciendo la comparación con la tesis de Alva, la productividad es mayor un promedio de 123.31 m³/hr.

Alvarez Huanca, Virgilio Oswaldo (2014), en su tesis cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – Unidad Minera de Arcata, concluye 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. Y que el tiempo, la eficiencia relacionada al equipo y al personal, además del material a transportar, influyen directamente en el cálculo de la productividad horaria, con el nuevo diseño de cámara de carguío tipo H se reduce el tiempo de paradas operativas para los equipos que no están involucrados en el proceso de carguío porque con este diseño la rampa principal el pase estará libre mientras se realiza el carguío.

Jáuregui (2019) en su tesis titulada “Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura”-2009, concluye 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 un 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 LHD 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 LHD no mayores a 200 m obtenidos, en nuestra investigación con el rediseño de la cámara de carguío tipo H se obtiene un resultado de 0.05 \$/TM de diferencia con respecto a la cámara de tipo cruz, cabe mencionar que en la cámara de carguío tipo cruz el costo era de 0.53 \$/TM y con la cámara de carguío tipo cruz es 0.48 \$/TM.

Martínez Saavedra Brandy Antonio (2016), en su tesis Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador, concluye que: Primero: La eliminación de tiempos muertos en base al plan de gestión de tiempos aumentó el ritmo de producción logrando aumentar las toneladas extraídas a superficie. Con la ejecución de un plan de mantenimiento como parte del plan de gestión de tiempos, ya sea mecánico eléctrico o de las condiciones de labores en mina se evitó la generación de demoras operativas o generación de tiempos improductivos no programados, ayudó a mantener un ritmo de trabajo constante sin presencia de problemas o retraso alguno. Segundo: El monitoreo constante de las operaciones de acarreo y transporte ayudará a mejorar progresivamente la eficacia del plan de gestión que tomará como base para ser aplicado en otros sectores a fin de aumentar la producción en la mayor cantidad de áreas hoy en explotación. Tercero: Se logró un aumento de producción en un 20% en base al tonelaje extraído antes del estudio (30tn/día), aumentando en 2 vagones o 3 toneladas más por guardia, 6 toneladas más por día y 180 toneladas más por mes. En nuestro trabajo se



observa que el rediseño de la cámara de carguío reduce la posibilidad de que nuestro equipos que transitan por la rampa principal tengan retrasos para llegar a su destino para realizar los trabajos programados, asimismo se reduce la dependencia del scoop de 6 yd³ porque con el rediseño de la cámara de carguío se podrá realizar el carguío con los scoop de menor capacidad, como resultado se tuvo en el mes de Julio 2019 con porcentaje de incidencia de 11.27 % con respecto al mes de Mayo 2019 que se tenía 4.58 % de incidencia para carguío de material a los volquetes.

Quispe Mamani Wilfredo (2016), en su tesis titulada Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo CIA de minas Buenaventura Arequipa”, concluye que con un mejor control de tiempos se ha logrado optimizar el costo de acarreo del equipo mecanizado en las labores de exploración, se ha determinado cada costo unitarios del equipo mecanizado scoop 4.2 yd³ incluido sus costos directos e indirectos, se ha determinado que el costo total asciende a S/. 435.93 por hora.

De igual forma concluye que 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 crucero 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 maquina 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. En nuestro trabajo se logró optimizar de 111.63 m³/hora que se tenía en la cámara de carguío tipo cruz a 123.31 m³/hora actuales que se obtiene de la cámara de carguío tipo H.



V. CONCLUSIONES

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 a la rendimiento en la cámara de carguío tipo cruz que tiene un rendimiento de 301.41 toneladas/Hora, también con la implementación de la cámara de carguío tipo H en su totalidad en el nivel 2220 se lograría incrementar en 0.23% por mes el porcentaje de factor de utilización de los equipos como el jumbo, carmix y manitou, asimismo del total de horas empleadas en carguío por mes el incremento de las horas empleadas con el LHD de 4 yd³ en mayo 2019 con 4.58%, junio 2019 con 5.85% y julio 2019 con 11.27% para realizar la actividad operativas de carguío con respecto a años anteriores.

El costo de carguío y acarreo con equipo mecanizado en las cámaras de carguío tipo H es 0.48 \$/ton menor con respecto a la cámara de carguío tipo cruz que es 0.53 \$/ton la diferencia es en 0.05 dólares /tonelada, los factores que influyen en el cálculo de la productividad son el tiempo, la eficiencia relacionada a la maniobrabilidad del LHD y los volquetes por los operadores al momento de realizar el carguío y acarreo en las cámaras de carguío, además influye la condición con que se cuenta en la vía de los dos tipo de cámara de carguío en el nivel 2220.



VI. RECOMENDACIONES

Para tener un buen rendimiento del equipo se recomienda cumplir con los parámetros del nuevo diseño de la cámara de carguío tipo H para tener una buena condición de trabajo para que los operadores de los equipos (LHD – Volquetes) de esta forma sean eficientes en el proceso de carguío de desmonte y continuar periódicamente con el control de tiempo de las actividades de carguío y acarreo para optimizar el sistema de carguío y acarreo asimismo los rendimientos alcanzados en los dos tipos de cámaras de carguío en el nivel 2220.

Se recomienda hacer un buen mantenimiento de vía, mantenimiento de cunetas, raspado de la vía, para el recorrido del LHD y los volquetes de esta manera eliminar los tiempos de demora que puede generar por malas condiciones de la vía.



VII. REFERENCIAS

- ALVA ALVA, ISMAEL (2009), *Optimización de costos de operación de una flota de Scooptrams en una mina subterránea.*
- ALVAREZ HUANCA, VIRGILIO OSWALDO (2014), *Cálculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – Unidad Minera de Arcata.*
- BALDEON QUISPE, Z. L. (08 DE 11 DE 2011). *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera Condestable S.A. Lima: PUCP.*
- CURO PERALTA DAVID ARISTÓTELES, *Evaluación del ciclo de acarreo y transporte en minería subterránea. FIM UNA.*
- DURAN CHARCA, J. (2001). *Selección de equipos de limpieza y carguío en la zona Cuatro Amigos - Corporación Minera Ananea S.A. Puno: FIM UNA.*
- DURANT BRODEN, J. (2005). *Manual de acarreo y transporte. Puno: FIM UNA.*
- DURANT BRODEN, J. (2005). *Manual de ingeniería de costos. Puno: FIM UNA.*
- JÁUREGUI AQUINO OSCAR ALBERTO (2019) *“Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura”-2009. FIM UNA.*
- MAGNO, A. (2011). *Mejoramiento continuo en el control de carguío y acarreo con camiones en mina Cia Condestable S.A. Peru: UNI.*
- MAMANI TTITO GENBER (2017), *en su tesis titulada “Optimización de costos de producción en las operaciones unitarias de la empresa minera CORI PUNO S.A.C. – UNTUCA – 2017”, FIM UNA.*



MARTINEZ SAAVEDRA BRANDY ANTONIO (2016), *en su tesis “Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador”*

QUISPE MAMANI WILFREDO (2016), *en su tesis titulada “Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo CIA de minas Buenaventura Arequipa”*,

RIVEROS MENDOZA JOSÉ HUMBERTO (2016), *en sus tesis “Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad minera ARCATA 2016” FIM UNA.*

GONZÁLES QUISPE, JUAN PABLO (2015), *en su tesis “Utilización de sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional (ohsas 18001) para obtener la mejora continua en la minera tauro s.a. de la UNIDAD MINERA SAN ANDRÉS-MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.”*

ERLES CREFEL, YALLE GUILLEN (2009), *en su tesis “Construcción de la planta de relleno hidráulico 100% relave - MINERIA MARSA – EL GIGANTE” UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.*

ANEXOS

Anexo 1. Construcción de muro de contención en la cámara de carguío tipo H en el nivel en el nivel 2220, Unidad Minera San Andrés – MARSA.





Anexo 2. Costo horario de alquiler de equipos trackless.

ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

SCOOPTRAM DIESEL CAT R1600 6.3 YD3						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	630,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor Compresor	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	630,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	94,500	15%				
Vida económica	12,000	Horas	4.00	Años		
Horas de operación mensual	250	Horas				
Capacidad de carga	10,200	Kg				
Bucket Capacity	6.30	yd3				
Engine Power	CAT 3176C	241	HP			
DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	515,800.00	12,000	42.98	62.30
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	429,187.50	3,000	15.74	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	429,187.50	3,000	3.58	
2.0 COSTOS DE OPERACION						83.32
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					19.95	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	18.0%	113,400	12,000	9.45	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	20.0%	126,000	12,000	10.50	
REPUESTOS Y REPARACIONES					21.00	
2.03 Repuestos	%	30.0%	189,000	12,000	15.75	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	63,000	12,000	5.25	
COMBUSTIBLE					16.46	
2.06 Petróleo	Galones	5.00	3.29		16.46	
LLANTAS					10.57	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	4,925	2,200	8.95	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			1.61	
MANO DE OBRA					15.34	
2.19 Operador de Equipo	Horas	1.00	59.26	4.17	14.22	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.24	1.58		0.38	
2.19 Herramientas	Gdia	0.24	3.00		0.72	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.24	0.07		0.02	
Total Costo Directo						145.61
3.02 Utilidad	%	10.0%				14.56
COSTO TOTAL HORARIO						160.18



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK EJC 145 4.0 YD3						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	490,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor Compresor	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	490,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	73,500	15%				
Vida económica	12,000	Horas	4.00	Años		
Horas de operación mensual	250	Horas				
Capacidad de carga	6,577	Kg				
Bucket Capacity	4.00	yd3				
Engine Power	190	HP				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	403,012.00	12,000	33.58	48.61
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	333,812.50	3,000	12.24	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	333,812.50	3,000	2.78	
2.0 COSTOS DE OPERACION						69.96
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					15.52	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	18.0%	88,200	12,000	7.35	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	20.0%	98,000	12,000	8.17	
REPUESTOS Y REPARACIONES					16.33	
2.03 Repuestos	%	30.0%	147,000	12,000	12.25	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	49,000	12,000	4.08	
COMBUSTIBLE					14.82	
2.06 Petróleo (Motor 190 HP)	Galones	4.50	3.29		14.82	
LLANTAS					7.96	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	3,372	2,000.0	6.74	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			1.21	
MANO DE OBRA					15.34	
2.19 Operador de Equipo	Horas	1.00	59.26	4.17	14.22	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.24	1.58		0.38	
2.19 Herramientas	Gdia	0.24	3.00		0.72	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.24	0.07		0.02	
Total Costo Directo						118.57
3.02 Utilidad	%	10.0%				11.86
COSTO TOTAL HORARIO	\$/HR					130.43



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

SCOOPTRAM DIESEL ATLAS COPCO ST-2G 2.2 YD3						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	280,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor Compresor	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	280,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	42,000	15%				
Vida económica	12,000	Horas	5.00	Años		
Horas de operación mensual	200	Horas				
Capacidad de carga	3,500	Kg				
Bucket Capacity	2.35	yd3				
Engine Power	101	HP				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	229,776.00	12,000	19.15	29.54
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	184,800.00	2,400	8.47	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	184,800.00	2,400	1.93	
2.0 COSTOS DE OPERACION						54.89
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					12.83	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	25.0%	70,000	12,000	5.83	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	30.0%	84,000	12,000	7.00	
REPUESTOS Y REPARACIONES					10.50	
2.03 Repuestos	%	35.0%	98,000	12,000	8.17	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	28,000	12,000	2.33	
COMBUSTIBLE					7.57	
2.06 Petróleo	Galones	2.30	3.29		7.57	
LLANTAS					4.85	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	2,056	2,000.0	4.11	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			0.74	
MANO DE OBRA					19.13	
2.19 Operador de Scooptram	\$/tarea	1.00	59.11	3.33	17.73	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.30	1.58		0.48	
2.19 Herramientas	Gdia	0.30	3.00		0.90	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.30	0.07		0.02	
Total Costo Directo						84.43
3.02 Utilidad	%	10.0%				8.44
COSTO TOTAL HORARIO	\$/HR					92.87



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

JUMBO ATLAS COPCO - T1D						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	380,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor Compresor	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	380,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	57,000	15%				
Vida económica	10,000	Horas	8.33	Años		
Horas de operación mensual	100	Horas				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	320,944.00	10,000	32.09	58.86
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	237,880.00	1,200	21.81	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	237,880.00	1,200	4.96	
2.0 COSTOS DE OPERACION						105.87
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					35.20	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	15.0%	57,000	10,000	5.70	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	25.0%	95,000	10,000	9.50	
2.03 Mantenim. Perforadora COP			8,000	400	20.00	
REPUESTOS Y REPARACIONES					17.10	
2.03 Repuestos	%	35.0%	133,000	10,000	13.30	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	38,000	10,000	3.80	
COMBUSTIBLE					4.94	
2.06 Petróleo (Motor 77.8 HP)	Galones	1.50	3.29		4.94	
CABLE DE OPERACIÓN					3.75	
2.05 Cable	m	100.00	45.00	1,200	3.75	
LLANTAS					1.21	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	514	2,000.0	1.03	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			0.19	
MANO DE OBRA					43.67	
2.19 Operador de Jumbo	Horas	1.00	66.54	1.67	39.93	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.60	3.18		1.91	
2.19 Herramientas	Gdia	0.60	3.00		1.80	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.60	0.07		0.04	
Total Costo Directo						164.73
3.02 Utilidad	%	10.0%				16.47
COSTO TOTAL HORARIO	\$/HR					181.20



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

LANZADOR SHOTCRETE - PUTZMEISTER SPM 4210 (20 m3/h)						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	300,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor equipos complementarios	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	300,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	45,000	15%				
Vida económica	10,000	Horas	6.94	Años		
Horas de operación mensual	120	Horas				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	252,500.00	10,000	25.25	43.14
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	190,860.00	1,440	14.58	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	190,860.00	1,440	3.31	
2.0 COSTOS DE OPERACION						71.16
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					16.50	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	25.0%	75,000	10,000	7.50	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	30.0%	90,000	10,000	9.00	
REPUESTOS Y REPARACIONES					10.16	
2.03 Repuestos	%	23.9%	71,610	10,000	7.16	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	30,000	10,000	3.00	
COMBUSTIBLE					8.23	
2.05 Petróleo (Motor 97 HP)	Galones	2.50	3.29		8.23	
CABLE DE OPERACIÓN					3.33	
2.06 Cable	m	100.00	40.00	1,200	3.33	
LLANTAS					1.97	
2.07 Llantas	Piezas	4.00	625	1,500.0	1.67	
2.08 Reparación de Llantas	Global	18%			0.30	
MANO DE OBRA					30.97	
2.19 Operador de Equipo	Horas	1.00	57.29	2.00	28.65	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.50	1.58		0.79	
2.19 Herramientas	Gdia	0.50	3.00		1.50	
2.19 Lámparas Mineras	Gdia	0.50	0.07		0.04	
Total Costo Directo						114.31
3.02 Utilidad	%	10.0%				11.43
COSTO TOTAL HORARIO						125.74



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

CAMIONES MIXER - PUTZMEISTER MIXKRET 4						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	200,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor equipos complementarios	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	200,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	30,000	15%				
Vida económica	10,000	Horas	5.56	Años		
Horas de operación mensual	150	Horas				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	167,500.00	10,000	16.75	26.52
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	130,300.00	1,800	7.96	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	130,300.00	1,800	1.81	
2.0 COSTOS DE OPERACION						59.91
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					11.00	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	25.0%	50,000	10,000	5.00	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	30.0%	60,000	10,000	6.00	
REPUESTOS Y REPARACIONES					9.00	
2.03 Repuestos	%	35.0%	70,000	10,000	7.00	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	20,000	10,000	2.00	
COMBUSTIBLE					13.17	
2.06 Petróleo (Motor 174 HP)	Galones	4.00	3.29		13.17	
LLANTAS					1.97	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	625	1,500.0	1.67	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			0.30	
MANO DE OBRA					24.78	
2.19 Operador de Equipo	Horas	1.00	57.29	2.50	22.92	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.40	1.58		0.63	
2.19 Herramientas	Gdia	0.40	3.00		1.20	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.40	0.07		0.03	
Total Costo Directo						86.44
3.02 Utilidad	%	10.0%				8.64
COSTO TOTAL HORARIO						95.08
			\$/HR			



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

CAMIONES MIXER - CARMIX 5.5 XL						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	140,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor equipos complementarios	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	140,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	21,000	15%				
Vida económica	10,000	Horas	5.56	Años		
Horas de operación mensual	150	Horas				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	116,600.00	10,000	11.66	18.50
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	91,210.00	1,800	5.57	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	91,210.00	1,800	1.27	
2.0 COSTOS DE OPERACION						29.06
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					7.70	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	25.0%	35,000	10,000	3.50	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	30.0%	42,000	10,000	4.20	
REPUESTOS Y REPARACIONES					6.30	
2.03 Repuestos	%	35.0%	49,000	10,000	4.90	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	14,000	10,000	1.40	
COMBUSTIBLE					13.17	
2.06 Petróleo (Motor 174 HP)	Galones	4.00	3.29		13.17	
LLANTAS					1.89	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	600	1,500.0	1.60	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			0.29	
MANO DE OBRA					0.00	
2.19 Operador de Equipo	Horas			2.50	0.00	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.00	1.58		0.00	
2.19 Herramientas	Gdia	0.00	3.00		0.00	
2.19 Lamparas Mineras	Gdia	0.00	0.07		0.00	
Total Costo Directo						47.56
3.02 Utilidad	%	10.0%				4.76
COSTO TOTAL HORARIO	\$/HR					52.31



ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

MANIPULADOR TELESCOPICO - MANITOU MT- X 1030 ST						
DATOS GENERALES						
Valor adquisición con llantas	120,000	US\$	Intereses (año)	11.0%		
Valor Compresor	0	US\$	Seguros (%)	2.5%		
Costo de adquisición	120,000	US\$	Impuestos	0.0%		
Valor de rescate	18,000	15%				
Vida económica	12,000	Horas	5.00	Años		
Horas de operación mensual	200	Horas				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						
1.01 Depreciación horaria	Horas	1.00	99,500.00	12,000	8.29	12.75
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	79,200.00	2,400	3.63	
1.03 Seguros, Impuestos	Horas	1.00	79,200.00	2,400	0.83	
2.0 COSTOS DE OPERACION						35.69
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					4.00	
2.01 Insumos (Filtros, aceites, otros).	%	15.0%	18,000	12,000	1.50	
2.02 Mano de obra de mantenimiento	%	25.0%	30,000	12,000	2.50	
REPUESTOS Y REPARACIONES					4.00	
2.03 Repuestos	%	30.0%	36,000	12,000	3.00	
2.04 Servicios Técnicos	%	10.0%	12,000	12,000	1.00	
COMBUSTIBLE					8.23	
2.06 Petróleo (Motor 100 HP)	Galones	2.50	3.29		8.23	
LLANTAS					1.97	
2.06 Llantas	Piezas	4.00	625	1,500.0	1.67	
2.07 Reparación de Llantas	Global	18%			0.30	
MANO DE OBRA					17.49	
2.19 Operador de Equipo	Horas	1.00	53.65	3.33	16.09	
2.19 Implementos de seguridad	Gdia	0.30	1.58		0.48	
2.19 Herramientas	Gdia	0.30	3.00		0.90	
2.19 Lámparas Mineras	Gdia	0.30	0.07		0.02	
Total Costo Directo						48.44
3.02 Utilidad	%	10.0%				4.84
COSTO TOTAL HORARIO						53.28

JORNAL DE LOS OPERADORES DE EQUIPOS

TC 3.245
BS 136.38%

CARGO	JORNAL	BB.SS	JORNAL + BB.SS	JORNAL + BB.SS
				\$./dia
OPERADOR DE JUMBO	89.25	91.35	124.58	215.93
OPERADOR DE SCOOP 4 yd3 a 6 yd3	79.25	81.35	110.95	192.30
OPERADOR DE SCOOP 2.2 yd3	79.05	81.15	110.67	191.82
OPERADOR DE SCOOP 1.5 yd3	79.05	81.15	110.67	191.82
OPERADOR DE LANZADOR DE SHOTCRETE	76.55	78.65	107.26	185.91
OPERADOR DE MIXER	76.55	78.65	107.26	185.91
OPERADOR DE SCISSOR	71.55	73.65	100.44	174.09



EQUIPO	MARCA	MOD.	CAPAC.	Costos Equipo							Horas Mínimas Hr/mes
				Propiedad US\$/hr	Operación US\$/hr	Sub Total US\$/hr	Costo Operador US\$/hr	Costo Directo US\$/hr	Utilidad 10% US\$/hr	Costo Total US\$/hr	
SCOOP DIESEL	CAT	R1600G	6.3Y D3	62.30	67.98	130.28	15.34	145.6 1	14.56	160.1 8	250
SCOOP DIESEL	SANVIK	LH-145	4.2Y D3	48.61	54.62	103.23	15.34	118.5 7	11.86	130.4 3	250
SCOOP DIESEL	SANVIK	LH- 203D	2.2Y D3	29.54	35.76	65.30	19.13	84.43	8.44	92.87	200
BOOME R	ATLAS COPCO	T1D		58.86	62.20	121.06	43.67	164.7 3	16.47	181.2 0	100
LANZA DOR	PUTZMEI STER	SMP 4210		43.14	40.19	83.34	30.97	114.3 1	11.43	125.7 4	120
MIXER	PUTZMEI STER	MIXKR ET-4	4 m3	26.52	35.14	61.66	24.78	86.44	8.64	95.08	150
MIXER	CARMIX	5.5XL	5.5 m3	18.50	29.06	47.56	0.00	47.56	4.76	52.31	150
MANIP UL. TELESC	MANITOU	MT-X 1030 SM		12.75	18.20	30.94	17.49	48.44	4.84	53.28	200

