

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN MECANIZADO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE MINADO DE UNA MEDIANA MINERA DE LA LIBERTAD, 2019.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Carhuapoma Diaz Niwel Cremer
Bach. Gervacio Marquina Santos Wilmer

Asesor:

Ing. José Alvan Rojas Escobar

Trujillo - Perú

2020



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor José Alvan Rojas Escobar , docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA DE MINAS, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Niwel Cremer Carhuapoma Díaz
- Santos Wilmer Gervacio Marquina

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN MECANIZADO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE MINADO DE UNA MEDIANA MINERA DE LA LIBERTAD, 2019”, para aspirar al título profesional de: INGENIERO DE MINAS por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

Ing. José Alvan Rojas Escobar
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Niwel Cremer Carhuapoma Díaz y Santos Wilmer Gervacio Marquina para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Evaluación de la etapa de limpieza y extracción mecanizado para optimizar los costos de minado de una mediana minera de la libertad, 2019”.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, quien nos da esa fuerza y energía para seguir siempre adelante; a nuestros familiares y seres queridos quienes nos animaron constantemente en la culminación de esta nueva carrera profesional, a nuestros hijos por darnos esa alegría diaria para llenarnos de paz y tranquilidad, a nuestros padres quienes con su ejemplo nos inculcaron esos valores que nos hacen ser esas personas de bien que somos hoy,

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte, por brindarme sus conocimientos y consejos.

De manera igual, quiero expresar nuestro agradecimiento eterno a nuestro Docente y Asesor Ing. José Rojas Escobar por su apoyo y paciencia para poder culminar este trabajo de investigación.

De igual modo quiero agradecer a todo los Ingenieros de la Compañía Minera ubicada en el interior de la Región de la Libertad, por darnos las facilidades y la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación, a todos ellos mi reconocimiento eterno.

Así mismo, agradecemos a los amigos, compañeros y colegas de estudio por su colaboración.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	i
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
Abstract	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Objetivos	9
1.4. Hipótesis	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	5
2.1. Tipo de investigación	5
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	6
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	6
2.4. Procedimiento	8
2.5. Tratamiento estadístico para el análisis de los datos.....	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	12
3.1 Ubicación	12
3.2 Accesibilidad	12
3.3 Geología General y Regional	13
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS.....	43

ANEXOS.....	45
Anexo 1 Planificación estratégica	46
Anexo 2 Tabla de selección de tema a evaluar en base a problemática	47
Anexo 3 Diagrama de Pareto para identificar los defectos.....	48
Anexo 4 Diagrama de Gantt con planificación de actividades	49
Anexo 5 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa).....	50
Anexo 7 Cronograma de actividades de mantenimiento de vías y cuneta en labor de trabajo de la investigación.....	52
Anexo 8 Promedios de costos en limpieza con scoop LHD 203.....	53
Anexo 9 Promedios de costos en extracción con dumper TH 315	55
Anexo 10 Promedios de producción (t/h) en limpieza con scoop LHD 203.....	57
Anexo 11 Promedio de extracción con dumper TH 315	59
Anexo 12 Costos unitarios	61
Anexo 13 Reducción de tiempos en limpieza y extracción	63
Anexo 14 Encuesta de personal	64
Anexo 15 Validación de instrumento de medición por experto.....	65
Anexo 1 Registro fotográfico	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formato para recolección de datos de tiempo SCOOP LHD 203	8
Tabla 2: Formato para recolección de datos de tiempo DUMPER TH 315	8
Tabla 3: Distancias de la ruta de limpieza con Scoop LHD 203	9
Tabla 4: Distancia de extracción dumper TH 315	9
Tabla 5: Formato de datos de mantenimiento de vía.....	11
Tabla 6: Ubicación de empresa minera en el interior de La Libertad.	12
Tabla 7: Accesibilidad hacia la mina Interior de la Libertad.	12
Tabla 8: Tiempo de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203 – Antes de arreglos	14
Tabla 9: Tiempo de limpieza de mineral con Scoop LHD 203 – Antes de arreglos.....	15
Tabla 10: Tiempo de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203 – Después de arreglos.	16
Tabla 11: Tiempo de limpieza de mineral con Scoop LHD 203 – después de arreglos	17
Tabla 12: Tiempo de acarreo de desmonte con Dumper TH 315 – antes de arreglos.....	18
Tabla 13: Tiempo de acarreo de mineral con Dumper TH 315 – antes de arreglos.....	19
Tabla 14: Tiempo de acarreo de desmonte con Dumper TH 315 – después de arreglos.....	20
Tabla 15: Tiempo de acarreo de mineral con Dumper TH 315 – después de arreglos.....	21
Tabla 16: Ahorro en limpieza de desmonte con Scoop LHD 203	33
Tabla 17: Ahorro en limpieza de mineral con Scoop LHD 203	33
Tabla 18: Ahorro en extracción de desmonte con Dumper TH 315.....	33
Tabla 19: Ahorro en extracción de mineral con Dumper TH 315.....	34
Tabla 20 :Costo de personal para implementar la limpieza de cunetas y rejillas para mantener las vías en buenas condiciones, trabajan dos horas por turno, es personal de servicios	34
Tabla 21: Resumen de ahorros implementados en limpieza y extracción.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vías de transporte en mal estado con huecos.....	7
Figura 2: Equipo scoop LHD 203.	10
Figura 3: Vías de transporte en mal estado con agua. Dumper TH 315	10
Figura 4: Línea base de costos de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203	22
Figura 5: Línea base de costos de limpieza de mineral con Scoop LHD 203	22
Figura 6: Línea base de costos de extracción de desmonte con Dumper TH 315	23
Figura 7: Línea base de costos de extracción de mineral con Dumper TH 315	23
Figura 8: Línea base de rendimiento en TM/h en limpieza de desmonte con scoop LHD 203	24
Figura 9: Línea base de rendimiento en TM/h en limpieza de mineral con scoop LHD 203	24
Figura 10: Línea base de rendimiento TM/h en extracción de desmonte con dumper TH 315.....	25
Figura 11: Línea base de rendimiento TM/h en extracción de mineral con dumper TH 315	25
Figura 12: Vía con charcos de agua (lado izquierdo), mantenimiento de vías con ripeado y riveteo de cunetas (lado derecho).....	26
Figura 13: Mantenimiento de vías colocación de rejillas de drenaje.	26
Figura 14: Costos de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203 después de arreglo de vías.....	27
Figura 15: Costos de limpieza de mineral con Scoop LHD 203 después de arreglo de vías.....	27
Figura 16: Costos de extracción de desmonte con Dumper después de arreglo de vías	28
Figura 17: Costos de extracción de desmonte con Dumper después de arreglo de vías.	28
Figura 18: Rendimiento de Scoop LHD 203 en limpieza de desmonte. (t/h), después de arreglos de vías.	29
Figura 19: Rendimiento de Scoop LHD 203 en limpieza de mineral. (t/h), después de arreglos de vías. .	29
Figura 20: Rendimiento de extracción de desmonte Dumper, t/h, después de arreglos de vías	30
Figura 21: Rendimiento de extracción de mineral Dumper, t/h, después de arreglos de vías.	30
Figura 22: Comparación de costos (USD/TM) promedio obtenidos en la etapa de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203	31
Figura 23: Comparación de costos (USD/TM) promedio obtenidos en la etapa de limpieza de mineral con Scoop LHD 203	31

Figura 24: Comparación de costos promedio (USD/TM) obtenidos en la etapa de extracción de desmonte con dumper TH 315..... 32

Figura 25: Comparación de costos promedio (USD/TM) obtenidos en la etapa de extracción de mineral con dumper TH 315..... 32

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la evaluación de la etapa de limpieza y extracción mecanizado para optimizar los costos de minado de una mediana minera de la Libertad, 2019, esto debido a que en la empresa en la cual se tomaron los datos, se observó una serie de problemas en las etapas de limpieza y extracción de desmonte y mineral por los equipos de tracklees como es el Scoop LHD 203 y Dumper TH 315, determinado principalmente los problemas se dan por la falta de mantenimiento de vías para el recorrido de los equipos.

Se realizó una evaluación de producción (t/h) y costo (USD/t) desde los meses de octubre del 2019 a marzo de 2020, para la etapa de limpieza con Scoop LHD 203 con producción de 16,10 t/h y 9,70 t/h así como en costos de USD 4,36/t y USD 7,23/t en el recorrido de 250 m y 350 m para limpieza de desmonte y mineral respectivamente; para la extracción empleando Dumper TH 315 se obtuvo un promedio de producción de 25,90 t/h y 25,50 t/h y en costos fue de USD 5,03/t y USD 5,10/t.

Se arregló las vías de transporte y se implementó en ambos turnos el mantenimiento. Seguido se hizo la evaluación de producción (t/h) y costo (USD/t), durante los meses de abril a agosto de 2020, teniendo para la etapa de limpieza con Scoop LHD 203 una producción de 26,90 t/h y 11,60 t/h así como en costos de USD 3,35/t y USD 6,01/t en el recorrido de 250 m y 350 m para limpieza de desmonte y mineral respectivamente; para la extracción empleando Dumper TH 315 se obtuvo un promedio de producción de 37,20 t/h y 37,80 t/h y en costos de USD 3,49/t y USD 3,44/t.

Finalmente se concluyó que al hacer el mantenimiento de vías en forma permanente implica una disminución de tiempo de limpieza y extracción, por lo tanto, disminuyen los costos unitarios y se incrementa la productividad, obteniendo un ahorro promedio mensual de USD 24 117,00.

Palabras clave: Limpieza, extracción, costos unitarios, producción (t/h).

ABSTRACT

In the present research work, the evaluation of the mechanized cleaning and extraction stage was carried out to optimize the mining costs of a medium-sized mining company in La Libertad, 2019, this because in the company in which the data was collected, observed a series of problems in the cleaning and extraction stages of waste and mineral by tracklees equipment such as Scoop LHD 203 and Dumper TH 315, mainly determined the problems are due to the lack of maintenance of roads for the route of the equipment.

An evaluation of production (t / h) and cost (USD / t) was carried out from the months of October 2019 to March 2020, for the cleaning stage with Scoop LHD 203 with production of 16.10 t/h and 9, 70 t/h as well as costs of USD 4.36/t and USD 7.23/t in the 250 m and 350 m route for waste and mineral cleaning respectively; For the extraction using Dumper TH 315 an average production of 25.90 t/h and 25.50 t/h was obtained and in costs it was USD 5.03/t and USD 5.10/t.

The transport routes were fixed and maintenance was implemented in both shifts. The production (t/h) and cost (USD/t) evaluation was then carried out during the months of April to August 2020, with a production of 26.90 t/h and 11 for the cleaning stage with Scoop LHD 203 , 60 t/h as well as costs of USD 3.35/t and USD 6.01/t in the 250 m and 350 m route for waste and mineral cleaning respectively; For the extraction using Dumper TH 315, an average production of 37.20 t/h and 37.80 t/h was obtained and costs of USD 3.49/t and USD 3.44/t.

Finally, it was concluded that permanently maintaining roads implies a reduction in cleaning and extraction time, therefore, unit costs decrease and productivity increases, obtaining an average monthly saving of USD 24,117.00.

Keywords: Cleaning, extraction, unit costs, production t/h.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En una empresa de mediana minería en el interior de la región La Libertad; en la veta Bolívar -Tajo 8465 del nivel 3100 se realiza la explotación de mineral mediante el método Long Wall.

La veta tiene una orientación de 290°N con buzamiento promedio de 35° el diseño de block es de 20 m de ancho y 20 m de alto, la potencia de veta es de 0,8 m a 1,5 m y leyes de oro de 12 g/t.

Actualmente la Unidad Minera, viene ejecutando las labores de explotación en los diferentes niveles del yacimiento. Durante las evaluaciones realizadas en su etapa inicial se ha encontrado deficiencias en el sistema de acarreo con el equipo mecanizado scoop LHD 203 de $2,2 \text{ yd}^3$, con minutos de exceso por ciclo de limpieza y acarreo. Como consecuencia ocasiona altos costos de acarreo del material producto de la perforación y voladura.

En un turno de 2,5 horas el scoop $2,2 \text{ yd}^3$ transporta 24,25 t de mineral, realiza limpieza recorriendo una distancia de 350 m desde la rampa hasta la cámara de transferencia 7800, el mismo que es de suma importancia para la limpieza del frente para continuar el avance lineal, luego se hace el carguío al Dumper TH 315 de capacidad de $7,5 \text{ m}^3$, seguido del acarreo hasta el echadero RC 20 con una distancia de 1900 m.

Actualmente se cuenta con los costos de alquiler de los equipos por hora de trabajo, sin embargo realizando una lluvia de ideas para la mejora continua, en base a la metodología de los siete pasos de la calidad: selección del tema, situación actual y fijar objetivos, planear actividades, análisis de causa, contramedidas, verificar resultados, estandarizar y controlar, se determina que se debe reducir los tiempos en la limpieza de los frentes, y los tiempos de acarreo de minerales, del equipo de limpieza scoop LHD 203 y dumper TH 315, para disminuir las horas perdidas, y obtener ahorros en esta operación de la empresa minera.

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 unitario del equipo mecanizado scoop 4,2 yd³ incluido sus costos directos e indirectos, se ha determinado que el costo total asciende a S/ 43 593 por hora. El investigador 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. Se ha logrado optimizar la productividad del equipo LHD (Scoop 4,2 yd³) 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. (Quispe, 2017 p. 69).

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. 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. (Baldeón y Zoila, 2011, p. 62).

En labores de desarrollo y preparación en secciones de 2,10 x 2,40 m (7' x 8') con un déficit 236 kg En transporte, con un motor diésel de 68,75 HP, con una producción real que dependerá de la disponibilidad mecánica y eficiencia de trabajo, a un costo horario de 25,05 USD/h. Con scoop de 1 yd³, el material es limpiado desde el frente de la labor y acarreado hasta el ore-pass principal con una productividad de 30 m³/h. (Curo, 2009, citado en Quispe, 2017, p. 8)

En la limpieza-acarreo la reducción de los costos es 0,09 USD/t es decir una reducción de costo de USD 81 000 al año, debiéndose a que se optimizó el rendimiento del scoop de 23,0 m³/h a 24,0 m³/h en labores de producción y de 21,7 m³/h a 24,4 m³/h en labores de desarrollo. Este aumento de rendimiento se concretó con la realización de vías o caminos con pendientes no mayores a 12,0 % y cámara de acumulación que permitan distancias de recorrido no mayores a 200 m. La reducción de los costos operativos de mina es directamente proporcional a la magnitud de producción de la mina (tonelaje de mineral a producir, metros de avance programados en desarrollos o metros cúbicos de roca estéril a desplazar), por ende,

es proporcional al consumo de explosivos y a la cantidad áreas de perforación. (Jáuregui, 2009, p. 95).

El costo de limpieza-acarreo es con respecto a los m³ esponjados (Esponjamiento es el aumento de volumen de un terreno al ser excavado, todos los terrenos sufren este aumento de volumen y es expresado en porcentaje del volumen in situ.) que serán trasladados por el equipo LHD de 3,5 yd³, por ejemplo. El costo de limpieza-acarreo programado es de 3,87 USD/m³, mientras que el real es de 5,16 USD/m³, lo cual representa un incremento del costo de 33,33 % respecto a lo programado. Este costo también será posible de disminuir mediante un incremento en el rendimiento de la limpieza-acarreo que se logrará con un control del mismo, ejecutándose cámaras de carguío y/o acumulación cada 150 m, gradientes de las labores no mayores a 12 % y un adecuado material a cargar productos de una perforación y voladura controlada y optimizada. (Jáuregui, 2009, p. 47).

El estudio de gestión de tiempos en las operaciones de acarreo demuestra que para el año 2017 se emplea 1,12 minutos más de tiempo para completar un ciclo de acarreo respecto al año 2014. Siendo las actividades de traslado entre labores y traslado de taller a labor o viceversa con 30,76 y 11,17 horas respectivamente, las que influyen para el incremento del tiempo ciclo. Mediante la gestión de tiempos en las operaciones de acarreo con equipo LHD se ha determinado que la productividad del equipo LHD (Scooptram 4,2 yd³) ha disminuido en 8,52 t/h de 54,50 t/h a 45,94 t/h en lo referido al rendimiento del equipo. Por tanto, se concluye que el rendimiento real de los equipos scooptram están por debajo de lo que se considera en los precios unitarios. (Ventura, 2019, p. 91)

En la tesis, Estudio de Optimización de costos de operación de una flota de Scooptrams en una Mina Subterránea, menciona en sus conclusiones, para optimizar el costo total de la flota

de scooptrams de la empresa Consorcio Minero Horizonte S.A., formada por 16 unidades con unas potencias comprendidas entre 47 y 147 HP mediante la elaboración de un programa de mantenimiento y reemplazo de equipos de la flota de scooptrams, con el que se obtenga el costo anual mínimo. El estudio presenta en forma detallada los tipos de mantenimiento y la orientación para optimizar el costo de operación de la flota de equipos trackless, considerando los costos de operación, mantenimiento, repotenciación y reemplazo. (Alva, 2004, p. 147).

BASES TEÓRICAS

Definición de costos y gastos según el libro “Manejo de Costos y Producción”, define que los costos representan una porción de precio de adquisición de artículos, propiedad o servicios, que ha sido deferida o que todavía no se ha aplicado a la realización de ingresos. El costo se puede definir como “el sacrificio económico que hace una organización para obtener objetivos a futuro” Los costos de producción son el conjunto de esfuerzos y recursos que se invierten para obtener un bien o servicio. Por esfuerzos se quiere indicar la intervención del hombre (mano de obra), el denominado “capital humano”. Los recursos se refieren a las inversiones necesarias, “capital monetario” que en cierto tiempo hacen posible la producción de un bien o servicio. (Cruz, 2007, p. 7)

Estimación de costos de operación

El costo de operación depende del sistema de explotación, tamaño de yacimiento, su forma, grado de irregularidad, resistencia del mineral, resistencia de las cajas, carga de los terrenos, método de acceso y de preparación, tamaño de la producción y también el nivel de salarios. El sistema de explotación influye mucho sobre los trabajos de tajeo y de preparación y

parcialmente sobre el transporte del mineral. Se debe buscar un compromiso entre los siguientes valores: precio de costo, factor de recuperación, factor de dilución. Los índices de consumo de mano de obra, materiales y energía dependen de las propiedades de las rocas, de la mecanización de los trabajos y de la escala de producción. El consumo de explosivo en tajeo y preparación aumenta en roca dura. La carga de los terrenos es un factor de inseguridad de mantenimiento elevado y rendimiento mediocre.

Costos unitarios

Es el cociente resultante de dividir el gasto total ocurrido en la producción entre el número total de unidades producidas o generales. Por lo tanto, el costo unitario tiene componentes fijos y también variables

$$\text{Costos Unitarios} = \frac{\text{Costo total en producción}}{\text{Número total de unidades producidas}}$$

Es el observar que la cuantía de los costos unitarios de producción es necesariamente función del diseño de producción mayor costo unitario, a mayor producción menor costo unitario.

Costo de acarreo en minería subterránea

Para ello una vez terminadas las operaciones unitarias de perforación y voladura se debe acarrear el material hasta un punto donde es traspasado a otro punto de para su posterior transporte. El costo de selección del sistema de traspaso adecuado puede llegar a millones de dólares por ello es necesario realizar la evaluación de que sistema escoger en función de las metas de producción, infraestructura disponible, condiciones geológicas del material, geometría del yacimiento, debido a esto es importante planificar adecuadamente la

explotación minera y seleccionar el sistema de traspaso adecuado para no exceder los costos estimado.

Rendimiento del Sistema Load Haul Dump (LHD)

Performance de la máquina. La performance de la máquina usualmente se mide en base horaria en término de productividad de la máquina y de costos de posición y operación de máquina. Una óptima de performance de máquina puede expresarse como:

Costo mínimo por tonelada = (costo horario mínimo posible) / (productividad horaria máxima posible).

Producción

Es el volumen o peso total de material a ser manipulado en una operación específica. Puede referirse ya sea al mineral económico a ser producido o al material de desmonte. La producción de mineral se da más frecuentemente en unidad de peso, mientras que la roca de desmonte es expresada en unidades de volumen. es común es referirse a la producción diaria, mensual, anual.

Disponibilidad

Es un factor importante al programar los equipos es la disponibilidad de las unidades. Por ejemplo, al programar una pala, un factor común de disponibilidad es de 80%; por lo tanto, de cada 100 guardias 80 serán productivas y 20 serán tiempo muertos en reparaciones. Con este factor de disponibilidad, es apropiado programar, los nuevos equipos con mayor disponibilidad en área de prioridad más elevada. La disponibilidad es aquella porción de tiempo operativo programado en que una maquina esta mecánicamente lista para trabajar. Hay dos métodos generales para calcular la disponibilidad del equipo: La disponibilidad mecánica, es el factor que muestra la disponibilidad del equipo a excepción del tiempo

muertos solamente por factores mecánicos. Disponibilidad física, es la disponibilidad operacional total, la que considera los tiempos muertos por cualquier motivo.

(Villanueva, 2019, p.23-28).

Análisis de Pareto.

El análisis de Pareto, es en esencia una herramienta que permite conocer las causas de un problema partiendo de un efecto, [...] Llamado la regla del 80/20, de que el 80 por ciento de los resultados procedían del 20 por ciento del esfuerzo. Es un instrumento útil para el análisis de la productividad, puesto que concentra su atención en las pocas cuestiones o los pocos problemas más importantes y contribuye a establecer prioridades (Prokopenko p. 143).

Limpieza de un frente

La limpieza del material roto, se efectúa mediante el equipo LHD (Scoop) 2.2 yd³ de capacidad, en la figura dos representa claramente el trabajo de este equipo, el cual es utilizado una vez que se ha realizado la voladura en el frente de trabajo. El trabajo de este equipo consiste en el retiro de este material desde el frente hasta un punto de acopio de marina o bien a piques de vaciado.

Acarreo

Se denomina acarreo al traslado corto de material roto en la mina, es decir que el transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción y estarán ubicados en los frentes de operación. Consiste en el transporte de materiales desde los sitios de excavación o producción, hasta los sitios de disposición o aplicación.

Estado de las vías

Derrame de carga, impacto en componentes mecánicos, impacto sobre el operador, disminución de velocidad, desgaste de neumáticos que deberían durar 2000-2500 horas según catálogo 3000 horas y puede bajar a 1800 horas). (Quispe, 2017, p.16-17)

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el tiempo de la etapa de limpieza y extracción mecanizado en la optimización de los costos de minado en una empresa de mediana minería de la región de la Libertad durante el periodo 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Disminuir los costos de limpieza y acarreo de minado en una mediana minera de la región La Libertad.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los tiempos empleados para limpieza y extracción de mecanizado por los equipos de tracklees antes y después de la implementación de cambios por la investigación.
- Determinar el costo unitario de los equipos de limpieza y extracción mecanizado en las labores de producción en la empresa de mediana minería de la Libertad antes y después de la implementación de cambios por la investigación.
- Determinar la producción mensual en t (toneladas métricas) mediante limpieza y extracción del equipo mecanizado en las labores de producción en la empresa de mediana minería de la Libertad, antes y después de la implementación de cambios por la investigación.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al disminuir los tiempos de limpieza y acarreo mecanizado permitirá disminuir los costos utilizando scoop LHD 203 de 2,2 yd³ y dumper TH 315 en una empresa de mediana minería en la región La Libertad.

1.4.2. Hipótesis específica

Con los datos obtenidos en campo de la medición de los tiempos del ciclo de trabajo en una jornada de 8 horas, de los equipos tracklees en la limpieza y acarreo, mediante la comparación con los tiempos establecidos por el fabricante del rendimiento de los equipos se logrará implementar mejoras que repercute en los costos operativos.

Utilizando los datos obtenidos en campo y su posterior evaluación se logrará identificar los factores que intervienen en la limpieza y acarreo, para calcular los costos de limpieza y extracción en USD/t.

Utilizando los datos obtenidos en campo y su posterior evaluación se logrará determinar la producción actual en la limpieza y acarreo en t/h.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- De acuerdo al fin que se persigue: Aplicada
- De acuerdo al tipo de problemas: Explicativa
- De acuerdo a la recolección de datos: Descriptivo
- De acuerdo al diseño: No experimental

Según el propósito: Aplicada

Porque se utilizaron los conocimientos en la práctica, buscando un beneficio para los trabajadores, la empresa, y la sociedad en general. Se tuvo como propósito dar solución a una situación o problema concreto e identificable como la evaluación de etapa limpieza y extracción mecanizado para optimizar los costos de minado.

Según el diseño de investigación: No Experimental, transeccional, explicativa de tipo correlacional – causal

No experimental, debido a que no se manipuló las variables de estudio, la información a recolectar es mediante control en campo, también de las experiencias de los trabajadores de la Minera para conocer la real situación de sistema de limpieza y acarreo mecanizado.

Transeccional, porque se refiere a un solo periodo de tiempo.

Correlacional - causal, porque la evaluación de la etapa de limpieza y acarreo mecanizado como variable independiente, es causal determinante para optimizar los costos de minado, como variable dependiente, en la Mediana Minera de la Libertad.

Aspectos Éticos

Esta investigación garantiza una creación autentica, legítima, evitando todo tipo de copia, así mismo se respetará las opiniones y conclusiones a las que hayan llegado

diversos autores, así como las opiniones de las autoridades competentes en la materia en estudio y por último se guardará la reserva de la identidad de los participantes cuando estos así lo requieran.

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

2.2.1. Población

La población para este trabajo de investigación está constituida por las labores de explotación del Nivel 3100 y todos los equipos de acarreo constituidos en ese nivel, de una empresa de mediana minería en la región La Libertad.

2.2.2 Muestra

La veta Bolívar -Tajo 8465 del Nivel 3100, el equipo scoop LHD 203 de 2,2 yd³ y dumper TH 315 de 7,5 m³.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Observación Directa

Se realizó la observación directa en campo, lo cual permitió ver algunos problemas en el proceso de limpieza y acarreo mecanizado. Los procedimientos de recolección de datos están en función al ciclo de avance, primero se toman los datos del tiempo de ciclo de limpieza, seguido del acarreo, control de tiempo de limpieza de carga. Se aplicaron los procedimientos de la siguiente manera:

- Revisión de los datos obtenidos.
- Elaboración de línea base de producción t/h y costos USD/t.
- Elaboración de la tabla dinámica para el control de tiempos.
- Cuadros estadísticos.
- Presentación figuras



Figura 1. Vías de transporte en mal estado con huecos

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Análisis documental

Se investigó antecedentes previos de trabajos de investigación relacionados a problemas en el proceso limpieza y acarreo mecanizado, así como el uso de equipos similares en otras operaciones mineras subterráneas, para lo cual se utilizó los buscadores y bibliotecas virtuales.

También se recolectó información relacionada a las distancias que tienen las rutas de limpieza y acarreo que se va analizar. También se revisó los datos de las fichas técnicas de cada equipo para realizar los cálculos correspondientes de este trabajo de investigación.

2.3.3 Recolección de datos

Se tomó los datos de campo relacionados a los tiempos del ciclo el equipo de limpieza scoop LHD 203 de 2,2 yd³ y dumper TH 315 de 7,5 m³, utilizando formatos para la toma de datos, así como la programación de mantenimiento de vías por personal de mina. Formato para obtener datos de tiempo total empleado para: limpieza de mineral

del tajo 8465 nivel 3100. Realiza limpieza recorriendo una distancia de 250 m desde la rampa Marilú hasta la cámara de transferencia 7800, el mismo que es de suma importancia para la limpieza del frente para continuar el avance lineal, luego se hace el carguío al Dumper TH 315 de capacidad de 7,5 m³, y se el acarreo hasta el echadero RC 20 con una distancia de 1900 m.

Tabla 1

Formato para recolección de datos de tiempo SCOOP LHD 203

Tiempos de limpieza de scoop LHD 203 (min)					
N° viajes	Tramos		Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A	Minutos	Segundos	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Formato para recolección de datos de tiempo DUMPER TH 315

Tiempos de acarreo de dumper TH 315 (minutos)					
N° viajes	Tramos		Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A	Minutos	Segundos	

Fuente: Elaboración propia

2.4. Procedimiento

El tipo de investigación que se utilizó en este trabajo es experimental con diseño Cuasi experimental, por lo cual se realizaron mediciones de un antes y después, viendo la relación de Causa-Efecto. De esta manera se logró determinar el factor más influyente en los costos de limpieza y acarreo mecanizado, y su implementación para la disminución de costos operativos en esta etapa de la empresa de mediana minería.

2.4.1. Gabinete:

Se inicia con la revisión de antecedentes y/o estudios previos, realizados referente al tema, en el ámbito local, nacional e internacional, para lo cual se recurrió a los repositorios virtuales. Además, se reunió la información de la zona considerada para levantar información base.

Tabla 3

Distancias de la ruta de limpieza con Scoop LHD 203

Tramos	Distancia (m)	Limpieza
CMTRSF RA/MARILU 7800	250	Desmonte

Fuente: Elaboración propia

Tramos	Distancia (m)	Limpieza
TJ. 8465 CMTRSF 7850	350	Mineral

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Distancia de extracción dumper TH 315

Tramos	Distancia (m)	Limpieza
CMTRSF 7800 RC 25	1900	Desmonte

Fuente: Elaboración propia

Tramos	Distancia (m)	Limpieza
CMTRNF 7850 RC. 20	1900	Mineral

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Campo:

Se realizó el reconocimiento de la zona a levantar información, los equipos tracklees, la toma de datos con respecto a los tiempos de limpieza y acarreo, Se corrobora las plantillas relacionado a distancias, verificación de vías, cunetas, entre otros.



Figura 2. Equipo scoop LHD 203.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Vías de transporte en mal estado con agua. Dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Gabinete:

Luego de recolectar la información de la zona a evaluar se detectó la falta de mantenimiento de vías, cunetas, limpieza de agua, para lo cual se elaboró el siguiente formato para llenado por el personal de campo.

Tabla 5

Formato de datos de mantenimiento de vía

Campana de mantenimiento de vía

Área		Labor		Equipos y herramientas a utilizar			
Fecha de mantenimiento de vía							
Inspector							
Item	Nivel	Labor	Pto. De referencia	Personal	Firma	Descripción del trabajo realizado	Observaciones
Jefe de turno				Capataz			

2.5. Tratamiento estadístico para el análisis de los datos

Se utilizó el programa. Excel para cálculos.

- Teniendo en cuenta las actividades en el desarrollo de costos se realiza la representación de diagrama.
- Cálculos de eficiencias, rendimientos costos unitarios, y avances.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Ubicación

La Veta se encuentra ubicada en el Nivel 3100 dentro de la unidad minera median, Provincia de Pataz-Región La Libertad. Geográficamente se encuentra ubicada en el flanco nororiental de la cordillera de los Andes, emplazada en el Batolito de Pataz, cerca al río Marañón.

Las coordenadas geográficas son los siguientes:

Tabla 6

Ubicación de empresa minera en el interior de La Libertad.

Coordenadas			
UTM		Geográficas	
Este	Norte	Latitud	Longitud
211 367.0	9 435 960.0	7° 47'02" Sur	77° 35'24" Oeste
Cota		1	300 – 2 900 m.s.n.m.

3.2 Accesibilidad

Tabla 7:

Accesibilidad hacia la mina Interior de la Libertad.

Desplazamiento	Modo	Tiempo	Modo	Tiempo
Lima – Trujillo	Bus	09:00 h	Avioneta	00:45 h
Trujillo – Pataz	Bus	14:00 h	Avioneta	00:45 h
Pataz – Unidad (Mediana minera la libertad)	Camioneta	00:45 h	Camioneta	01:30 h

Fuente: Elaboración propia

3.3 Geología General y Regional

La zona situada en la faja aurífera de Pataz, está ligada en la evolución estratigráfica y estructural de la cordillera oriental en el sector nor-peruano; conformado por la superposición de tres ciclos: el Pre cambriano, el Hercínico y el Andino.

- El Pre cambriano: formado por rocas esquistosas y filíticas en la base, metas volcánicas en la parte superior. Todo el conjunto llamado complejo metamórfico del Maraón, es afectado por una tectónica polifásica.
- El Hercínico: formado por las pizarras Ordivísicas del Contaya, areniscas y lutitas del Ambo y molasa del Mitú.
- El Andino: formado por las facies orientales del Pucará y Goyllarisquizga y molasa Chota, superiormente se presenta una acumulación de lavas y piro clastos conocidos como los volcánicos Lavasén.
- El Batolito de Pataz: Las rocas que albergan la mayoría de estructuras mineralizadas de la región, están clasificadas como una serie intrusiva de composición calco alcalina. El batolito aflora en forma de lentes alargados en dirección NNW-SSE, intruye a rocas más antiguas hacia el W, formando una franja de enclaves con los metas volcánicos del complejo metamórfico y las pizarras del Contaya, hacia el este se encuentra discretamente cubiertos por los volcánicos Lavasen.

Tabla 8:

Tiempo de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203 – Antes de arreglos

Tiempos de limpieza de scoop LHD 203						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A		Minutos	Segundos	
1	CM. MADERA	TJ. 8465	250	8	56	Madera
2	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	7	Desmonte
3	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	3	Desmonte
4	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	40	Desmonte
5	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	8	50	Desmonte
6	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	34	Desmonte
7	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	10	0	Desmonte
8	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	38	Desmonte
9	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	8	44	Desmonte
10	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	16	Desmonte
11	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	8	48	Desmonte
12	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	10	Desmonte
13	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	8	30	Desmonte
14	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	45	Desmonte
15	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	9	5	Desmonte
16	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	10	30	Desmonte
17	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	11	40	Desmonte
Subtotal (minutos)				152,0	29	152,49
Promedio por viaje (minutos)				8,9	29,2	9,0
Promedio por viaje (minutos)						9,0
Promedio de viajes por hora (viajes/h)						6,7
Capacidad Scoop LHD 203 (m ³)						1,5
Densidad del desmonte (t/m ³)						2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)						1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)						16,1
Costo de alquiler de Scoop LHD 203 por hora (USD/h)						70
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t)						4,36

Tabla 9:

Tiempo de limpieza de mineral con Scoop LHD 203 – Antes de arreglos.

Tiempos de limpieza de scoop LHD 203						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	DE	A		Minutos	Segundos	
1	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	40	Mineral
2	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	10	Mineral
3	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	35	Mineral
4	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	12	Mineral
5	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	15	Mineral
6	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	36	Mineral
7	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	10	Mineral
8	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	40	Mineral
9	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	10	Mineral
10	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	52	Mineral
11	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	12	Mineral
12	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	12	Mineral
13	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	3	Mineral
14	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	51	Mineral
15	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	45	Mineral
16	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	15	Mineral
17	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	10	Mineral
18	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	50	Mineral
19	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	25	Mineral
20	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	30	Mineral
21	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	55	Mineral
22	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	14	30	Mineral
23	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	15	17	Mineral
24	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	16	41	Mineral
Subtotal (minutos)				346,0	656,0	356,93
Promedio por viaje (minutos)				14,5	29,3	14,9
Promedio por viaje (minutos)						14,9
Promedio de viajes por hora (viajes/h)						4,0
Capacidad Scoop LHD 203 (m ³)						1,5
Densidad del desmonte (t/m ³)						2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)						1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)						9,7
Costo de alquiler de Scoop LHD 203 por hora (USD/h)						70
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t)						7,23

Tabla 10

Tiempo de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203 – Después de arreglos.

Tiempos de limpieza de scoop LHD 203						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	DE	A		Minutos	Segundos	
1	CM. MADERA	TJ. 8465	250	7	56	Madera
2	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	7	Desmonte
3	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	3	Desmonte
4	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	40	Desmonte
5	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	50	Desmonte
6	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	34	Desmonte
7	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	0	Desmonte
8	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	38	Desmonte
9	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	44	Desmonte
10	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	16	Desmonte
11	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	48	Desmonte
12	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	10	Desmonte
13	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	7	30	Desmonte
14	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	45	Desmonte
15	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	5	Desmonte
16	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	30	Desmonte
17	RA/MARILU	CMTRSF 7800	250	6	40	Desmonte
Subtotal (minutos)				112,0	29	112,49
Promedio por viaje (minutos)				6,6	29,2	6,9
Promedio por viaje (minutos)						6,9
Promedio de viajes por hora (viajes/h)						8,7
Capacidad Scoop LHD 203 (m ³)						1,5
Densidad del desmonte (t/m ³)						2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)						1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)						20,9
Costo de alquiler de Scoop LHD 203 por hora (USD/h)						70
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t)						3,35

Tabla 11

Tiempo de limpieza de mineral con Scoop LHD 203 – después de arreglos

Tiempos de limpieza de scoop LHD 203						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	DE	A		Minutos	Segundos	
1	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	40	Mineral
2	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	10	Mineral
3	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	35	Mineral
4	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	12	Mineral
5	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	15	Mineral
6	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	36	Mineral
7	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	10	Mineral
8	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	40	Mineral
9	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	10	Mineral
10	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	52	Mineral
11	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	12	Mineral
12	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	12	Mineral
13	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	3	Mineral
14	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	51	Mineral
15	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	45	Mineral
16	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	15	Mineral
17	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	10	Mineral
18	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	50	Mineral
19	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	25	Mineral
20	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	30	Mineral
21	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	11	55	Mineral
22	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	30	Mineral
23	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	13	17	Mineral
24	TJ. 8465	CMTRSF 7850	350	12	41	Mineral
Subtotal (minutos)				286,0	656,0	296,93
Promedio por viaje (minutos)				11,9	29,3	12,4
Promedio por viaje (minutos)						12,4
Promedio de viajes por hora (viajes/h)						4,8
Capacidad Scoop LHD 203 (m ³)						1,5
Densidad del desmonte (t/m ³)						2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)						1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)						11,6
Costo de alquiler de Scoop LHD 203 por hora (USD/h)						70
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t)						6,01

Tabla 12

Tiempo de acarreo de desmonte con Dumper TH 315 – antes de arreglos

Tiempos de acarreo de Dumper TH 315						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A		Minutos	Segundos	
1	CMTRSF 7800	RC 25	1900	27	12	Desmonte
2	CMTRSF 7800	RC 25	1900	26	45	Desmonte
3	CMTRSF 7800	RC 25	1900	27	30	Desmonte
4	CMTRSF 7800	RC 25	1900	29	55	Desmonte
Subtotal (minutos)				109	142	111,37
Promedio por viaje (minutos)				27,25	35,5	27,84

Promedio por viaje (minutos)	27,8
Promedio de viajes por hora (viajes/h)	2,2
Capacidad Dumper TH 315 (m ³)	7,5
Densidad del desmonte (t/m ³)	2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)	1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)	25,9
Costo de alquiler de Dumper TH 315 por hora (USD/h)	130
Costo de Dumper TH 315 (USD/TM)	5,03

Tabla 13

Tiempo de acarreo de mineral con Dumper TH 315 – antes de arreglos

Tiempos de acarreo de dumper TH 315						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A		Minutos	Segundos	
1	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	28	57	Mineral
2	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	27	20	Mineral
3	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	27	43	Mineral
4	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	28	16	Mineral
5	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	29	42	Mineral
6	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	27	20	Mineral
Subtotal (minutos)				111	121	113,02
Promedio por viaje (minutos)				27,75	30,25	28,25

Promedio por viaje (minutos)	28,3
Promedio de viajes por hora (viajes/h)	2,1
Capacidad Dumper TH 315 (m ³)	7,5
Densidad del desmonte (t/m ³)	2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)	1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)	25,5
Costo de alquiler de Dumper TH 315 por hora (USD/h)	130
Costo de Dumper TH 315 (USD/TM)	5,10

Tabla 14

Tiempo de acarreo de desmonte con Dumper TH 315 – después de arreglos

Tiempos de acarreo de dumper TH 315						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A		Minutos	Segundos	
1	CMTRSF 7800	RC 25	1900	19	12	Desmonte
2	CMTRSF 7800	RC 25	1900	18	45	Desmonte
3	CMTRSF 7800	RC 25	1900	19	30	Desmonte
4	CMTRSF 7800	RC 25	1900	19	55	Desmonte
Subtotal (minutos)				75	142	77,37
Promedio por viaje (minutos)				18,75	35,5	19,34

Promedio por viaje (minutos)	19,3
Promedio de viajes por hora (viajes/h)	3,1
Capacidad Dumper TH 315 (m ³)	7,5
Densidad del desmonte (t/m ³)	2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)	1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)	37,2
Costo de alquiler de Dumper TH 315 por hora (USD/h)	130
Costo de Dumper TH 315 (USD/TM)	3,49

Tabla 15:

Tiempo de acarreo de mineral con Dumper TH 315 – después de arreglos

Tiempos de acarreo de dumper TH 315						
N° viajes	Tramos		Distancia aprox. (m)	Tiempo (ciclo)		Tipo de material
	De	A		Minutos	Segundos	
1	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	19	57	Mineral
2	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	18	20	Mineral
3	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	18	43	Mineral
4	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	18	16	Mineral
5	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	19	42	Mineral
6	CMTRNF 7850	RC. 20	1900	19	20	Mineral
Subtotal (minutos)				111	198	114,3
Promedio por viaje (minutos)				18,5	33	19,05
Promedio por viaje (minutos)						19,1
Promedio de viajes por hora (viajes/h)						3,1
Capacidad Dumper TH 315 (m ³)						7,5
Densidad del desmonte (t/m ³)						2,5
Densidad aparente del desmonte (t/m ³)						1,6
Tonelaje de desmonte por hora (t/h)						37,8
Costo de alquiler de Dumper TH 315 por hora (USD/h)						130
Costo de Dumper TH 315 (USD/TM)						3,44

Toma de datos inicial (línea base de producción costos (USD/t):

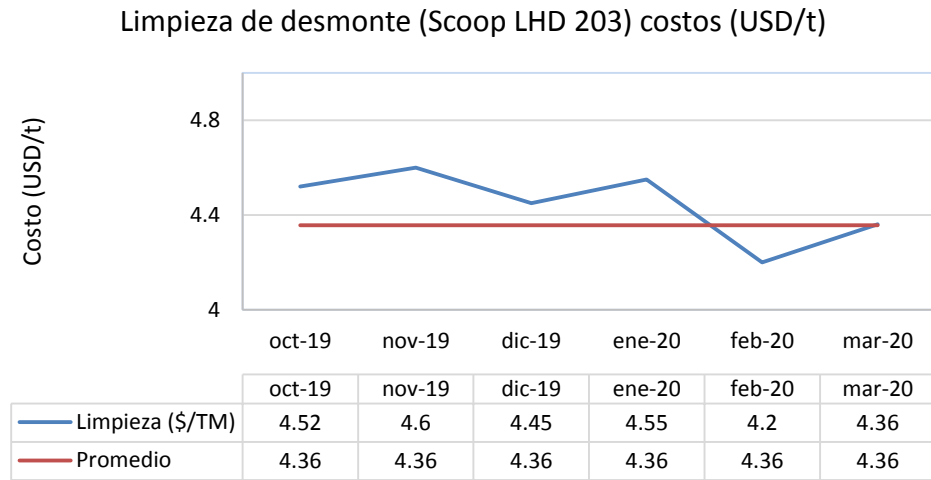


Figura 4. Línea base de costos de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203

Fuente: Elaboración propia

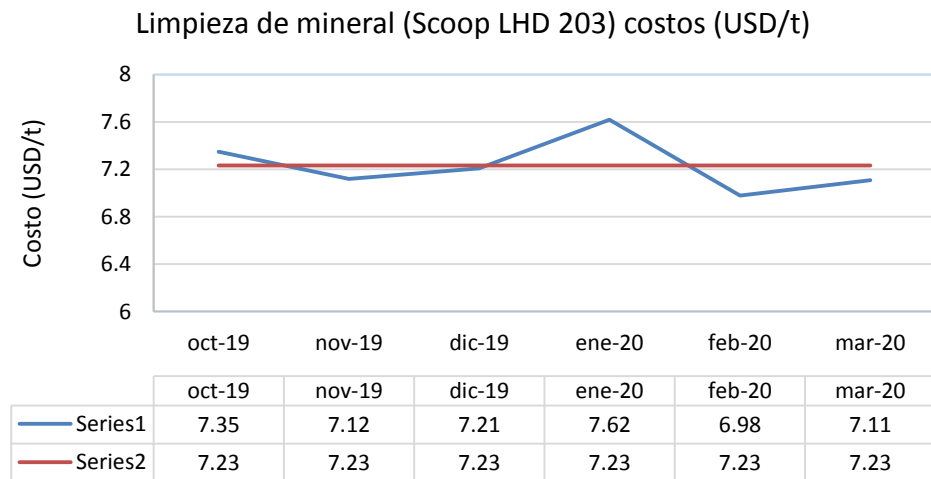


Figura 5. Línea base de costos de limpieza de mineral con Scoop LHD 203

Fuente: Elaboración propia

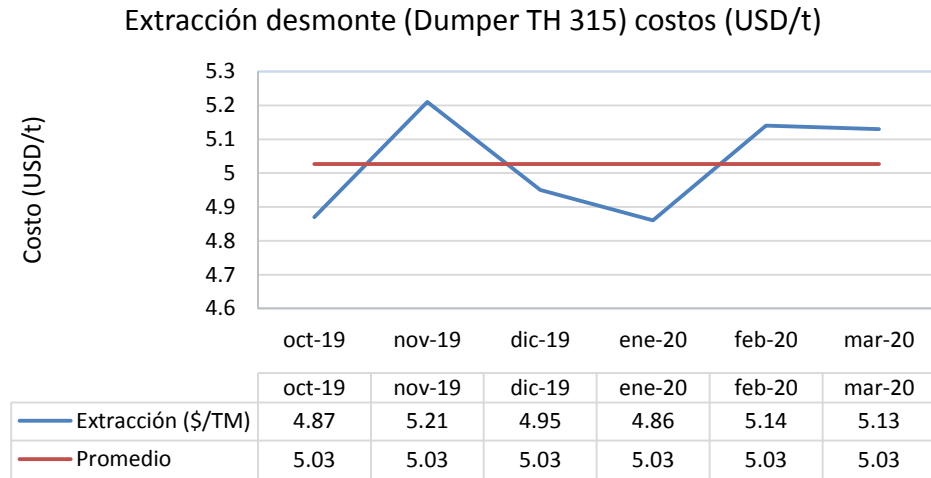


Figura 6. Línea base de costos de extracción de desmote con Dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

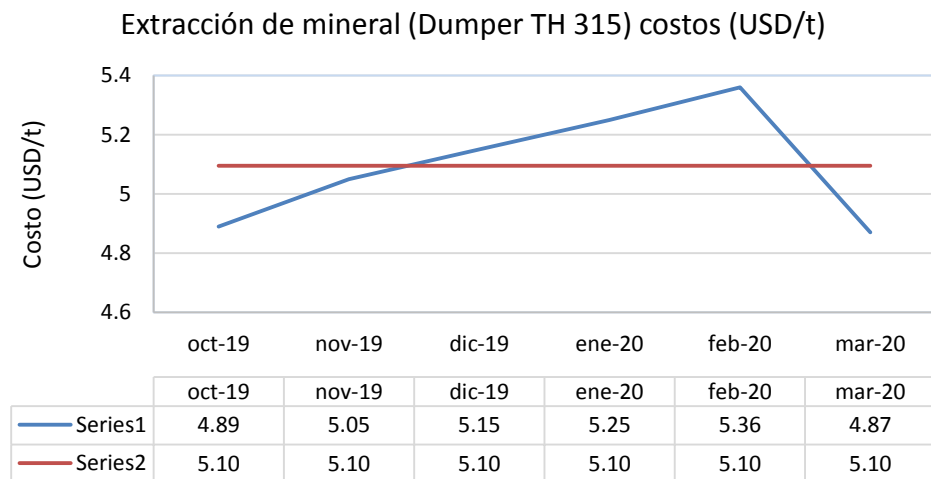


Figura 7. Línea base de costos de extracción de mineral con Dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

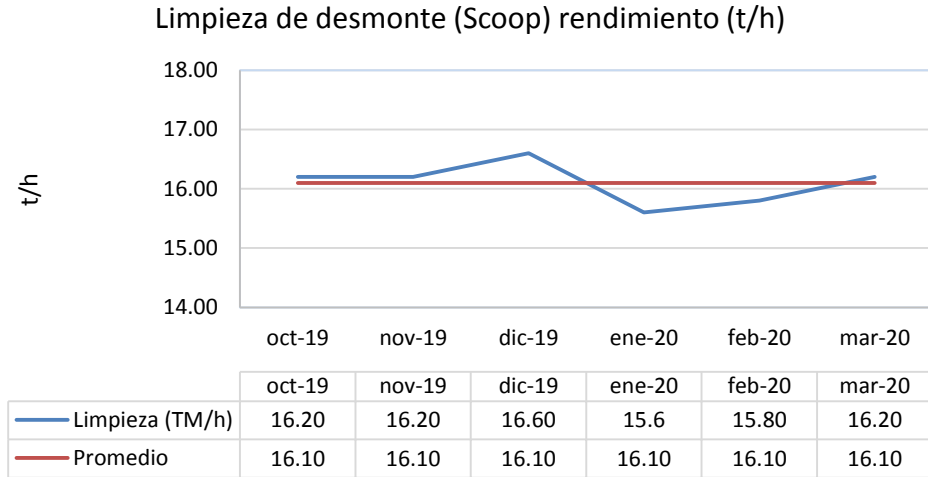


Figura 8. Línea base de rendimiento (t/h), limpieza de desmonte con scoop LHD203

Fuente: Elaboración propia

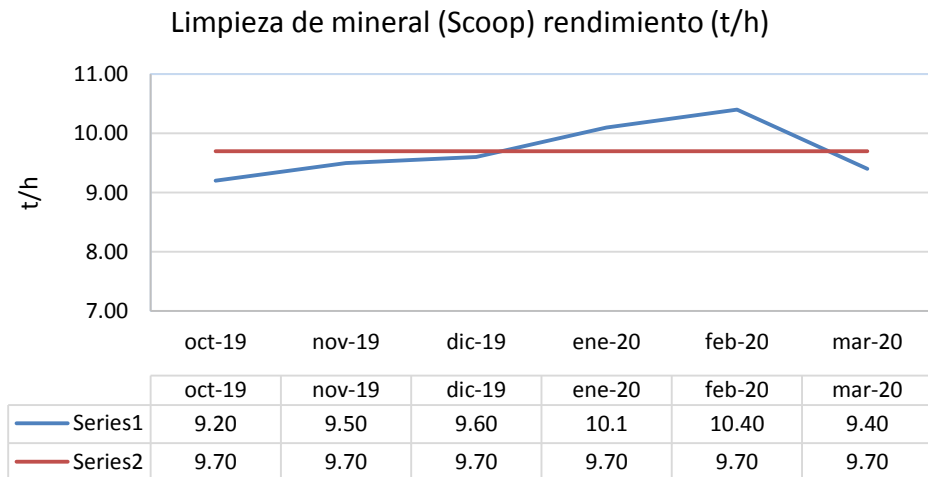


Figura 9. Línea base de rendimiento (t/h), limpieza de mineral con scoop LHD 203

Fuente: Elaboración propia

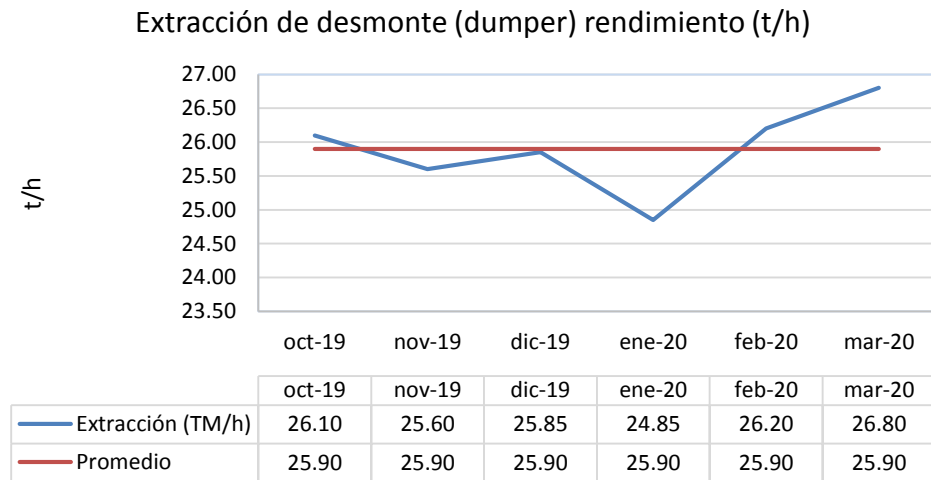


Figura 10. Línea base de rendimiento (t/h), extracción desmonte con dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

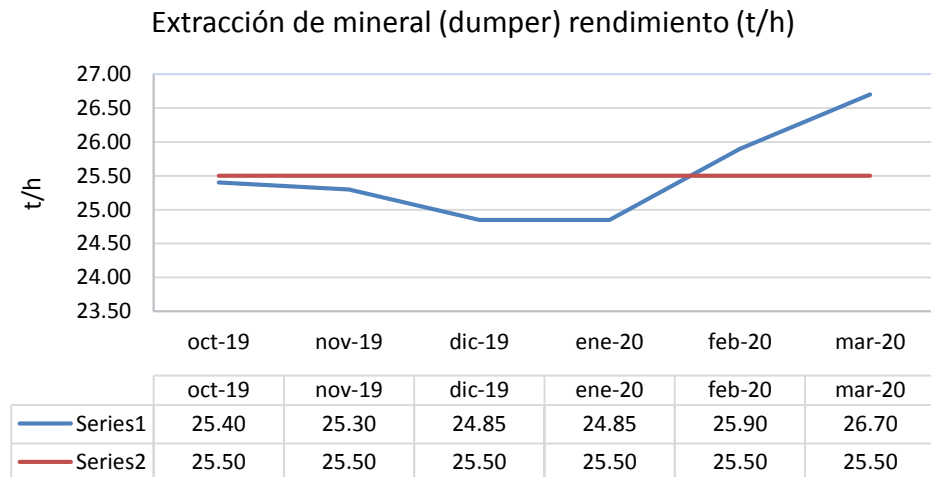


Figura 11. Línea base de rendimiento (t/h), extracción de mineral con dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento de vías



Figura 12. Vía con charcos de agua (lado izquierdo), mantenimiento de vías con ripeado y ribeteo de cunetas (lado derecho).

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Mantenimiento de vías colocación de rejillas de drenaje.

Fuente: Elaboración propia

Datos obtenidos después de mantenimiento de vías

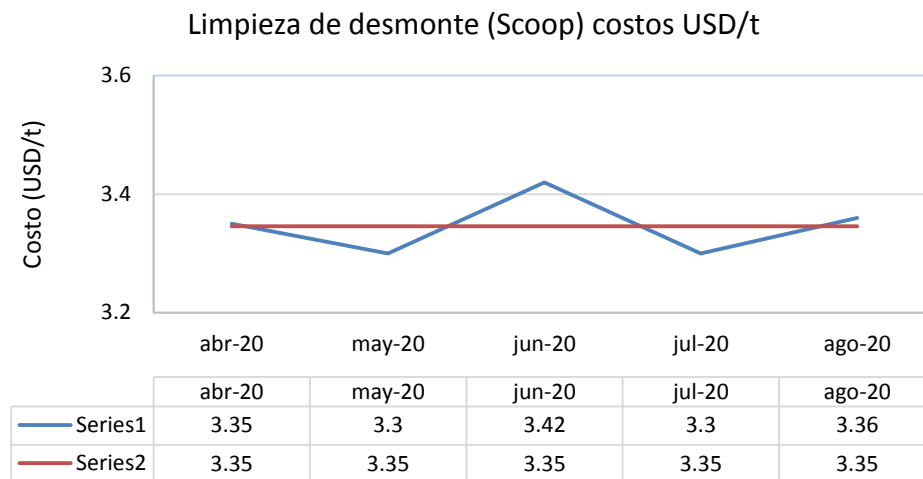


Figura 14. Costos de limpieza de desmonte con Scoop después de arreglo de vías.

Fuente: Elaboración propia

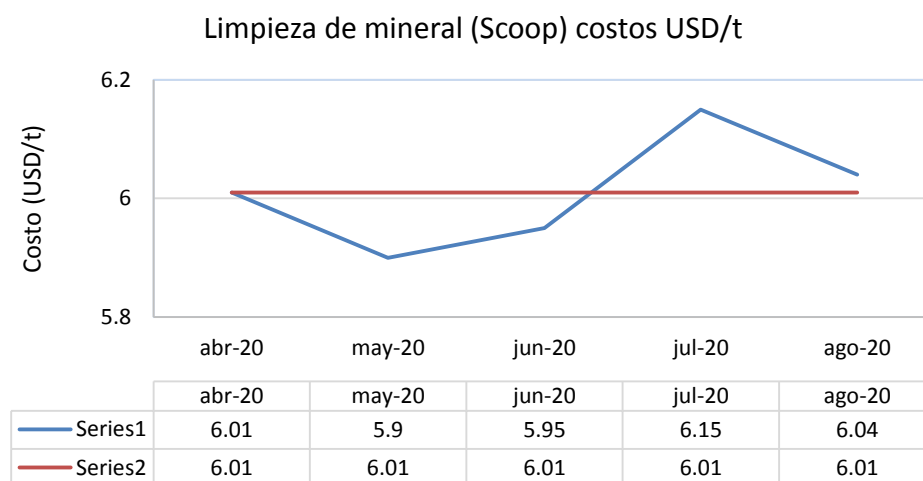


Figura 15. Costos de limpieza de mineral con Scoop después de arreglo de vías.

Fuente: Elaboración propia

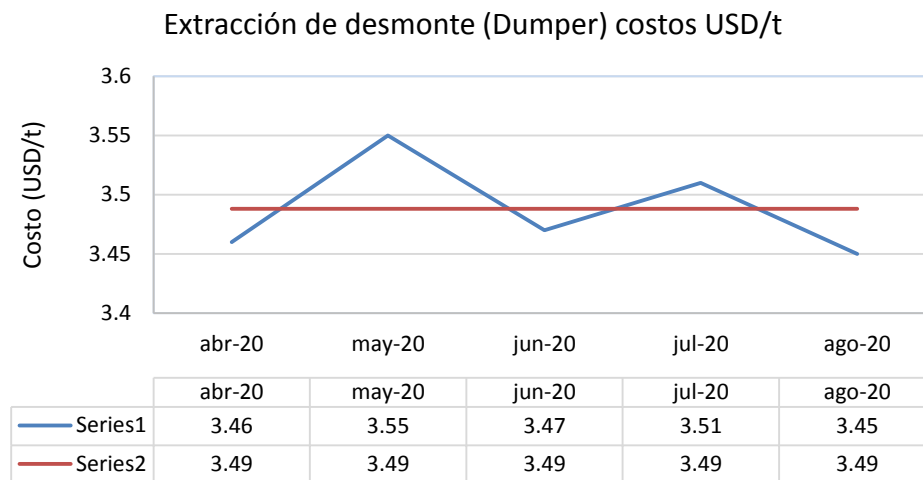


Figura 16: Costos de extracción de desmonte con Dumper después de arreglo de vías

Fuente: Elaboración propia

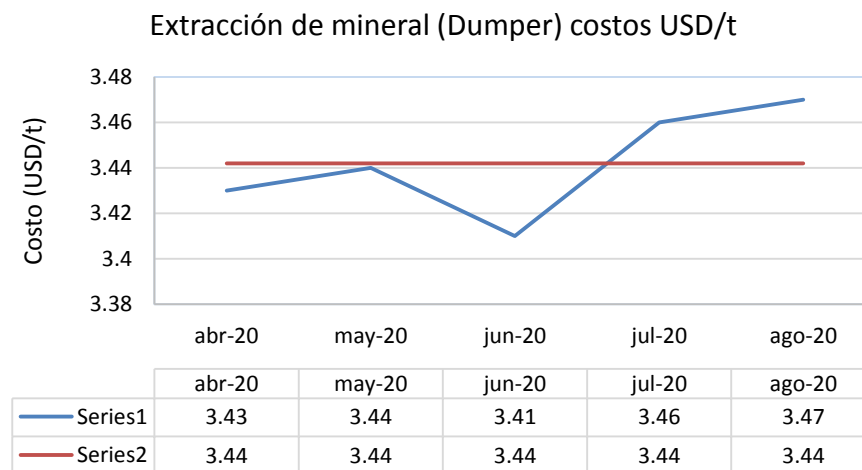


Figura 17. Costos de extracción de desmonte con Dumper después de arreglo de vías.

Fuente: Elaboración propia

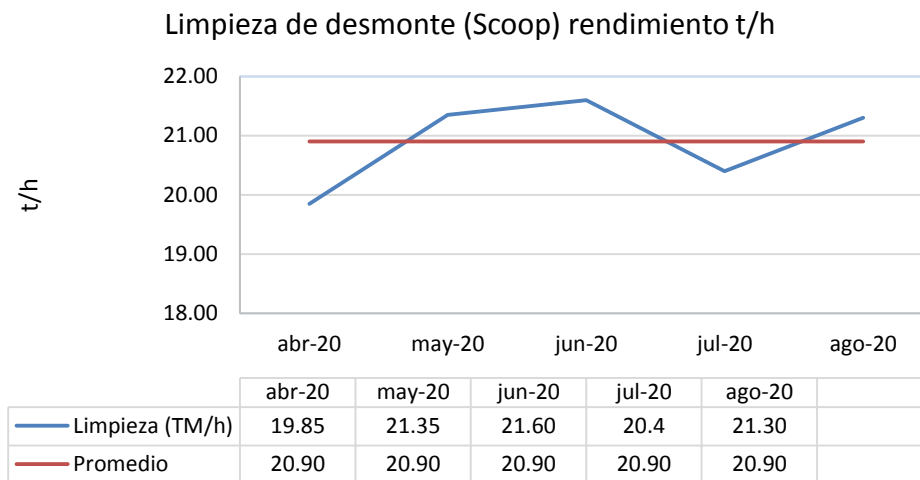


Figura 18. Rendimiento de Scoop LHD 203 en limpieza de desmonte. (t/h), después de arreglos de vías.

Fuente: Elaboración propia

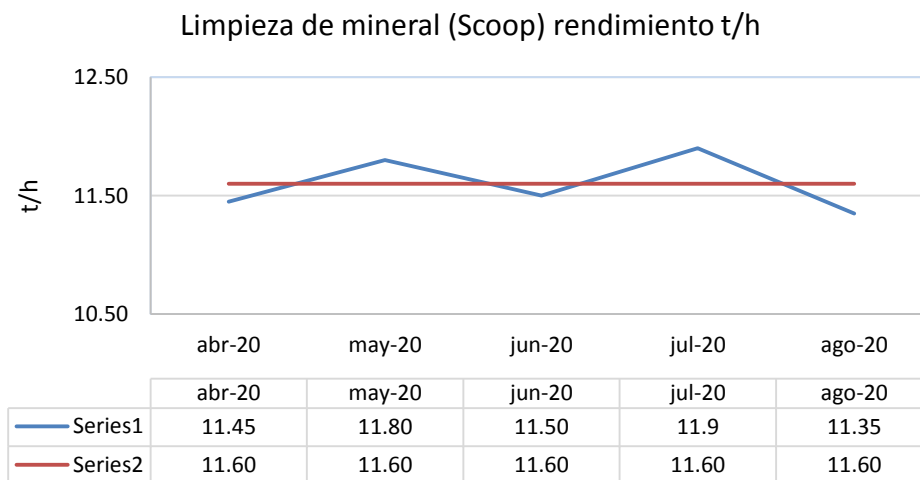


Figura 19. Rendimiento de Scoop LHD 203 en limpieza de mineral. (t/h), después de arreglos de vías.

Fuente: Elaboración propia

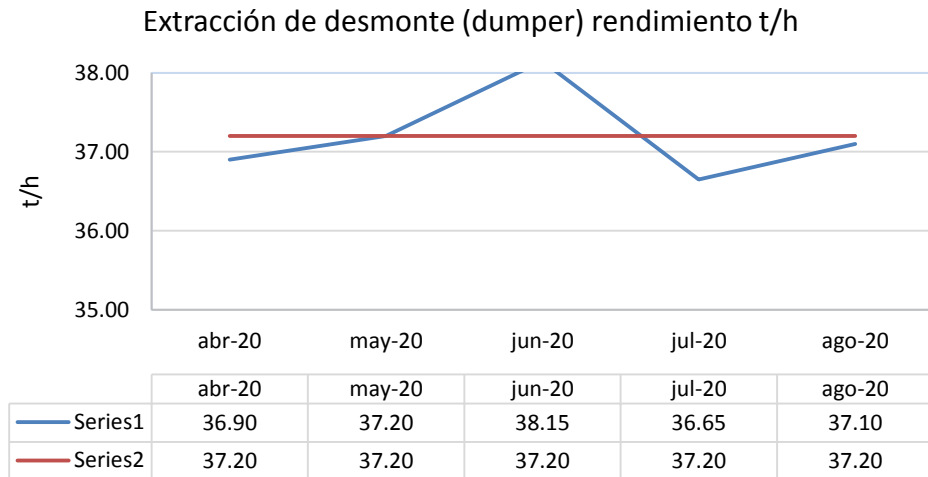


Figura 20. Rendimiento de extracción de desmonte Dumper, t/h, después de arreglos de vías

Fuente: Elaboración propia

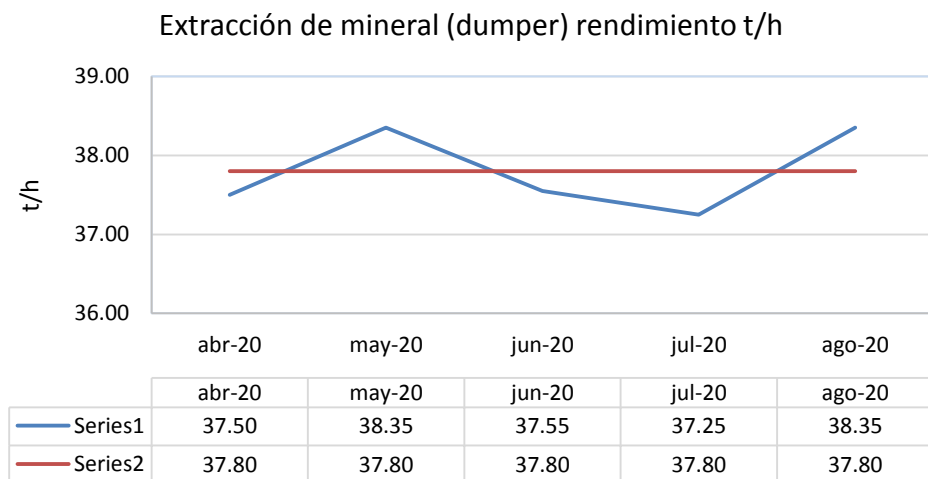


Figura 21. Rendimiento de extracción de mineral Dumper, t/h, después de arreglos de vías.

Fuente: Elaboración propia

Comparación de promedios obtenidos antes y después de la aplicación de los controles implementados en mantenimiento de vías.

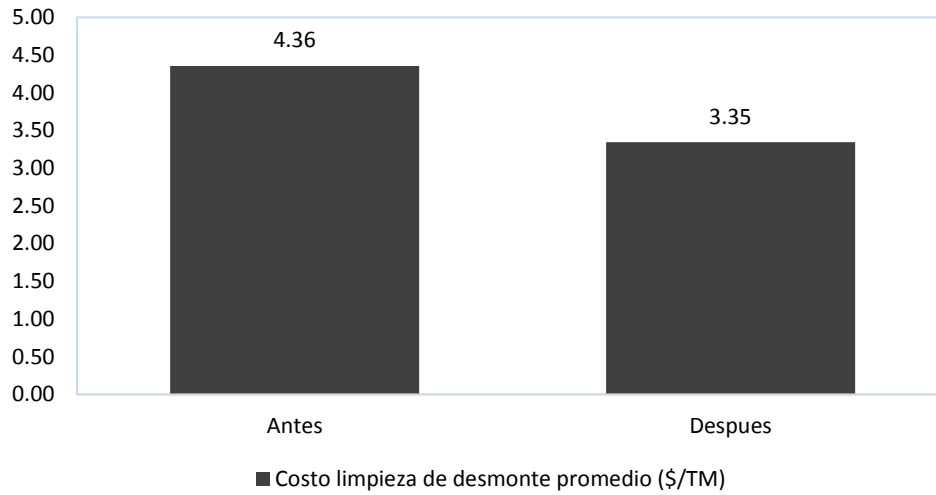


Figura 22. Comparación de costos (USD/t) promedio obtenidos en la etapa de limpieza de desmonte con Scoop LHD 203

Fuente: Elaboración propia

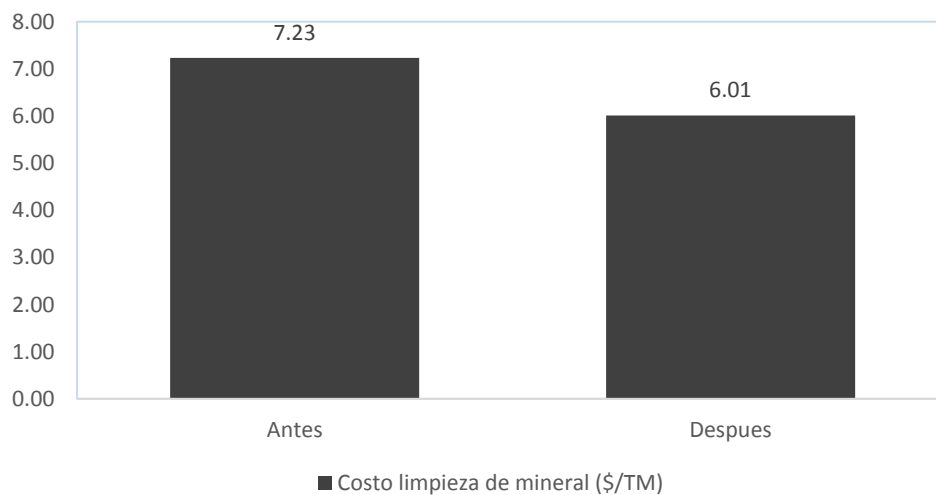


Figura 23. Comparación de costos (USD/t) promedio obtenidos en la etapa de limpieza de mineral con Scoop LHD 203

Fuente: Elaboración propia

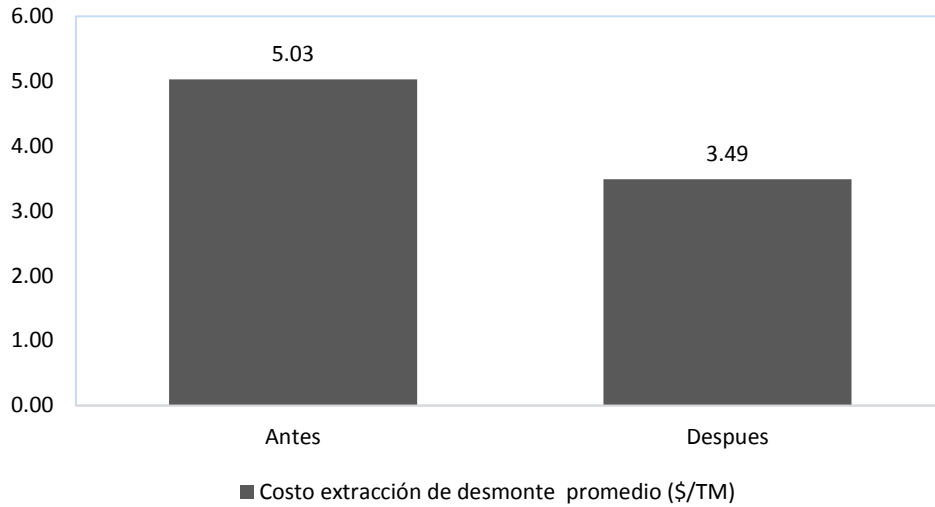


Figura 24. Comparación de costos promedio (USD/t) obtenidos en la etapa de extracción de desmante con dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

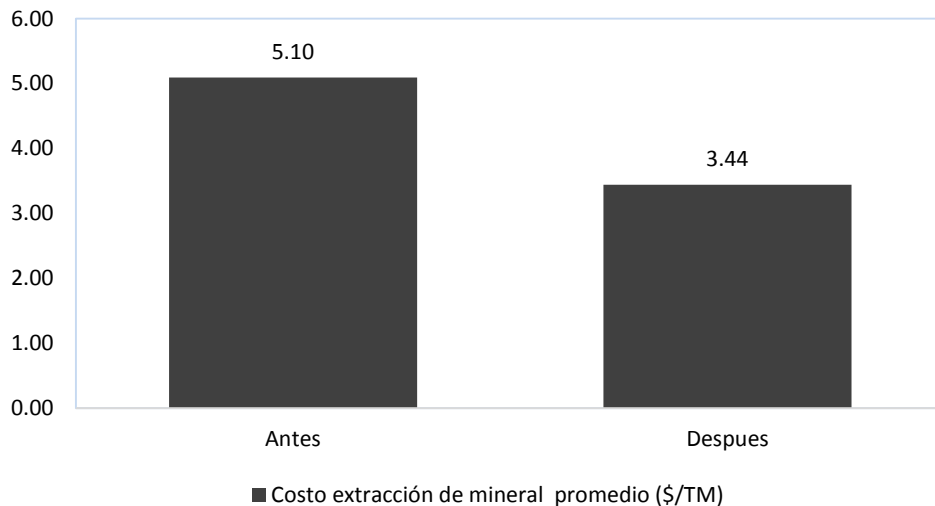


Figura 25: Comparación de costos promedio (\$/TM) obtenidos en la etapa de extracción de mineral con dumper TH 315

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Ahorro en limpieza de desmante con Scoop LHD 203

Tonelaje de desmante por hora (t/h) antes	16,10
Tonelaje de desmante por hora (t/h) después	20,90
Tonelaje de desmante por hora (t/h) incremento	4,80
Costo de Scoop LHD 203 ((USD/t) antes	4,36
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t) después	3,35
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t) ahorro	1,01
Costo de Scoop LHD 203, 2h/turno, ahorro (USD/t/mes)	2533,08

Tabla 17

Ahorro en limpieza de mineral con Scoop LHD 203

Tonelaje de mineral por hora (t/h) antes	9,70
Tonelaje de mineral por hora (t/h) después	11,60
Tonelaje de mineral por hora (t/h) incremento	1,90
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t) antes	7,23
Costo de Scoop LHD 203 (USD/t) después	6,01
Costo de Scoop LHD (USD/t) ahorro	1,22
Costo de Scoop LHD 203, 6 h/turno, ahorro (USD/t/mes)	3396,5

Tabla 18

Ahorro en extracción de desmante con Dumper TH 315

Tonelaje de desmante por hora (t/h) antes	25,9
Tonelaje de desmante por hora (t/h) después	37,2
Tonelaje de desmante por hora (t/h) incremento	11,3
Costo de Dumper TH 315 (USD/t) antes	5,03
Costo de Dumper TH 315 (USD/t) después	3,49
Costo de Dumper TH 315 (USD/t) ahorro	1,5
Costo de Dumper TH 315, 2 h/turno, ahorro (USD/t/mes)	6874,6

Tabla 19

Ahorro en extracción de mineral con Dumper TH 315

Tonelaje de mineral por hora (TM/h) antes	25.50
Tonelaje de mineral por hora (TM/h) despues	37.80
Tonelaje de mineral por hora (TM/h) incremento	12.30
Costo de Dumper TH 315 (\$/TM) antes	5.10
Costo de Dumper TH 315 (\$/TM) despues	3.44
Costo de Dumper TH 315 (\$/TM) ahorro	1.66
Costo de Dumper TH 315, 2 h/turno, ahorro (\$/TM/mes)	18824.40

Tabla 20

Costo de personal para implementar la limpieza de cunetas y rejillas para mantener las vías en buenas condiciones, trabajan dos horas por turno, es personal de servicios

Personal	Básico	Leyes Soc.	Costo	EPP	Herramientas	Costo	Utilidad	G.G.	Tarea
	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	Parcial	10,0 %	22,9 %	(S/)
Ayudante 1	59.65	79.90	139.55	8.48	2.16	150.19	15.02	34.42	199.63
Ayudante 2	59.65	79.90	139.55	8.48	2.16	150.19	15.02	34.42	199.63

Personal	Básico/ hora	Costo/ hora total	Tasa de cambio	Básico/ hora	Costo/ hora total
	(S/)/h	(S/)/h	1 USD	(USD)/h	(USD)/h
Ayudante 1	7.5	25.0	3.55	2.1	7.0
Ayudante 2	7.5	25.0	3.55	2.1	7.0

Tabla 21

Resumen de ahorros implementados en limpieza y extracción

<u>Ahorros obtenidos</u>	
Ahorro total en limpieza con Scoop LHD 203 (USD/mes)	7627,80
Ahorro total en extracción con Dumper TH 315 (USD/mes)	18169,20
<u>Gastos de implementación</u>	
Costo de personal (2 ayudantes x 2 h, 2 turnos), (USD/mes)	1680,00
Total ahorro (USD/mes)	24117,00

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Según las observaciones en campo, las operaciones con tracklees utilizando scoop LHD 203 para limpieza y extracción con Dumper TH 315, se ha visto perjudicada por diversos factores como son: mal estado de las vías, cunetas deterioradas, presencia de charcos de agua en las vías, vías fangosas, repuestos de mala calidad, llantas en mal estado, esto a propiciado un bajo rendimiento de los equipos de tracklees, además de la disminución de la operatividad de estas labores influyendo notablemente en la producción total de la operación, con costos elevados en USD/t y producción baja en t/h.

Se procedió a realizar el levantamiento de información en campo, luego del cual se ha desarrollado una lluvia de ideas, luego se hizo el diagrama de Pareto donde se identificó al mantenimiento de vías como un factor de mucha importancia en la influencia de la baja producción y por ende el incremento del costo de producción USD/t, se ha presentado la propuesta ante la superintendencia de mina para su aprobación y se procedió a desarrollar el trabajo.

Para determinar la producción y costos se buscó información en los registros de producción (t/h) y costos (USD/t) desde el mes de octubre del 2019 hasta el mes de marzo del 2020, como se muestra desde la figura 4 a la figura 10, en el último mes se hizo controles en campo con mediciones y tiempos de recorrido de los equipos tracklees, como se muestra en la Tabla 8 para el Scoop LHD 203 y la Tabla 9 para el

Dumper TH315, se realizó el mantenimiento de vías en el mes de abril del 2020 como se muestra en las figuras 11 y 12, colocación de rejillas, mantenimiento de cunetas, ribeteo entre otros, y el mantenimiento se realiza todos los turnos por dos horas, con dos ayudantes en cada turno.

En la tabla 10 y 11, se puede observar los datos obtenidos en campo después del mantenimiento de vías, los controles de tiempo para recorrer distancias para limpieza y extracción de desmonte y mineral, con Scoop LHD 203 y Dumper TH 315, respectivamente, se puede observar que los tiempos ha disminuido y por la tanto se ha incrementado la producción en t/h así como los costos USD/t también han disminuido. ahorros significativos en forma mensual.

En cuanto al tiempo empleado antes del mantenimiento de vías en promedio mensual era de 9 minutos para limpieza de desmonte con Scoop LHD 203, para un ciclo de una distancia de recorrido de 250 m y luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 6,10 minutos en promedio, significando una disminución de 2,10 minutos que representa un 23,33 % de disminución de tiempo.

Para la limpieza de mineral con Scoop LHD 203, para un ciclo con una distancia de recorrido de 350 m antes de mantenimiento de vías se tenía un tiempo 14,90 minutos; luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 12,40 minutos, siendo una disminución de 2,50 minutos que representa 16,78 % de disminución de tiempo.

Para la extracción de desmonte con Dumper TH 315, para un ciclo de recorrido con distancia de 1900 m para extracción de desmonte antes del mantenimiento de vías se tenía un tiempo promedio de 27,84 minutos; luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 19,34 minutos, siendo una disminución de 8,50 minutos que representa un 30,53 % de disminución de tiempo.

Para la extracción de mineral con Dumper TH 315, para un ciclo de recorrido con distancia de 1900 m para la extracción de mineral antes del mantenimiento de vías se tenía un tiempo promedio de 28,25 minutos, luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 19,05 minutos, siendo una disminución de 9,20 minutos que representa un 32,57 % de disminución de tiempo.

La disminución de tiempo conlleva a que se genere mayor productividad de los equipos de tracklees, incrementando el tonelaje de producción por hora, en la tabla 16 se puede observar que para la limpieza de desmonte con scoop LHD 203, se incrementa de 16,10 t/h a 20,90 t/h siendo un incremento de 4,80 t/h.

En la tabla 17, se muestra que para la limpieza de mineral con Scoop LHD 203, se incrementa el tonelaje por hora de 9,70 t/h a 11,60 t/h siendo un incremento de 1,90 t/h.

En la tabla 18, se muestra que para la extracción de desmonte utilizando Dumper TH 315, se incrementa el tonelaje por hora de 25,90 t/h a 37,20 t/h, siendo un incremento de 11,30 t/h.

En la tabla 19, se puede observar que para la extracción de mineral utilizando Dumper TH 315, se incrementa el tonelaje de 25,50 t/h a 37,80 t/h, siendo un incremento de 12,30 t/h.

Sobre el incremento de producción se solicitó a la empresa que alquila los equipos que sea 85 % de operatividad para los equipos tracklees, eso conllevó al mantenimiento de los equipos, cambio de llantas entre otros que ocasionaban pérdidas de tiempo.

Los ahorros que se pueden estar generando por el incremento de producción se presentan en la tabla 21, donde se presenta un resumen de los gastos que implica el mantenimiento de vías en forma mensual, de dos ayudantes por turno, siendo 2 horas

de trabajo por cada turno siendo USD 1680,00/mes, de igual forma se presenta los ahorros que se generan por mes en los equipos tracklees, siendo para la limpieza de desmonte y mineral con Scoop LHD 203 USD 7627,80/mes, y para la extracción de desmonte y mineral un ahorro de USD 18 169,20/mes, siendo un total de ahorro por la implementación de mantenimiento de vías en promedio un total de USD 24 117,00 por mes.

También es de tener en cuenta lo descrito por en el resumen (Marín, 2015, p.3), respecto a que, en frentes de carguío con la presencia de altos contenidos de arcillas y finos, en los cuales se llevan a cabo labores de explotación de minerales, en este estudio se evidencia que; en efecto, tales operaciones son menos eficientes, demandándose de mayor tonelaje de material de lastre en época de lluvia, por una cantidad de hasta 7 veces más que lo requerido en época de estiaje. Esta situación, además, propicia hasta un 23,0 % aproximadamente menos de productividad por hora.

Efectivamente la inversión en proyectos mineros es importante en cantidad, y definitivamente requiere rentabilidad económica que de sustento a las operaciones.

En tal sentido, lo descrito por (Álvarez, 2013, p. 95), la industria minera actualmente está sujeta a una demanda impropcedente por sus productos. A nivel mundial, la economía minera está en un estado de grandes cambios. Oportunidades de ventas y precios que están continuamente incrementando. Rentabilidades están a niveles que no se han visto en décadas. El capital está altamente invertido en exploración, desarrollo y expansión de recursos, respecto al valor económico necesario que debe

existir y con el trabajo desarrollado en la empresa, se ha podido implementar cambios, generar ahorros que son significativos para la empresa, desde el control de la operatividad de los equipos, con controles de tiempo para las distancias establecidas, el mantenimiento de vías que influye de forma significativa en la productividad de los equipos, debido a menos paradas de mantenimiento por cambio de llantas, caída de fragmentos de rocas del dumper debido a los huecos por la filtración de agua y falta de mantenimiento de cunetas, que obstruyen el paso de los equipos o que provocan un gasto acelerado de llantas y pérdidas de tiempo, por lo cual es importante seguir realizando seguimiento a la productividad de los equipos tracklees para seguir en la mejora continua.

4.2. Conclusiones

Se evaluó los costos de limpieza y acarreo mecanizado determinando que para optimizar los costos es necesario hacer un mantenimiento de las vías de transporte, al hacerlo se logró disminuir los costos de limpieza y extracción con equipos tracklees Scoop LHD 203 y Dumper TH 315 en la empresa de mediana minería en estudio ubicada en la región La Libertad.

En cuanto al tiempo promedio para limpieza de desmonte con Scoop LHD 203, era de 9 minutos para un ciclo de una distancia de recorrido de 250 m y luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 6,10 minutos en promedio, significando una disminución de 2,10 minutos que representa un 23,33 % de disminución de tiempo.

En la evaluación de tiempo para la limpieza de mineral con Scoop LHD 203, para un ciclo con una distancia de recorrido de 350 m antes de mantenimiento de vías fue de 14,90 minutos y después fue de 12,40 minutos, siendo una disminución de 2,50 minutos que representa 16,78 %.

Para la extracción de desmonte y mineral con Dumper TH 315, para un ciclo de recorrido con distancia de 1900 m antes del mantenimiento de vías tenía un tiempo promedio de 27,84 y 28,25 minutos respectivamente; luego del mantenimiento de vías el tiempo disminuyó a 19,34 y 19,05 minutos, siendo una disminución de 8,50 y 9,20 minutos que representa un 30,53 % y 32,57 % respectivamente.

Se determinó el costo unitario para cada equipo tracklees antes de implementar cambios, siendo para el equipo Scoop LHD 203 USD 4,36/t y USD 7,23/t para desmonte y mineral respectivamente, para el equipo Dumper TH 315 USD 5,03/t y USD 5,10/t para desmonte y mineral respectivamente; luego de la implementación de mantenimiento vías los costos unitarios disminuyeron siendo: para el equipo Scoop LHD 203 USD 3,35/t y USD 6,01/t para desmonte y mineral respectivamente, para el equipo Dumper TH 315 el costo unitario USD 3,49/t y USD 3,44/t para desmonte y mineral respectivamente.

Con respecto a la producción al hacer un análisis de 6 meses en promedio se tenía antes de implementar los cambios de 16,10 t/h y 9,70 t/h para limpieza de desmonte y mineral respectivamente con scoop LHD 203, y para el equipo Dumper TH 315 se tenía 25,90 t/h y 25,50 t/h; luego de la implementación de mantenimiento de vías, la producción se incrementó siendo de 20,90 t/h y 11,60 t/h para limpieza con scoop

LHD 203 de desmonte y mineral respectivamente, y de 37,20 t/h y 37,80 t/h con Dumper TH 315 para extracción de desmonte y mineral respectivamente.

También es importante indicar que producto de esta investigación se logró dar la importancia para aplicar el mantenimiento preventivo de vías de transporte en interior mina, y ahora se cuenta con una cuadrilla fija de personal encargado de realizar esta actividad, el cual en años anteriores no se contaba.

Con respecto a las limitaciones, dado la pandemia pro Covid 19, al terminar según el cronograma de investigación, que correspondía a evaluación de tiempos de extracción limpieza y determinar donde aplicar según el diagrama de Pareto los cambios necesarios, correspondió al mes de marzo y abril empezar con los controles y cambios, dado que se siguió trabajando en forma atípica y al estar en forma permanente por tres meses seguidos afectó en parte en poder implementar adecuadamente más cambios, limitándonos al mantenimiento de vías que no implicaba mucho personal y que sin embargo permitió demostrar que genera ahorros.

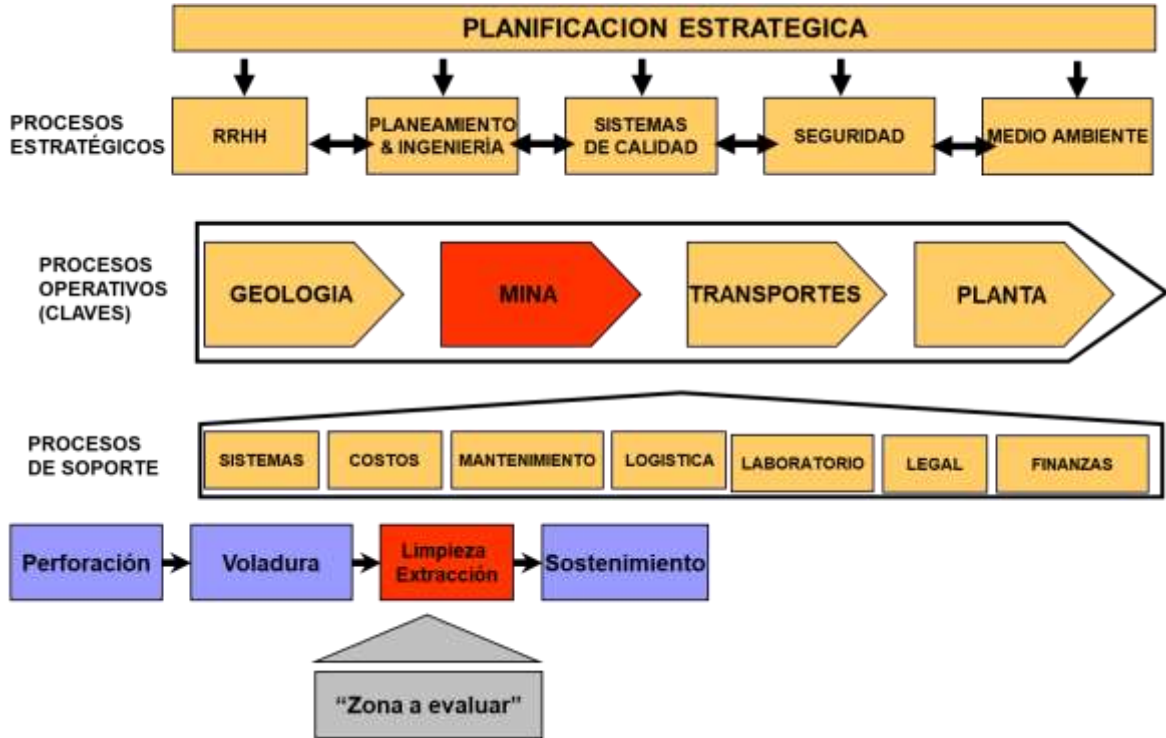
REFERENCIAS

- Alva, I. (2004). Estudio de Optimización de Costos de Operación de una flota de Scooptrams en una Mina Subterránea. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/743>
- Alvarez, R. (2013). Incidencia de la operatividad financiera y Económica en la gestión de las empresas del Sector minero. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2585>
- Baldeon, Z. (2011). Gestión en las Operaciones de Transporte y Acarreo para el incremento de la Productividad en CIA. Minera Condestable S.A. [tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/897>
- Curo, D. (2009). Evaluación del Siclo de Acarreo y Transporte en Mina Subterránea. [Modalidad de suficiencia profesional, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4070>
- Cruz, O. (2007). Fundamentos de los sistemas de costos. Guyana. Consultado el 21 de octubre de 2020.
<https://es.scribd.com/doc/51772300/Fundamentos-de-Los-Sistemas-de-Costo>
- Jáuregui, O. (2009). Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura. [tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/696>
- Marín, C. (2016). Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, Minera Yanacocha, Perú, 2015. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú]. Repositorio Institucional URI
<http://hdl.handle.net/11537/7559>

- Prokopenko, J. (1989). La gestión de la productividad. Manual práctico. Ginebra. Organización internacional del trabajo. Consultado el 21 de octubre de 2020.
https://mega.nz/#!/CEoDRBKQ!6kiOzzY5ZgPCb2K3uOPY_QjdIT2UhhvGsg4vdsTN6k
- Quispe, W. (2017). Optimización de costos de acarreo con equipo mecanizado en la Unidad Minera Tambomayo Cía. de Minas Buenaventura Arequipa. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Perú]. Repositorio Institucional URI <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4070>
- Ventura, J. (2019). Gestión de tiempos en las operaciones de acarreo con equipo LHD para la evaluación de costos unitarios en explotación de la UEA San Cristóbal de minera Bateas, Caylloma - Arequipa 2017. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac. Perú]. Repositorio Institucional URI <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBABA/820>
- Villanueva, E. (2019). Análisis de los precios unitarios de la galería 200, Nivel 4350 proyecto immaculada 4 CIEMSA. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Perú]. Repositorio Institucional URI <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12438>

ANEXOS

ANEXO 1. Planificación estratégica



ANEXO 2. Tabla de selección de tema a evaluar en base a problemática

		Selección del Tema							Total
		Matriz de Multivotación para identificar el problema a evaluar							
Item	Problemas								
1	Exceso consumo de petróleo								
2	Mal estado de las vías								
3	Repuestos de mala calidad								
4	Malas condiciones de llantas								
5	Altos costos en las actividades de Limpieza y extracción								
6	Bajo rendimiento de los Equipos Trackles								
7	Bajo rendimiento de la mano de obra								
8	Altos accidentes e incidentes de los Equipos trackles								
9	Cunetas en mal estado								
10	Falta cámaras de carguio								
11	Falta implementar con herramientas a los equipos trackles								

ANEXO 3. Diagrama de Pareto para identificar los defectos

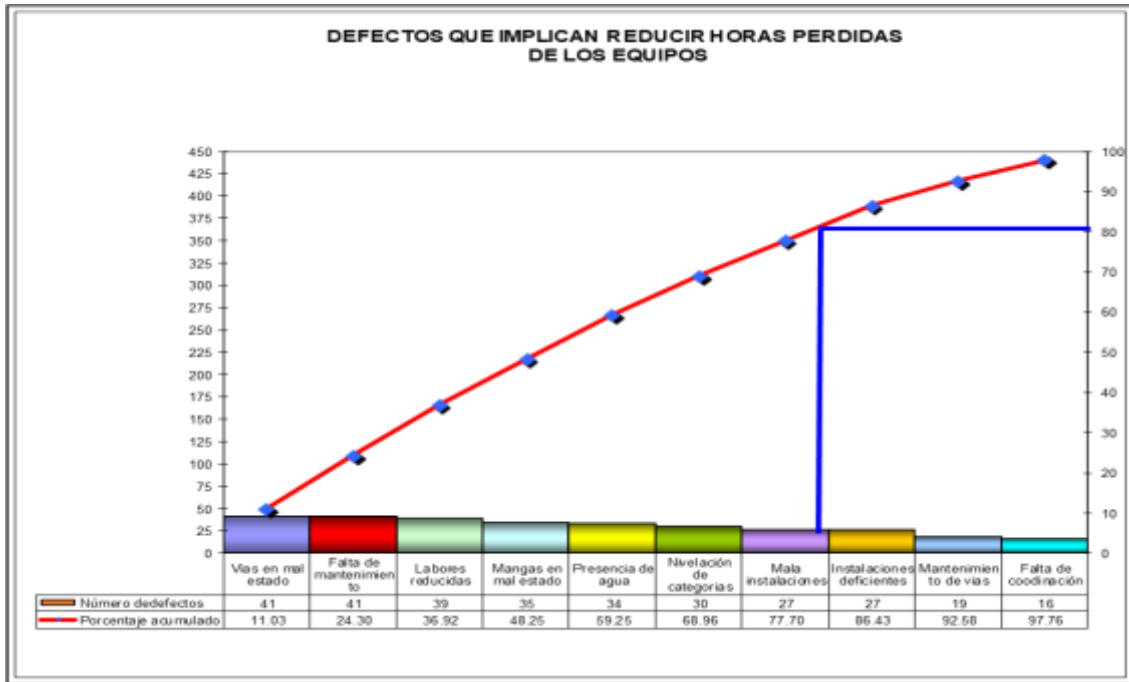


Figura A3: Diagrama de Pareto para identificar defectos de importancia.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4. Diagrama de Gantt con planificación de actividades

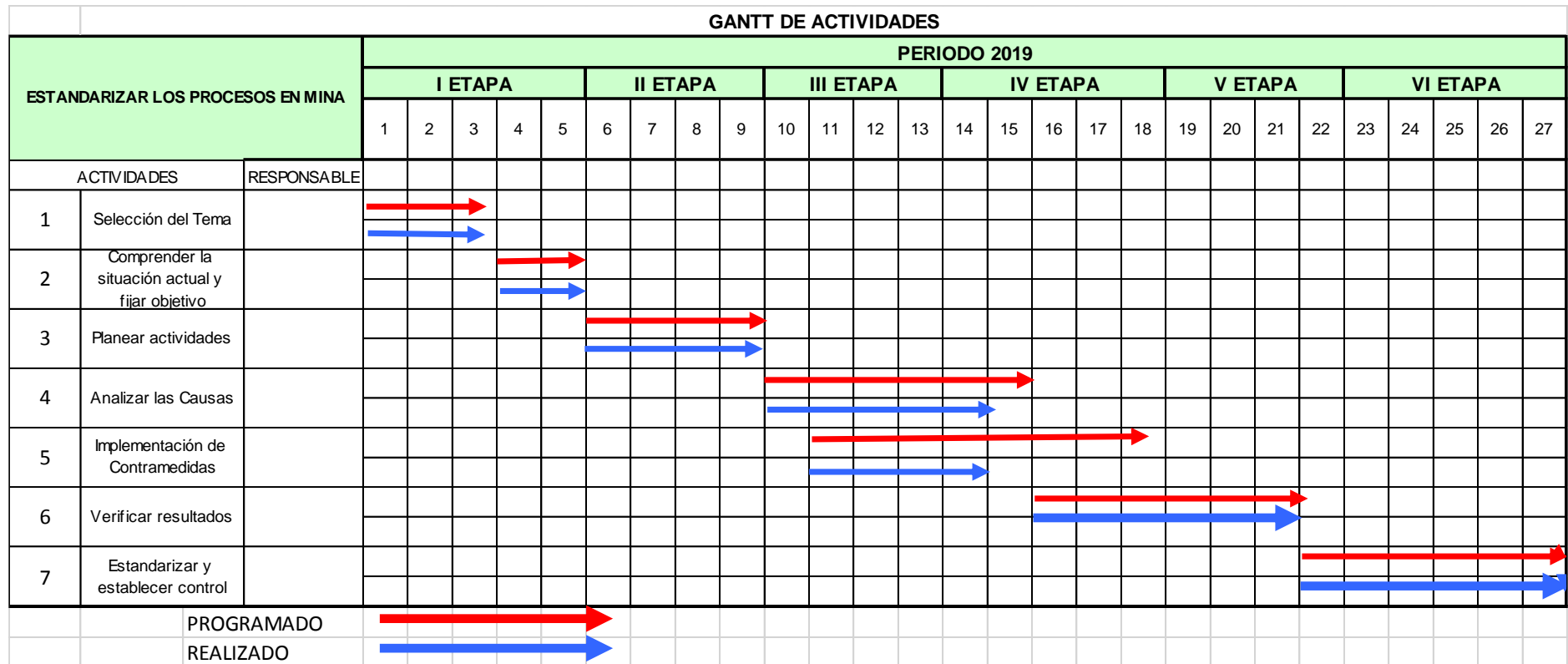


Figura A4. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. Diagrama de Gantt con planificación de actividades

Formato de verificación de defectos semanal																						
DIAS		Lunes			Martes			Miercoles			Jueves			Viernes			Sabado			Domin.		
Nombre de Labor																						
Item	Defectos																					
1	Vías en mal estado																					
2	Falta mantenimiento Cunetas																					
3	Labores reducidas																					
4	Mangas mal ubicadas																					
5	Presencia de Agua																					
6	Mala instalación de tubería agua y aire																					
7	Instalaciones eléctricas mal ubicadas																					
8	Tacos en mal estado																					
9	Mantenimiento de equipo incompleto																					
10	Combustible mezclado con agua																					
11	Charcos de agua en la vía																					
12	Falta mantenimiento Vías.																					

Figura A5. Formato de verificación de defectos.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6. Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

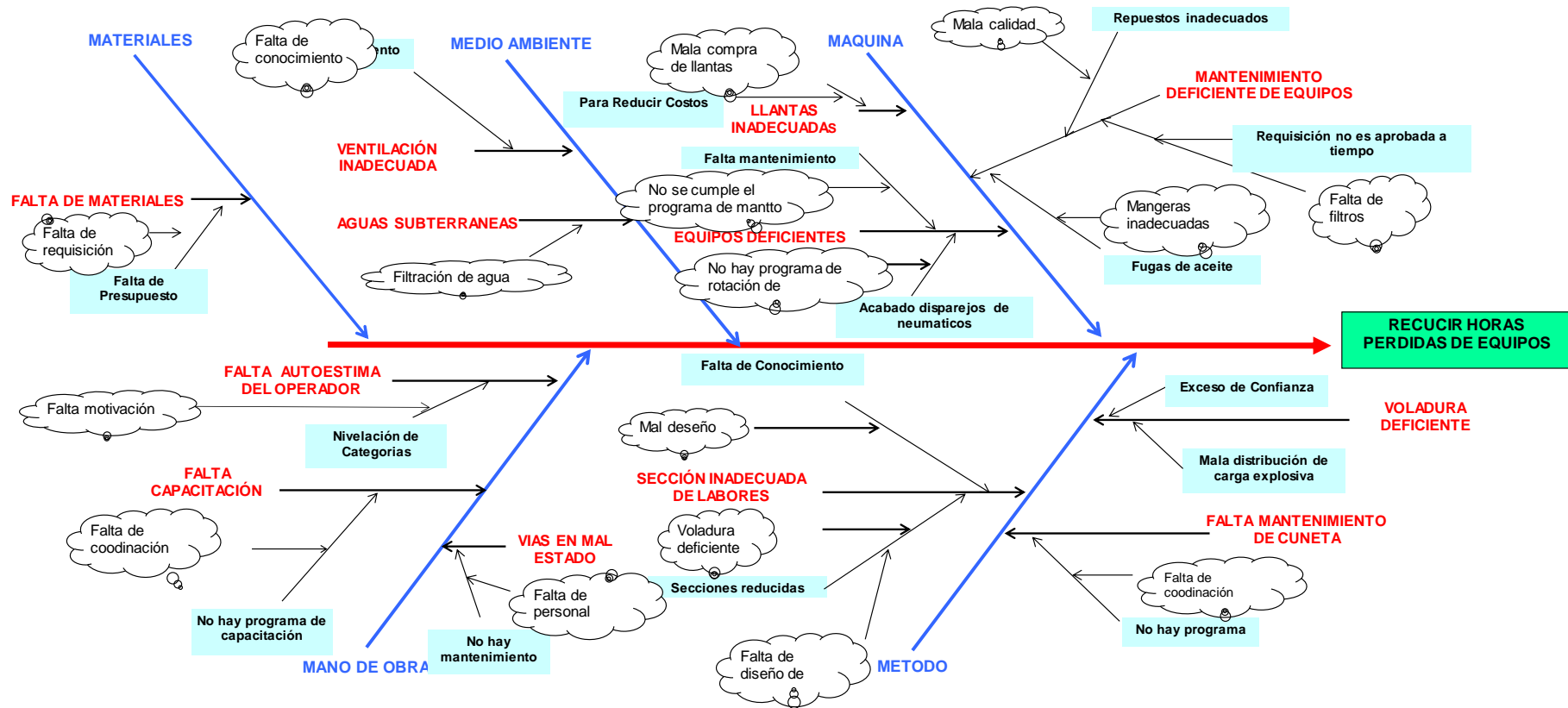


Figura A6. Diagrama de causa y efecto de Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7. Cronograma de actividades de mantenimiento de vías y cuneta en labor de trabajo de la investigación

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO VIAS Y CUNETAS				
ACTIVIDADES	DIAS	TIEMPO	MATERIAL	RESPONSABLES
Raspado, relleno, colpa y limpieza de cuneta	Martes, Jueves y Sábado	2 horas por guardia	Dos viajes por semana	Jefes de Guardia

CAMPAÑA DE MANTENIMIENTO DE VÍA

Área		Labor		Equipos y herramientas a utilizar
Fecha de mantenimiento o de vía				
Inspector				

Item	Nivel	Labor	Pto. De referencia	Personal	Firma	Descripción del trabajo realizado	Observaciones

Jefe de turno

Capataz

ANEXO 8. Promedios de costos en limpieza con scoop LHD 203

Tabla A8.1

Costo de limpieza de desmonte antes de mantenimiento de vías

Costo limpieza	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Limpieza (USD/t)	4.52	4.6	4.45	4.55	4.2	4.36
Promedio	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36

Tabla A8.2

Costo de limpieza de mineral antes de mantenimiento de vías

Costo limpieza	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Limpieza (USD/t)	7.35	7.12	7.21	7.62	6.98	7.11
Promedio	7.23	7.23	7.23	7.23	7.23	7.23

Tabla A8.3

Costo de limpieza desmonte después de mantenimiento de vías

Costo limpieza	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Limpieza (USD/t)	3.35	3.3	3.42	3.3	3.36
Promedio	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35

Tabla A8.4

Costo de limpieza de mineral después de mantenimiento de vías

Costo limpieza	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Limpieza (USD/t)	6.01	5.9	5.95	6.15	6.04
Promedio	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01

Tabla A8.5

Diferencia en costo de limpieza desmonte después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia de ahorro
Costo limpieza de desmonte promedio (USD/t)	4,36	3,35	1,01

Tabla A8.6

Diferencia en costo de limpieza de mineral después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia de ahorro
Costo limpieza de mineral promedio (USD/t)	7,23	6,01	1,22

ANEXO 9. Promedios de costos en extracción con dumper TH 315

Tabla A9.1

Costo de extracción de desmonte antes de mantenimiento de vías

Costo extracción	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Extracción (USD/t)	4.87	5.21	4.95	4.86	5.14	5.13
Promedio	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03

Tabla A9.2

Costo de extracción de mineral antes de mantenimiento de vías

Costo extracción	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Extracción (USD/t)	4.89	5.05	5.15	5.25	5.36	4.87
Promedio	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10	5.10

Tabla A9.3

Costo de extracción de desmonte después de mantenimiento de vías

Costo extracción	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Extracción (USD/t)	3.46	3.55	3.47	3.51	3.45
Promedio	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49

Tabla A9.4

Costo de extracción de desmonte después de mantenimiento de vías

Costo extracción	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Extracción (USD/t)	3.43	3.44	3.41	3.46	3.47
Promedio	3.44	3.44	3.44	3.44	3.44

Tabla A9.5

Diferencia en costo de extracción de desmonte después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia de ahorro
Costo extracción de desmonte promedio (USD/t)	5,03	3,49	1,54

Tabla A9.6

Diferencia en costo de extracción de mineral después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia de ahorro
Costo extracción de mineral promedio (USD/t)	5,10	3,44	1,65

ANEXO 10. Promedios de producción (t/h) en limpieza con scoop LHD 203

Tabla A10.1

Producción de limpieza desmonte (t/h) antes de mantenimiento de vías

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Limpieza (t/h)	16.20	16.20	16.60	15.6	15.80	16.20
Promedio	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10	16.10

Tabla A10.2

Producción de limpieza de mineral (t/h) antes de mantenimiento de vías

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Limpieza (t/h)	9.20	9.50	9.60	10.1	10.40	9.40
Promedio	9.70	9.70	9.70	9.70	9.70	9.70

Tabla A10.3

Producción de limpieza de desmonte (t/h) después de mantenimiento de vías

Meses	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Limpieza (t/h)	19.85	21.35	21.60	20.4	21.30
Promedio	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90

Tabla A10.4

Producción de limpieza de mineral (t/h) después de mantenimiento de vías

Meses	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Limpieza (t/h)	11.45	11.80	11.50	11.9	11.35
Promedio	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60

Tabla A10.5

Diferencia en producción de limpieza de desmonte (t/h) después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia
Limpieza promedio (t/h)	16,1	20,9	4,8

Tabla A10.6

Diferencia en producción de limpieza de mineral (t/h) después de mantenimiento de vías

	Antes	Después	Diferencia
Limpieza promedio (t/h)	9,7	11,6	1,9

ANEXO 11. Promedios de extracción con dumper TH 315

Tabla A11.1

Costo de extracción de desmonte con dumper TH 315 antes de mantenimiento de vías

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Extracción (t/h)	26.10	25.60	25.85	24.85	26.20	26.80
Promedio	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90	25.90

Tabla A11.2

Costo de extracción de mineral con dumper TH 315 antes de mantenimiento de vías

Meses	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20
Extracción (t/h)	25.40	25.30	24.85	24.85	25.90	26.70
Promedio	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50	25.50

Tabla A11.3

Costo de extracción desmonte con dumper TH 315 después de mantenimiento de vías.

Meses	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Extracción (t/h)	36.90	37.20	38.15	36.65	37.10
Promedio	37.20	37.20	37.20	37.20	37.20

Tabla A11.4

Costo de extracción de mineral con dumper TH 315 después de mantenimiento de vías.

Meses	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
Extracción (t/h)	37.50	38.35	37.55	37.25	38.35
Promedio	37.80	37.80	37.80	37.80	37.80

Tabla A11.5

Diferencia en costo de extracción de desmonte después de mantenimiento de vías

	Antes	después	Diferencia
Extracción desmonte promedio (t/h)	25,9	37,2	11,3

Tabla A11.6

Diferencia en costo de extracción de mineral después de mantenimiento de vías

	Antes	después	Diferencia
Extracción mineral promedio (t/h)	25,5	37,8	12,3

ANEXO 12. Costos unitarios

Tabla A12.1

Costos unitarios de limpieza de desmonte con scoop LHD 203

Tonelaje de desmonte por hora (t/h) antes	16,10
Tonelaje de desmonte por hora (t/h) después	20,90
Tonelaje de desmonte por hora (t/h) incremento	4,80
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) antes	4,36
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) después	3,35
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) ahorro	1,01
Costo de Scoop LHD 203, 2h/turno, ahorro (\$/t/mes)	2533,08

Tabla A12.2

Costos unitarios de limpieza de mineral con scoop LHD 203

Tonelaje de mineral por hora (t/h) antes	9,70
Tonelaje de mineral por hora (t/h) después	11,60
Tonelaje de mineral por hora (t/h) incremento	1,90
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) antes	7,23
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) después	6,01
Costo de Scoop LHD 203 (\$/t) ahorro	1,22
Costo de Scoop LHD 203, 6 h/turno, ahorro (\$/t/mes)	3396,50

Tabla A12.3

Costos unitarios de extracción de desmonte con Dumper TH 315

Tonelaje de desmonte por hora (t/h) antes	25,9
Tonelaje de desmonte por hora (t/h) después	37,2
Tonelaje de desmonte por hora (t/h) incremento	11,3
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) antes	5,03
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) después	3,49
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) ahorro	1,5
Costo de Dumper TH 315, 2 h/turno, ahorro (\$/t/mes)	6874,60

Tabla A12.4

Costos unitarios de extracción de mineral con Dumper TH 315

Tonelaje de mineral por hora (t/h) antes	25,50
Tonelaje de mineral por hora (t/h) despues	37,80
Tonelaje de mineral por hora (t/h) incremento	12,30
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) antes	5,10
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) despues	3,44
Costo de Dumper TH 315 (\$/t) ahorro	1,66
Costo de Dumper TH 315, 2 h/turno, ahorro (\$/t/mes)	18824,40

Tabla A12.5

Ahorros obtenidos por implementación de controles y mantenimiento de vías para limpieza y extracción con equipo tracklees

Ahorro total en limpieza con Scoop LHD 203 (\$/mes)	7627,8
Ahorro total en extracción con Dumper TH 315 (\$/mes)	18169,2
Gastos de implementación	
Costo de personal (2 ayudantes x 2 h, 2 turnos), (\$/mes)	1680
Total ahorro (\$/mes)	24117,00

ANEXO 13. Reducción de tiempos en limpieza y extracción

Tabla A13.1

Reducción de tiempo en limpieza de desmonte con Scoop LHD 203

Limpieza de desmonte Scoop antes de arreglo de vías (min)	9
Limpieza de desmonte Scoop después de arreglo de vías (min)	6,9
Reducción de tiempo (min)	2,1
Reducción de tiempo en limpieza de desmonte (%)	23,33

Tabla A13.2

Reducción de tiempo en limpieza de mineral con Scoop LHD 203

Limpieza de mineral Scoop antes de arreglo de vías (min)	14,9
Limpieza de mineral Scoop después de arreglo de vías (min)	12,4
Reducción de tiempo (min)	2,5
Reducción de tiempo en limpieza de mineral (%)	16,78

Tabla A13.3

Reducción de tiempo de extracción de desmonte con Dumper TH 315

Extracción de desmonte Dumper antes de arreglo de vías (min)	27,84
Extracción de desmonte Dumper después de arreglo de vías (min)	19,34
Reducción de tiempo (min)	8,5
Reducción de tiempo en extracción de desmonte (%)	30,53

Tabla A13.3

Reducción de tiempo de extracción de mineral con Dumper TH 315

Extracción de mineral Dumper antes de arreglo de vías (min)	28,25
Extracción de mineral Dumper después de arreglo de vías (min)	19,05
Reducción de tiempo (min)	9,2
Reducción de tiempo en extracción de mineral (%)	32,57

ANEXO 14. Encuestas a personal

Encuestas		
Cargo	Nombre	Comentarios de problemas
Operadores	Op. 1	Tiempo en la limpieza excesivo
	Op. 2	Pardas de equipos en exceso
	Op. 3	Carga por la vía
	Op. 4	Agua por la vía
	Op. 5	Tiempo en la limpieza excesivo
	Op. 6	Carga por la vía
	Op. 7	Carga por la vía
Perforistas	Pf. 1	Muy tarde lo entregan la labor limpia
	Pf. 2	Muy tarde lo entregan la labor limpia
Capataz	Cp. 1	Viene en cierto los equipos no se abastecen

Matriz de votación									
Items	Problemas	Op. 1	Op. 2	Op. 3	Op. 4	Op. 5	Op. 6	Op. 7	Total
1	Reducir horas perdidas en los equipos	5	5	5	4	4	4	5	32
2	Mal estado de las vías	4	2	4	4	4	3	2	23
3	Repuestos de mala calidad	3	4	4	4	4	3	2	24
4	Neumáticos de mala calidad	3	3	4	4	4	3	3	24
5	Altos costos en las actividades de limpieza y extracción	4	3	2	4	3	2	3	21
6	Bajo rendimiento de los equipos	4	5	5	4	3	4	5	30
7	Bajo rendimiento de la mano de obra	3	4	3	3	4	3	3	23
8	Altos Accidentes e incidentes en los equipos	4	3	2	4	3	4	4	24
9	Cunetas en mal estado	3	2	3	2	2	3	2	17
10	Falta cámaras de carguío	3	3	3	3	4	2	2	20
11	Falta de implementación de herramientas en los equipos	2	2	2	3	3	3	3	18


Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15. Validación de instrumento de medición por experto

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del validador:** VEGA GONZÁLEZ JUAN ANTONIO
- 1.2. **Grado Académico:** Dr. En Ciencias e Ingeniería
- 1.3. **Institución donde labora:** Universidad Nacional de Trujillo
- 1.4. **Especialidad del validador:** Ing. Metalurgista
- 1.5. **Título de la investigación:** "EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN MECANIZADO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE MINADO DE UNA MEDIANA MINERA DE LA LIBERTAD, 2019."
- 1.6. **Nombre del Instrumento:** MATRIZ DE DOCUMENTO
VARIABLE 1: Evaluación de la etapa de limpieza
VARIABLE 2: Evaluación de la etapa de extracción
- 1.7. **Autores del Instrumento:**
Carhuapoma Díaz Niwel Cremer
Gervacio Marquina Santos Wilmer

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE LIMPIEZA Y EXTRACCIÓN MECANIZADO PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE MINADO DE UNA MEDIANA MINERA DE LA LIBERTAD, 2019"			
Línea de investigación:	Minería subterránea-costos			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Evaluación de la etapa de limpieza y extracción			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias: ---				
Nombre completo: Juan Antonio Vega González DNI: 18212091 Profesión: Ing. Metalurgista Grado: Dr. En Ciencias e Ingeniería				 Firma del Experto

MATRIZ DE DOCUMENTO

MATRIZ DE DOCUMENTO			
ITEN	PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACION
1	¿Se deben reducir horas perdidas en los equipos?		
2	¿Están en mal estado de las vías?		
3	¿Los equipos tienen repuestos de mala calidad?		
4	¿Tienen bajo rendimiento los equipos?		
5	¿Bajo rendimiento de la mano de obra?		
6	¿Altos Accidentes e incidentes en los equipos?		
7	¿Las cunetas están en mal estado?		

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Universidad Privada del Norte 05/02/2020

DNI. N°: 18212091

N° CIP: 79515

Teléfono N°: 949163034

ANEXO 16. Registro fotográfico



a) Vías sin cunetas con problemas de anegamiento



b) Vías en mal estado



c) Equipos tracklees



d) Equipo tracklees: Scoop LHD 203 (LI) y Dumper TH 315 (LD)