

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingeniería Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería de Minas



Cálculo de los costos horarios de posesión y operación según la metodología CAT de los equipos de carguío y acarreo de mineral para la revisión y renegociación de los contratos de alquiler de equipos, en la Compañía Minera Kolpa S.A.C.

Tesis presentada por el Bachiller:

Torres Acevedo, Kirvin Elmer

ORCID: 0009-0003-6012-8305

para optar el título profesional de Ingeniero de Minas

Asesora:

Mg. Delgado Ponce, María Azucena

ORCID: 0000-0003-4183-2180

Arequipa- Perú

2024

DICTAMEN DE APROBACIÓN

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA DE MINAS

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 26 de Octubre del 2023

Dictamen: 007743-C-EPIM-2023

Visto el borrador del expediente 007743, presentado por:

2014203861 - TORRES ACEVEDO KIRVIN ELMER

Titulado:

**CÁLCULO DE LOS COSTOS HORARIOS DE POSESIÓN Y OPERACIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA
CAT DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO DE MINERAL PARA LA REVISION Y
RENEGOCIACION DE
LOS CONTRATOS DE ALQUILER DE EQUIPOS, EN LA COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A.C.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29569057 - CASTILLO CACERES CESAR PIO
DICTAMINADOR**



**01231603 - REATEGUI ORDOÑEZ FULTON CARLOS PASTOR
DICTAMINADOR**



**40859499 - BERNEDO TITO EDWIN JOSE
DICTAMINADOR**



Cálculo de los costos horarios de posesión y operación según la metodología CAT de los equipos de carguío y acarreo de mineral para la revisión y renegociación de los contratos de alquiler de equipos,

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

3

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

1%

1%

★ Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

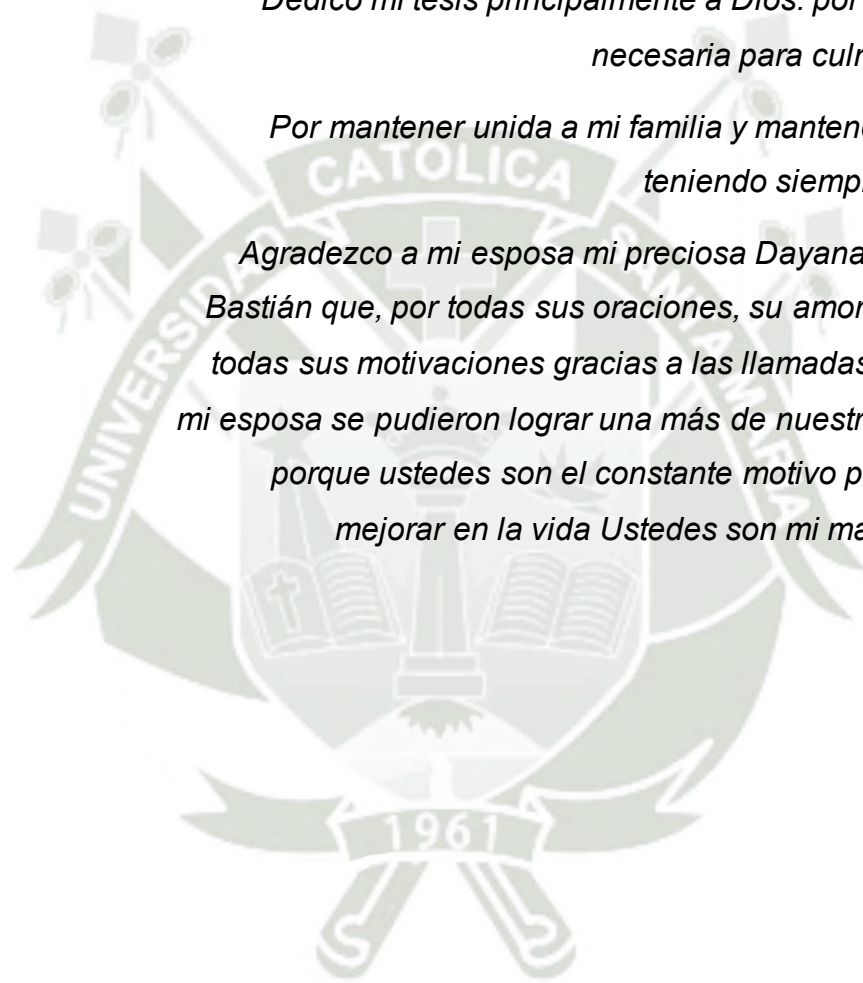
Apagado

DEDICATORIA

*Dedico mi tesis principalmente a Dios. por darme la fuerza
necesaria para culminar esta meta.*

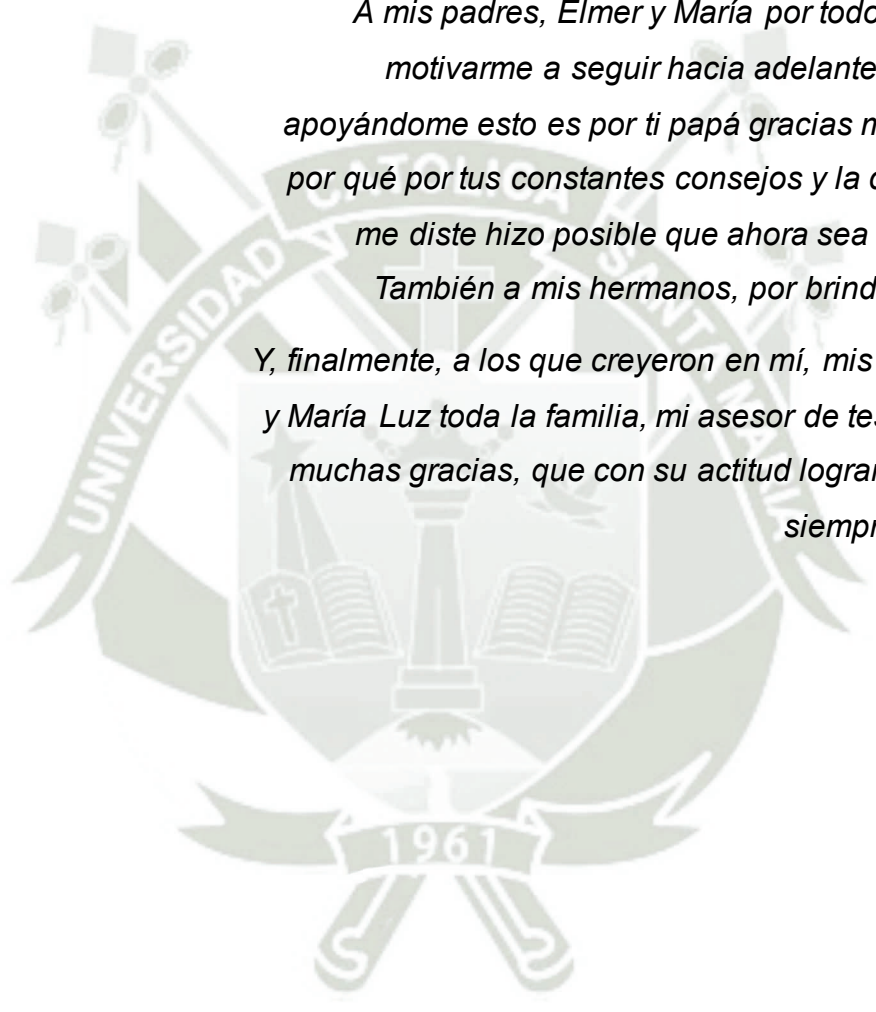
*Por mantener unida a mi familia y mantenernos con salud
teniendo siempre temor a Dios.*

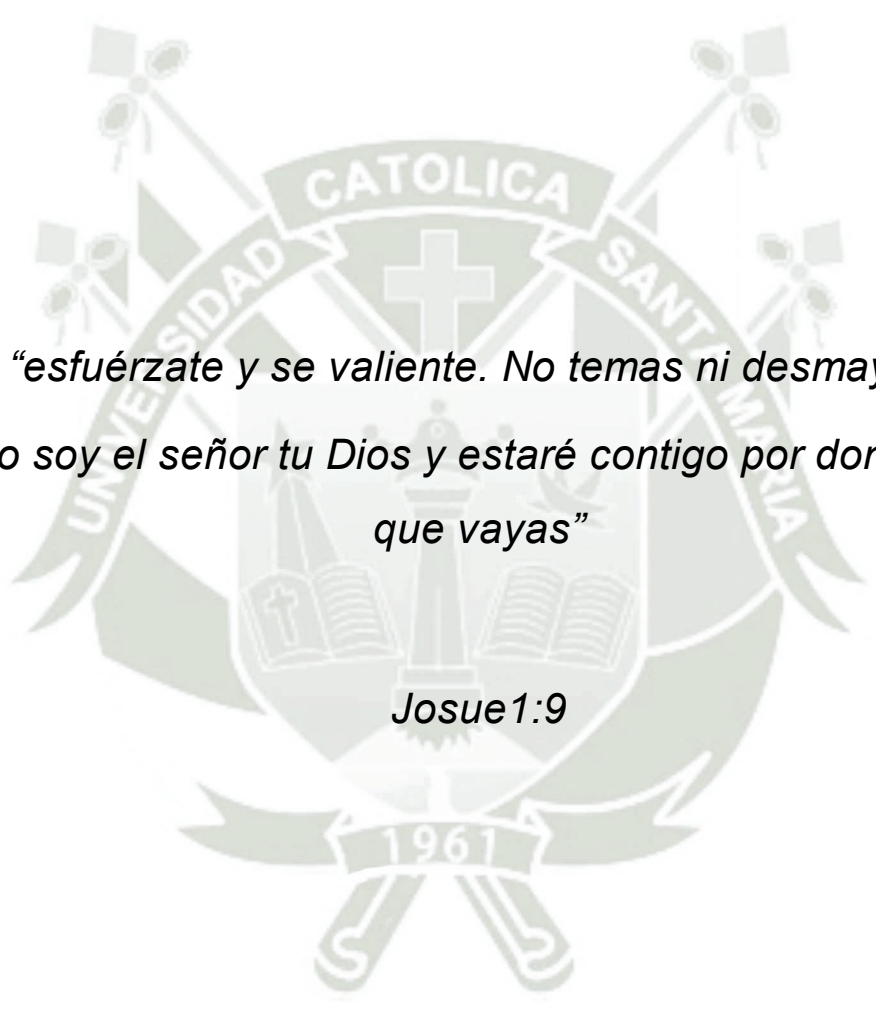
*Agradezco a mi esposa mi preciosa Dayana a mi hijo mi rey
Bastían que, por todas sus oraciones, su amor demostrado en
todas sus motivaciones gracias a las llamadas de atención de
mi esposa se pudieron lograr una más de nuestros metas juntos
porque ustedes son el constante motivo por el cual busco
mejorar en la vida Ustedes son mi mayor inspiración.*



AGRADECIMIENTO

A mis padres, Elmer y María por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante, papá siempre apoyándome esto es por ti papá gracias muchas gracias por qué por tus constantes consejos y la dedicación que me diste hizo posible que ahora sea un profesional. También a mis hermanos, por brindarme su apoyo Y, finalmente, a los que creyeron en mí, mis suegros Fredy y María Luz toda la familia, mi asesor de tesis Ing. gracias muchas gracias, que con su actitud lograron que tomará siempre más impulso



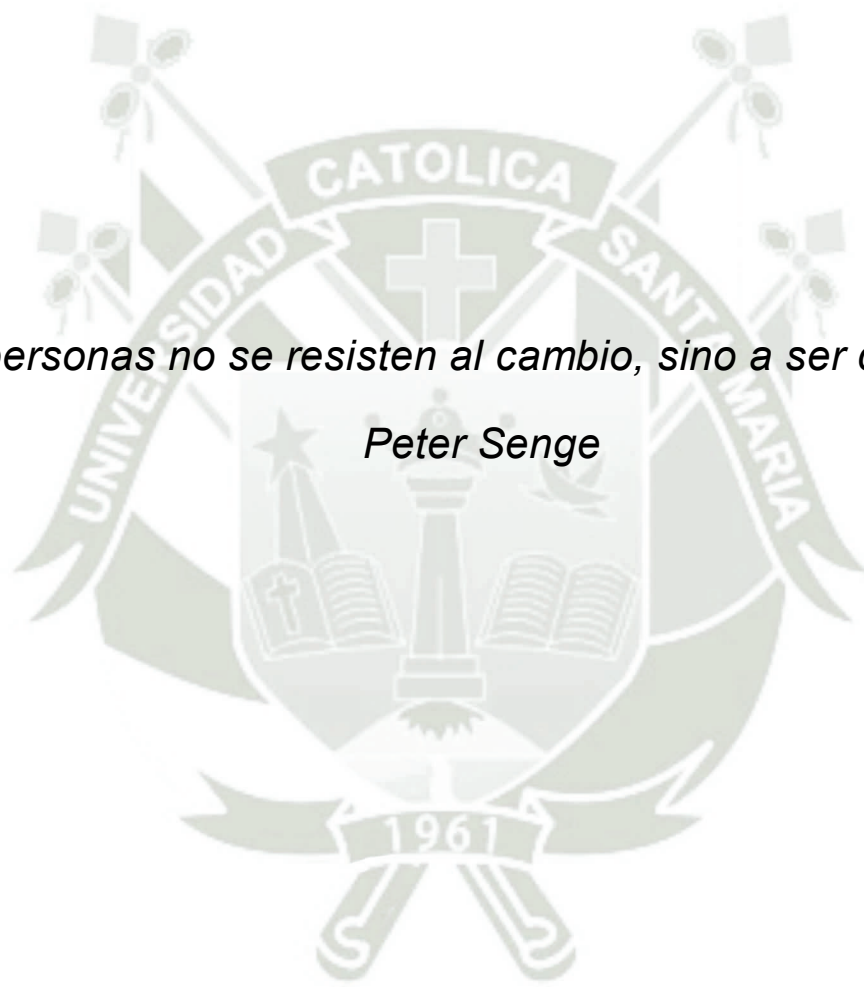


*“esfuérzate y se valiente. No temas ni desmayes,
que yo soy el señor tu Dios y estaré contigo por donde quiera
que vayas”*

Josue 1:9

“Las personas no se resisten al cambio, sino a ser cambiadas”

Peter Senge



RESUMEN

Esta investigación nace como resultado de responder a la siguiente pregunta:

¿Son adecuados los precios que se cobran, por el alquiler de equipos de carguío y acarreo? Contestar correctamente esta pregunta es del todo importante, ya que las empresas mineras al contratar los servicios de empresas contratistas como es el caso de MCEISA, puede que esté perdiendo progresiva y sistemáticamente dinero por exceso, al pagar montos insulsos, esto se vuelve peor aún ya que los pagos se realizan cada mes y por años, si a esto consideramos que el cobro no solo se hace por un equipo sino por varios equipos, el problema es más amplio de lo que parece.

De la misma manera sucede con una empresa contratista, ya que, al no contar con una correcta estructura de precios unitarios producto de un mal análisis de los mismos puede acarrear que la empresa contratista pierda dinero por defecto, a esto se debe añadir que una empresa contratista minera alquila varios equipos (en el caso de MCEISA, siete en total) por cada mes.

Dada la importancia de contar una adecuada estructura de precios unitarios, tanto para la empresa minera como para la empresa contratista urge la necesidad de analizar los precios unitarios por medio de una metodología practica y ampliamente aceptada como lo es, la metodología CAT, por medio de esta metodología se analizaron los precios unitarios aplicados por contrato, entre la compañía minera Kolpa S.A. y la empresa contratista minera MCEISA, una vez realizado este análisis se procedió a contrastar los precios unitarios para identificar las variaciones y a partir de allí conocer los montos de dinero excedidos en pagos y cobros.

Palabras claves: Caterpillar, costo, precio.

ABSTRACT

This research was born as a result of answering the following question: Are the prices charged for the rental of loading and haulage equipment adequate? Answering this question correctly is of all importance, since mining companies when contracting the services of contractors such as MCEISA, may be losing progressively and systematically excess money, when paying insular amounts, this becomes even worse since payments are made every month and for years, if we consider that the payment is not only made by one team but by several teams, the problem is broader than it seems.

In the same way it happens with a contractor company, because, not having a correct structure of unit prices product of a bad analysis of them can lead the contractor lose money by default, to this should be added that a mining contractor rents several equipment (in the case of MCEISA, seven in total) per month.

Given the importance of an adequate unit price structure for both the mining company and the contractor, the need to analyse unit prices through a practical and widely accepted methodology is urgent, the CAT methodology, by means of this methodology, the unit prices applied by contract were analysed between the mining company Kolpa S.A. and the mining contractor MCEISA, once this analysis was carried out, the unit prices were contrasted to identify the variations and from there to know the amounts of money exceeded in payments and collections.

Key words: Caterpillar, cost, price.

ÍNDICE

DICTAMEN DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I.....	2
1. Aspectos generales	2
1.1. Compañía Minera Kolpa S.A.	2
1.2. Reseña histórica de la Compañía Minera Kolpa S.A.....	2
1.3. Ubicación y accesibilidad	3
1.4. Mineralogía	5
1.5. Relieve.....	6
1.6. Clima y vegetación	6
1.7. Hidrografía y drenaje	7
1.8. Geología regional	7
1.8.1. Rocas sedimentarias mesozoicas	7
1.8.2. Rocas ígneas extrusivas	8
1.8.3. Rocas ígneas intrusivas	9
1.9. Geomorfología local	9
1.10. Geología estructural.....	10
1.11. Geología económica	11

1.12. Operaciones mineras	12
1.13. Método de explotación.....	13
1.14. Empresa Contratista Minera Mceisa	14
1.15. Equipos de la Compañía Minera Kolpa	14
1.15.1. Mantenimiento de equipos de carguío y acarreo	15
1.15.2. Disponibilidad mecánica	15
1.15.3. Utilización operativa.....	16
1.15.4. Capacidad de cuchara	17
CAPÍTULO II.....	20
2. Consideraciones metodológicas.....	20
2.1. Planteamiento del problema	20
2.2. Formulación del problema	22
2.3. Objetivos de la investigación	22
2.3.1. Objetivos generales	22
2.3.2. Objetivos específicos	22
2.4. Justificación del proyecto	23
2.5. Alcance.....	23
2.6. Metodología	24
2.7. Hipótesis general	25
2.8. Identificación y clasificación de variables.....	25
2.9. Variable independiente	25
2.10. Variable dependiente	26
2.11. Operacionalización de las variables	26
2.12. Procedimiento de investigación	27
2.13. Método de investigación.....	27
2.14. Diseño de investigación.....	28
2.15. Población	28

2.16. Muestra	28
CAPITULO III	30
3. Estado del arte.....	30
3.1. Antecedentes.....	30
3.1.1. Antecedentes nacionales	30
3.1.2. Antecedentes internacionales	34
3.2. Bases teóricas.....	37
3.2.1. Costo	37
3.2.2. Metodología NTP Nro. 035- 2010	37
3.2.3. Metodología Komatsu	37
3.2.4. Metodología Caterpillar	38
3.2.5. Comparativo entre metodología.....	37
3.2.6. Estimación de la vida útil de los neumáticos de las unidades de acarreo	47
3.2.7. Costo de reparación.....	48
3.2.8. Piezas de desgaste especiales.....	49
3.2.9. Sueldo por hora de operador.....	49
3.3. Definiciones de términos usados	49
CAPITULO VII.....	55
4. Análisis de precios unitarios.....	55
4.1. Scoop CAT R1600H	55
4.2. Características operativas	55
4.3. Características técnico - económicas.....	56
4.4. Metodología Caterpillar para el SCOOP EQ 023	57
4.5. SCOOP MS 019.....	58
4.6. Características operativas	58
4.7. Características técnico - económicas.....	58
4.8. Metodología Caterpillar para el SCOOP MS 019	59

4.9. Costos de operación y posesión de los diversos equipos	61
4.10. Análisis estadístico	62
4.11. Punto de equilibrio	62
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
Referencias Bibliográficas.....	71
ANEXOS	76



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acceso y ubicación de la compañía minera Kolpa.....	5
Figura 2. Porcentaje de la disponibilidad mecánica.....	16
Figura 3. Utilización operativa	17
Figura 4. Consumo de combustible en mina subterránea para equipos LHD.....	44
Figura 5. Zonas de desgaste en neumáticos.....	47
Figura 6. Zonas de desgaste en neumáticos.....	48
Figura 7. Costos de operación y posesión	61
Figura 8. Desviación estándar.....	64
Figura 9. Diferencia de precio- Desviación estándar.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la reserva de mineral	12
Tabla 2. Lista de equipos disponibles.....	15
Tabla 3. Performance equipos carguío (Scoop) - 2022 MCEISA.....	15
Tabla 4. Costos OPEX y CAPEX y costos de Operación y Posesión	25
Tabla 5. Operacionalización de las variables	26
Tabla 6. Tabla resumen de las diferencias entre metodologías.....	39
Tabla 7. Características operativas	55
Tabla 8. Características técnico – económicas.....	56
Tabla 9. Características operativas	58
Tabla 10. Características técnicos- económicas.....	59
Tabla 11. Costos de operación y posesión	61
Tabla 12. Diferencia de los costos	62
Tabla 13. Análisis estadístico	62
Tabla 14. Cálculo de desviación.....	63
Tabla 15. Precio unitario	64
Tabla 16. Pérdida total	65

INTRODUCCIÓN

La empresa contratista minera Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. (MCEISA), se dedica a prestación de servicios mineros a lo largo de nuestro país también cuenta con más de 20 años en este rublo. Actualmente viene desarrollando trabajos de preparación y desarrollo de labores mineras, así como el alquiler de equipos de acarreo y carguío para la compañía minera Kolpa S.A.

Es justamente en este tipo de servicio referentes al alquiler de equipos que surgen preguntas concernientes a la aplicación de precios de alquiler, como, por ejemplo: ¿Los precios de alquiler son los más adecuados? ¿Qué metodología se aplicó para calcular los precios de alquiler? ¿Por qué es importante revisar los precios de alquiler de los contratos? Sin lugar a dudas contestar estas interrogantes son fundamentales dado que las respuestas originadas conllevarán a la revisión, aplicación y/o modificación de los precios de alquiler de tal manera que se puedan evitar pérdidas económicas las cuales perjudican a la empresa minera Kolpa S.A.

Siendo así, esta tesis pretende dar respuestas a estas preguntas entre otras más, además de proporcionar las bases necesarias para aplicar en la revisión de los precios de alquiler en los contratos de otras empresas, esto sin el objetivo de perjudicar a ninguna empresa contratista minera ni de beneficiar a la compañía minera Kolpa S.A. sino con el propósito de generar antecedentes necesarios para mejorar la gestión y/u operación de la mina Kolpa S.A. en resumen esta tesis tiene como objetivo base el de aportar a la solución de un problemas que muy bien se puede decir generar conocimiento.





CAPITULO I

1. Aspectos generales

1.1. Compañía Minera Kolpa S.A.

La compañía minera Kolpa S.A. es una empresa con más 70 años de historia en el sector minero nacional. Es una empresa de capitales enteramente nacionales que se dedica a explorar, extraer, tratar y comercializar minerales y concentrados de zinc, plomo y cobre.

La capacidad instalada de la planta concentradora es de 1440 TMS por día y puede procesar 43000 TMS anuales de concentrado de cobre, plomo y zinc. Actualmente cuenta con más de 900 colaboradores, incluyendo a las empresas contratistas.

La empresa cuenta con la mina subterránea llamada Huachocolpa la cual explota minerales polimetálicos de cobre, plomo y zinc, de sus principales yacimientos llamados; "Tatiana", "Elizabeth" y "Bienaventurada". Al término del año 2020 su producción fue de 461721 toneladas métricas secas (kolpa, 2021).

1.2. Reseña histórica de la Compañía Minera Kolpa S.A.

- El historiador Marcos Jiménez de la Espada reporta la presencia de minerales de plata en 1586, en la Mina de Huachocolpa.
- Don Agustín Arias Carrasado, un español, realiza un viaje por la zona en 1920, descubre varios afloramientos y comienza su explotación de manera limitada.
- Antonio Obradovic denuncia las Minas de "Rubio" en 1940 e inicia su explotación, siendo sustituido por su hermano Mateo, quien forma la CIA

Minera Huanca S.A. y construye la planta concentradora y una central hidroeléctrica.

- Risco, E., Freundt V., Escobar, Carlos López Adrianzen y Revett, Richard, en 1942 establecen la Cía. Minera Caudalosa S.A.
- Buenaventura y Cía. Minera Condesa en 1985 se asocian con los accionistas de Cía. Minera Caudalosa S.A.
- Juan Francisco Raffo y Mario Suito adquieren en 1989 acciones de Cía. Minera Caudalosa S.A.
- L.P. Holding S.A. del Grupo Raffo se convierte en accionista principal en 1999, representando el 99.25 % del capital social de Cía. Minera Caudalosa S.A.
- las operaciones en la Sub-Unidad Caudalosa Chica se detienen en el mes de octubre del 2000 debido a la irregularidad de la mayoría de sus vetas y a la falta de un plan de exploraciones.
- A inicios del 2003 se reinicia y se opera hasta mediados del 2010.
- Las operaciones mineras en junio de 2010, producto de un desborde de la Relavera "A", paraliza las operaciones mineras hasta inicios de 2011.
- Para el mes de mayo del 2015 CIA Minera Caudalosa S.A, cambia de Razón Social a Compañía Minera Kolpa S.A.

1.3. Ubicación y accesibilidad

La instalación minera de Huachocolpa está situada en el distrito del mismo nombre, en la provincia y región de Huancavelica, a una altitud promedio de 4480 metros sobre el nivel del mar. Esta unidad minera está geográficamente vinculada a la cordillera occidental de los Andes centrales del Perú, la figura 01 muestra la ubicación y accesibilidad de la compañía minera Kolpa, siendo esta una de las varias minas que se encuentra en esa zona (kolpa, 2021). Las coordenadas de ubicación de la mina en UTM (Universal Transversal de Mercator) son:

Este: 502230.55

Norte: 8555752.86

Se puede acceder a la mina de tres formas, por carretera asfaltada, afirmada y sin afirmar, estas formas de acceso se resumen así:

1. Ruta: “Lima – Pisco – Huaytara – Rumichaca – Paso de Chonta – Mina.
Distancia: 445 km”.
Tiempo aproximado: 9 horas.
Vía: Asfaltada y afirmada.
2. Ruta: “Lima – Pisco – Castrovirreyna – Paso de Chonta – Mina. Distancia:
462 km”.
Tiempo aproximado: 10 horas. Vía: Asfaltada y afirmada.
3. Ruta: “Lima - Huancayo – Huancavelica – Paso de Chonta - Mina. Distancia:
565 km”.
Tiempo aproximado: 12 horas. Vía: Asfaltada y afirmada (Pérez, 2020).

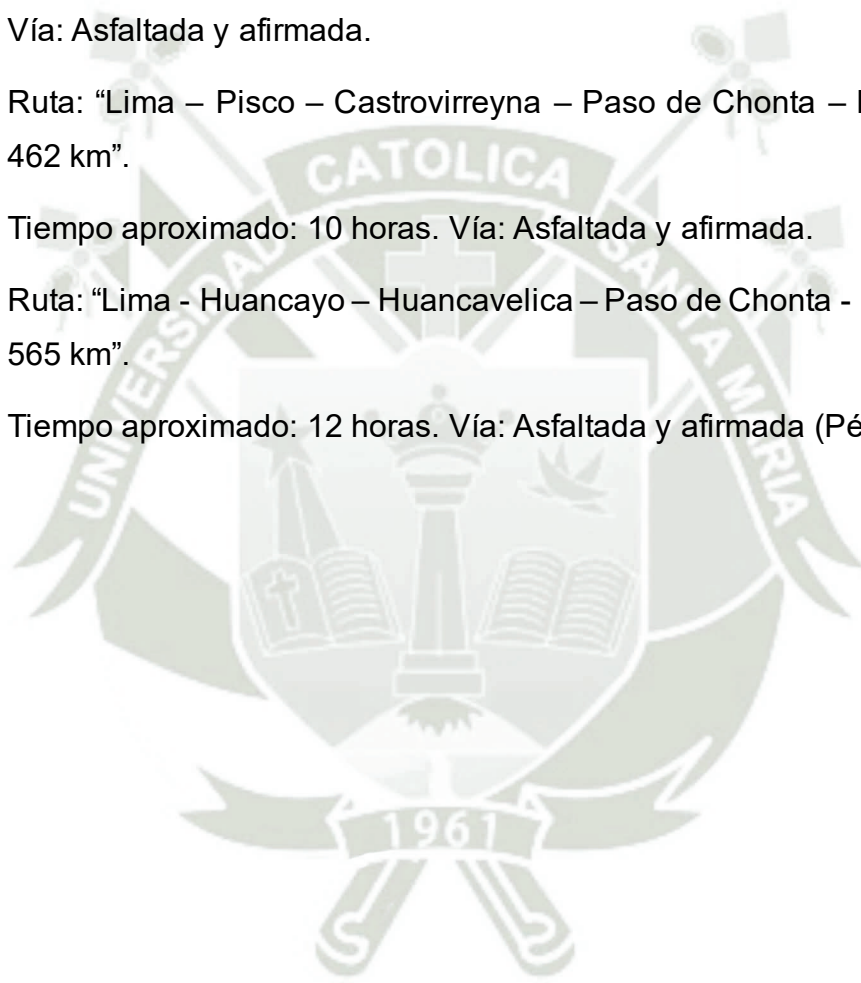




Figura 1. Acceso y ubicación de la compañía minera Kolpa.
Tomado de Pérez (2020)

1.4. Mineralogía

La presencia de minerales en la instalación minera está vinculada a la ocupación de fracturas, manifestándose tanto en reemplazo como en una formación filoniana de minerales de Cu, Ag, Pb, Zn. Estas estructuras se encuentran en la interfaz entre las rocas volcánicas y las calizas, dando lugar a zonas de metasomatismo de contacto. Las estructuras mineralizadas exhiben longitudes que superan los 1000 metros, y los valores más destacados de leyes se observan en afloramientos irregulares en términos de longitud y profundidad, intercalados con segmentos mineralizados de baja ley, incluyendo la veta Bienaventurada.

Las formaciones mineralizadas adoptan las configuraciones de "Cola de Caballo" y "Rosario" y están vinculadas a los depósitos volcánicos del Terciario. En

términos de temperatura de formación, se clasifica el yacimiento como mesotermal a epitermal de plomo-zinc con contenido adicional de cobre y plata. Los minerales de mena identificables a simple vista incluyen calcopirita, galena argentífera, galena y esfalerita. Se observa la presencia de variedades de esfalerita como la marmatita y la blenda rubia. La presencia de mineralización está vinculada a un control estructural, destacando las principales formaciones de rumbo NW, como la veta Bienaventurada. Esta estructura en particular muestra una variación en su potencia, oscilando entre 0.5 y 6 metros (con promedios de 1.20 a 1.50 metros), con una orientación en dirección N58°E y un buzamiento que varía de 70 a 75° SE. Además, otras formaciones como Jessica, Elizabeth, Gladys y Rubio, con rumbo NE, presentan mineralizaciones que comparten similitudes con la veta Bienaventurada (kolpa, 2021).

1.5. Relieve

La Zona Minera de Caudalosa – Huachocolpa I está ubicada en la parte oriental de la Cordillera Occidental, a una distancia de aproximadamente 3 a 5 km al este de la divisoria continental. La geografía de la zona muestra una variedad de formas, incluyendo un relieve cordillerano con morfología abrupta, especialmente evidente al suroeste de la veta Bienaventurada y en los alrededores de la veta "Rubio". Estas áreas están atravesadas por una gran cantidad de quebradas de corto recorrido con una red de drenaje dendrítico. La unidad geográfica está conformada por secuencias volcánicas que han experimentado procesos de alteración hidrotermal y se presentan en forma de mesetas.

1.6. Clima y vegetación

El clima en la región es diverso, especialmente entre los meses de abril y noviembre, siendo frío debido a la elevada altitud. Gran parte de la zona presenta un clima de tundra seca de alta montaña. La temperatura media anual oscila entre 10 °C y 15 °C en los valles, alcanzando una temperatura mínima de -5 °C en las áreas elevadas. Las precipitaciones pluviales son estacionales, siendo abundantes de diciembre a abril y acompañadas de fuertes tempestades eléctricas. Los meses de mayo a setiembre, el clima esta caracterizado por frecuentes heladas, fuertes vientos y sequías, debido al descenso de las temperaturas durante la noche. La vegetación

está influenciada por los ciclos de precipitación y el frío, destacando pastos típicos de puna que son resistentes a las sequías, como el Ichu (*stipa obtusa*), musgos, líquenes, yaretas y cazorrilla. Estos contribuyen a la crianza de ganado ovino y auquénido. Los agentes atmosféricos, como la insolación, el granizo, la nieve, la lluvia y el viento, son responsables de alterar y erosionar las rocas, que luego son transportadas y depositadas para formar depósitos aluviales y otras geoformas (Concha, 2022).

1.7. Hidrografía y drenaje

En las cercanías de la mina, nacen ríos cuyas aguas fluyen en dirección al Océano Atlántico. Estos ríos se forman a partir de las aguas provenientes de lluvias y deshielos, que inicialmente crean riachuelos, luego corrientes y finalmente se convierten en ríos. El principal cauce de drenaje es el río Escalera, que más adelante cambia su nombre a río Opamayo, desembocando finalmente en el río Lircay, afluente del río Mantaro. En términos generales, el tipo de drenaje sigue un patrón dendrítico, el cual está influenciado por fallas y fracturas que constituyen planos de debilitamiento (Canchari, 2019).

1.8. Geología regional

Con respecto a la geología regional la CIA Minera Kolpa se encuentra en el distrito Minero de Huachocolpa, donde afloran depósitos cuaternarios rocas sedimentarias Mesozoicas, rocas ígneas del Terciario, travertinos (kolpa, 2021).

1.8.1. Rocas sedimentarias mesozoicas

- **Grupo Pucará:**

Es ampliamente reconocido y estudiado en los Departamentos de Pasco y Junín. Representan las formaciones geológicas más antiguas que emergen en el Distrito de Huachocolpa y se identifican como las formaciones Condorsinga, Chambará y Aramachay, con una antigüedad correspondiente al Triásico Superior-Jurásico. La Formación Chambará

(Norian-Jurásico) se encuentra en la zona central de Huachocolpa, entre las minas Pirata y Mauricio. La Formación Aramachay (Hetangiano-Sinemuriano) está compuesta por lutitas y margas negras delgadas intercaladas con algunos bancos calcáreos de 0.50 m de tonalidad gris oscuro. En cuanto a la Formación Condorsinga (Sinemuriano Superior-Aaleniano Inferior), está constituida por calizas de color gris oscuro, de considerable espesor (Centeno, 2023).

- **Grupo Goyllarisquizga:**

Desde el punto de vista estructural, la CIA Minera Kolpa está integrada en un sinclinal, que, hacia el lado oeste, presenta fallas en su contacto con las calizas pertenecientes al Grupo Pucará. En la dirección opuesta, hacia el lado este, se evidencia un contacto normal, sobreyaciendo a la Formación Chunumayo (Quispe, 2017).

1.8.2. Rocas ígneas extrusivas

Se trata de emanaciones volcánicas, tanto tempranas como tardías, compuestas mayormente por tufos ignimbríticos, lavas porfiríticas, traquiandesíticos, domos riolíticos, latitas cuarcíferas, brechas tufáceas andesitas, entre otros. En cuanto a los extrusivos tempranos, se incluyen formaciones como Arco Iris, Chonta (Capas rojas Casapalca), Yahuarcocha (Volcánicos Tántara), Volcánico Sacsaquero y Volcánico Castrovirreyna. Por otro lado, los extrusivos tardíos están representados por el Grupo Huachocolpa (kolpa, 2021).

Se trata de formaciones exclusivamente volcánicas de disposición horizontal, con orientación NW-SE, aparentemente restringidas al oeste del lineamiento tectónico Chonta. Las formaciones pertenecientes al Grupo Huachocolpa incluyen la formación Portuguesa, formación Chahuarma, formación Apacheta, la formación Caudalosa, situadas al este del lineamiento regional Chonta. Estas formaciones presentan fases de erupciones intercaladas con periodos de tranquilidad volcánica (kolpa, 2021).

1.8.3. Rocas ígneas intrusivas

Las rocas intrusivas son escasas en todo el distrito de Huachocolpa y se describen según su antigüedad decreciente y sus asociaciones con complejos dómicos.

- “Intrusiones Asociadas al Complejo Dómico El Palomo
- Intrusiones Dómicas Relacionados a la Formación Domos de Lava.
- Intrusivo Patara
- Intrusivo Mauricio III
- Intrusivo de la Divisoria
- Intrusivo Huamaripayoc” (Trujillo, 2018).

1.9. Geomorfología local

De acuerdo a la compañía minera Kolpa (2021) las formaciones rocosas que emergen en las proximidades de la veta Bienaventurada consisten principalmente en andesitas de tonalidades amarillento, gris y marrón. Estas se intercalan en segmentos con estratos de aglomerados volcánicos y lavas andesíticas.

- **Depósitos cuaternarios:**

Los depósitos que se distinguen son: tecnógenos, sinter, travertinos, aluviale, fluvioglaciales, entre otros.

- **Depósitos fluvioglaciales:**

Estos depósitos se localizan en los lechos de las quebradas y en los flancos de los valles, siendo evidentes en los ríos Escalera, Opamayo y Apacheta. Por lo general, estos depósitos se sitúan en altitudes que oscilan entre los 4000 y 4400 metros sobre el nivel del mar.

- **Depósitos aluviales:**

Son depósitos transportados por los cursos de agua y depositados a lo largo de sus lechos, dando lugar a la formación de terrazas y planicies de inundación. En la jurisdicción de Huachocolpa, los ríos responsables de la formación de estos depósitos incluyen el río Carhuancho, Apacheta, Opamayo y Escalera.

1.10. Geología estructural

Como consecuencia de los procesos compresivos, la compañía minera Kolpa (2021) precisa que la tectogénesis Oroandina en Huachocolpa ha ocasionado la formación de pliegues con orientación N-S que afectan a las formaciones Mesozoicas y a la formación Arco Iris. También se observan pliegues locales que impactan en la formación Chonta y en los depósitos volcánicos de Castrovirreyna. Además, se identifican dos fallas principales: la falla Chonta y la falla Huachocolpa.

- **Falla Chonta:**

Se trata de una estructura de carácter regional con una orientación predominante de N40° a 50°W, que se localiza en la porción suroeste del Distrito de Huachocolpa. Esta estructura establece un contacto entre la formación Chonta al oeste y la formación domos de lava al este, igualando en altura a los depósitos volcánicos recientes de Castrovirreyna al oeste con la formación Mesozoica al este. Dada su configuración, esta falla se caracteriza por ser de alto ángulo inverso.

- **Falla Huachocolpa:**

La falla sigue la dirección N-S a lo largo del valle Atocmarca, estableciendo un contacto entre los depósitos volcánicos de la formación Domos de Lava al oeste y las formaciones Mesozoicas al este. La falla Huachocolpa presenta un ancho de hasta 30 metros y exhibe características de brecha. Las observaciones sugieren que su desplazamiento longitudinal ha sido de tipo sinistral.

- **Líneas paralelas a la Falla Chonta:** Se localizan al este de la Formación Chonta y representan estructuras que cortan y desplazan ligeramente las calizas Mesozoicas con un movimiento sinistral.
- **Lineamientos paralelos a la falla Huachocolpa:** Estos consisten en varios trazos direccionales N-S, resaltando el alineamiento de diques de cuarzo-latita en la margen derecha del río Atocmarca. Se observa la presencia de fallas menores que discurren paralelas a la falla Huachocolpa, a lo largo de las cuales se alinean el volcánico Manchaylla y otros domos menores, así como los trazados de los volcánicos del domo El Palomo, Chosecc y Tinquí.

1.11. Geología económica

En la jurisdicción minera de Huachocolpa, se encuentran estructuras de tipo filoniano, caracterizadas por el relleno de fracturas que albergan mineralización de Cu, Ag, Pb y Zn, desarrolladas bajo condiciones moderadas de presión y temperatura. Asimismo, se observan vetas argentíferas, junto con la presencia de aureolas de metamorfismo de contacto entre calizas y rocas volcánicas. Cabe destacar que las formaciones superficiales resultan estériles debido a su ubicación en capas más superficiales (Concha, 2022).

- **Reservas mineras:**

La CIA Minera Kolpa define como reservas minerales aquellos depósitos que presentan valor de mena, incluyendo los marginales, y aquellos que cuentan con certeza de ser clasificados como Probados y Probables. Estos depósitos deben ser accesibles y eventualmente accesibles para su explotación:

RESUMEN GENERAL DE RESERVA DE MINERAL							
POR SU VALOR	T.M.S.	A.M.	Oz. Ag.	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	USD
Mena	1 159 334	1.71	3.11	4.74	4.65	0.51	161.35
Marginal	711 986	1.59	1.88	2.68	3.01	0.26	96.21
TOTAL	1 871 320	1.66	2.64	3.95	4.02	0.41	136.57
POR SU CERTEZA							
Probado	1 567 373	1.63	2.65	4.00	4.08	0.42	137.96
Probable	303 947	1.82	2.59	3.72	3.75	0.38	129.38
TOTAL	1 871 320	1.66	2.64	3.95	4.02	0.41	136.57
POR SU ACCESIBILIDAD							
Accesible	1 567 373	1.63	2.65	4.00	4.08	0.42	137.96
E.V. Accesible	303 947	1.82	2.59	3.72	3.75	0.38	129.38
TOTAL	1 871 320	1.66	2.64	3.95	4.02	0.41	136.57

Tabla 1. Resumen de la reserva de mineral

1.12. Operaciones mineras

Las operaciones mineras en la Unidad Minera Huachocolpa Uno incluyen la realización de labores de exploración, desarrollo y explotación.

A. Labores de exploración:

Consiste en la realización de diversas actividades destinadas a identificar la ubicación, dimensiones y propiedades mineralógicas del depósito. Estas labores suelen llevarse a cabo fuera del área destinada al desarrollo o explotación y comprenden la construcción de chimeneas galerías y cruceros.

B. Labores de desarrollo:

Estas labores se llevan a cabo en estructuras previamente identificadas con el objetivo de expandir o verificar las reservas conocidas, asegurando así que el mineral esté completamente accesible para la preparación y posterior explotación. Incluyen la construcción de chimeneas, galerías y subniveles. A diferencia de las exploraciones, los desarrollos operan en áreas ya conocidas a través de la fase de exploración.

C. Labores de explotación:

Estas actividades se orientan a definir el bloque de explotación y prepararlo para el inicio de la extracción del mineral. Incluyen la creación de chimeneas, cruceros, ventanas, rampas, y subniveles (Mamani, 2018).

1.13. Método de explotación

A. Corte y relleno ascendente:

La metodología de extracción mediante Corte y Relleno ascendente con Rampas Basculantes sigue un enfoque trackless con operaciones unitarias completamente mecanizadas, lo cual se traduce en una mayor eficiencia al optimizar la cantidad de tareas por tonelada extraída o preparada. En el proceso de perforación, se emplean equipos manuales de perforación y/o mini Jumbos. Aunque la carga de taladros se realiza de forma manual, se podría mejorar la eficiencia de los ciclos mediante la utilización de equipos de carga de taladros de ANFO. Para las labores de limpieza y carga, se utilizan Scooptram con capacidades que oscilan entre 1.5 y 2.2 yardas cúbicas.

En la implementación del sistema de sostenimiento de las labores mineras, se utiliza pernos Hydrabolt de 7 pies, ya sea de forma independiente o combinado con malla electro soldada. Además, se ha mejorado la eficiencia del transporte de mineral al pasar de locomotoras a la utilización de volquetes con una capacidad de 25 toneladas. Estos volquetes transportan el mineral directamente desde el Ore Pass hasta la planta.

La movilización interna de material de desmonte para rellenar los tajeos también se lleva a cabo utilizando volquetes Volvo de 25 toneladas. Las rampas y los niveles principales de la mina de extracción se han construido con una sección de 4x4 metros para permitir el fácil tránsito de los volquetes. Los tajeos han sido diseñados con dimensiones de 400 x 100 m,

incluyendo una rampa central y sus respectivas rampas basculantes para la extracción de los cortes. El mineral triturado se deposita en el Ore Pass para luego ser cargado en los volquetes, que finalmente lo transportan hasta la planta (kolpa, 2021).

1.14. Empresa Contratista Minera Mceisa

La empresa contratista minera MCEISA (Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.) es una compañía de origen nacional especializada en brindar el servicio de perforación, voladura, carguío y acarreo de minerales, alquiler de equipos y la ejecución de proyectos civiles de construcción a nivel nacional. Entre sus principales clientes se cuenta: minera Bateas, compañía de minas Buenaventura y minera Germania.

1.15. Equipos de la Compañía Minera Kolpa

Para el transporte y acarreo de mineral se utiliza diferentes scoops los cuales cuentan con telemando (o control remoto), las capacidades varían desde 2.2 yd³ a 3.5 yd³ y su aplicación va a depender fundamentalmente de la sección de mina. El mineral de los tajos y frentes es transportado a cámaras de carguío o también a ore pass; en el caso de las cámaras de carguío el mineral será cargado directamente a camiones para luego ser transportado a superficie. En el caso de que el mineral sea echado al ore pass, este será recogido en los niveles inferiores por medio de camiones de 12 m³ a través de una tolva electro- hidráulica para luego ser llevado a la planta de beneficio de la U.E.A. Huachocolpa I (kolpa, 2021).

Entre los equipos con los que cuenta la compañía minera Kolpa, están:

Nro.	EQUIPO	EMPRESA	MODELO	CAPACIDAD (yd3)
01	Scoop	MCEISA	ST1030	6.0
01	Scoop	MCEISA	ST7	4.0
01	Scoop	MCEISA	R1600	6.0
01	Scoop	MCEISA	R1300	4.0
01	Scoop	MCEISA	LH203	2.2

01	Scoop	MCEISA	LH202	1.5
01	Micro scoop	MCEISA	TRD312	0.7
02	Scoop	PEGAMA	R1300	4.0
02	Micro scoop	PEGAMA	DERIU	1.0
03	Micro scoop	PEGAMA	DERIU	1.5
01	Scoop	PEGAMA	ST2G	5.3
04	Scoop	KOLPA	R1300	4.0
03	Scoop	KOLPA	SHOP	1.8
03	Scoop	KOLPA	SHOP	2.4

Tabla 2. Lista de equipos disponibles

1.15.1. Mantenimiento de equipos de carga y acarreo

El mantenimiento de los equipos se da de forma sistemática y rigurosa obedeciendo a programas de mantenimiento pre establecidos en cada inicio de periodo, que en nuestro caso generalmente es por año. La empresa contratista MCEISA tiene a cargo siete scoop's y el resumen anual (2022) con respecto a la disponibilidad mecánica y utilización del equipo se presenta en la siguiente tabla:

PERFORMANCE EQUIPOS CARGUIO (SCOOP) - 2022 MCEISA											
EQUIPO	HR. PROG.	HR. INSP	STAND BY	HR. TRAB.	HR. INOP	Nro. FALLAS	DM (%)	UTIL (%)	MTBF	MTTR	CONF
EQ 021	154.00	6.54	43.86	98.6	5.00	1	93%	69%	98.6	3.0	97.05%
EQ 022	154.00	0.50	2.43	16.4	134.67	4	12%	87%	4.1	32.4	11.23%
EQ 023	154.00	4.50	38.07	73.1	38.33	8	74%	64%	9.1	4.2	68.47%
EQ 024	154.00	5.06	39.96	80.4	28.58	7	78%	67%	11.5	3.4	77.20%
EQ 025	154.00	5.50	55.10	83.4	10.00	5	90%	60%	16.7	1.7	91.00%
EQ 026	154.00	6.45	31.17	78.55	37.83	7	72%	71%	11.2	3.3	77.48%
EQ 019	154.00	6.00	52.07	79.1	16.83	3	85%	60%	26.4	5.6	82.45%
PROMEDIO							72%	68%	25.37	7.65	72%

Tabla 3. Performance equipos carga y acarreo (Scoop) - 2022 MCEISA

1.15.2. Disponibilidad mecánica

Se entiende como disponibilidad mecánica, al factor o relación matemática que muestra el porcentaje de la relación del tiempo programado que el equipo está disponible para ser usado. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$DM = \frac{HP - (MP + RME)}{HP} * 100\%$$

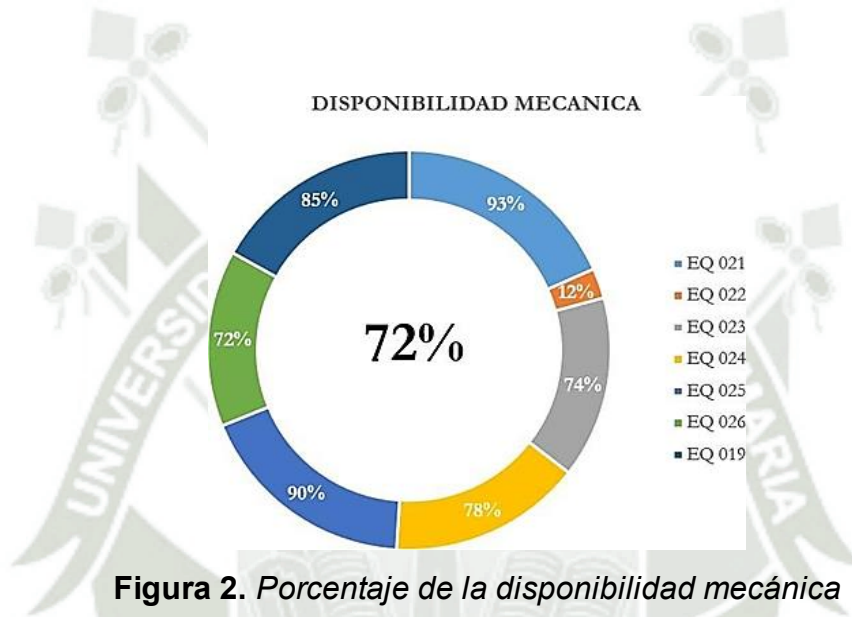
Donde:

HP: Horas programadas.

MP: Mantenimiento preventivo.

RME: Reparaciones mecánicas eléctricas.

Para el caso motivo de nuestra investigación, el resumen de la disponibilidad mecánica, se resume de la siguiente manera:



1.15.3. Utilización operativa

Con respecto a la utilización operativa, esta se define como la fracción del total de horas nominales, expresadas en porcentaje, mide el tiempo programado que el equipo es aprovechado en las operaciones en la cual el equipo esta entregado a operación en condiciones aptas para su normal desempeño para el desarrollo de una tarea asignada:

$$UO = \frac{HP - (MP + RME + DF + DO + OD)}{HP} * 100\%$$

Donde:

HP: Horas programadas

MP: Mantenimiento preventivo

RME: Reparaciones mecánicas eléctricas

DF: Demoras fijas

DO: Demoras operacionales

OD: Otras demoras

El resumen con respecto a la utilización operativa, se resume en la siguiente figura:



Figura 3. Utilización operativa

1.15.4. Capacidad de cuchara

Los fabricantes de equipos para poder calcular la capacidad real de la cuchara de un equipo, se basan en relaciones matemáticas, una de las más conocidas y aplicadas se describe de la siguiente manera:

$$CR = \frac{D_e * fl * C_n}{(1 + f_e)}$$

Donde:

D_e : Densidad del material

f_{ll} : Factor de llenado

C_n : Capacidad nominal

f_e : Factor de esponjamiento

Para aplicar esta fórmula y determinar la carga promedio que lleva un equipo R1300G en condiciones normales, se tomara en cuenta que la voladura es “regular”, por este motivo el factor de llenado se considera medio es decir 80%, por otro lado, el factor de esponjamiento se considera, 25%.

$$CR = \frac{2.14 * 0.80 * 4.0}{(1 + 0.25)} = 0.7648 \text{ m}$$

$$CR = 4.18 \text{ ton}$$

Entonces podemos concluir que un equipo CAT R1300G en condiciones normales puede cargar 4.18 toneladas.



CAPÍTULO II

2. Consideraciones metodológicas

2.1. Planteamiento del problema

La empresa minera Kolpa, viene realizando trabajos de explotación de minerales en Huancavelica a 4400 msnm desde la década de los 40's, actualmente su producción las 2400 TMD en los principales yacimientos polimetálicos denominados "Bienaventurada", "Elizabeth" y "Tatiana". Al cierre del año 2020, la producción total de mineral obtenido de estos yacimientos alcanzo las 461721 toneladas métricas secas (TMS). La capacidad instalada de la planta concentradora es de 1440 toneladas métricas por día y procesa minerales de cobre, plomo y zinc.

Actualmente la empresa minera viene ejecutando trabajos tanto de desarrollo como de preparación y la profundización de la mina se da por medio de la Rampa 01, estrechamente ligado a estas operaciones se encuentra el carguío y acarreo de minerales que se da por medio de dumper's y scoop's de capacidad variada y es justamente en este tipo de trabajos donde se identificó una deficiente estructura de costos basado en información no actualizada y muchas veces inferida además se detectó una deficiente aplicación de una metodología para la obtención de los costos horarios de operación relacionados al uso de los equipos carguío y acarreo minero.

Con respecto a los equipos que dispone la empresa minera Kolpa, estos son alquilados a la ECM Martínez, se puede citar por ejemplo que un scoop de 4.1 yd³ se alquila a 102 \$/hr, ¿Cómo se llega a este valor? ¿Cuál es el sustento técnico económico que da origen a este valor? ¿Está bien calculado? Son preguntas que deben ser consideradas en toda empresa minera para evaluar los contratos de alquiler y el uso de equipos.

La tesis abordó los temas relacionados al diseño y optimización de mallas de perforación en frentes de avance cuya sección promedio es 3.5×3.5 , de este modo se identificará la relación que hay entre la fragmentación de la roca, el carguío y transporte de la misma. Se sabe muy bien que una buena fragmentación de la roca permite que esta se cargue y transporte con mayor facilidad y esto se reflejara en los costos asociados al uso de equipos de todo esto, cabe entonces preguntar: ¿Cuál es la relación entre la fragmentación de la roca y el costo de carguío y acarreo? ¿Se podrá optimizar las mallas de perforación de tal manera que el costo de transporte se pueda reducir?

¿Cómo impacta el diseño de una malla en el costo de carguío y acarreo? Las respuestas a estas y otras preguntas serán debidamente abordadas en la tesis propuesta, pero se debe aclarar que el tema de investigación girara en torno a la comparación de costos de carguío y acarreo de minerales según la metodología CAT frente a los costos actuales de carguío y acarreo que se manejan en la empresa minera Kolpa.

También es necesario mencionar que el análisis se hará a nivel de costos horarios de equipos que maneja la contrata San Martín; es decir el análisis se hará en base a los precios establecidos en los contratos y se verificara si la metodología de cálculo es la más adecuada. Sin embargo, en medio de este análisis también se verificará el comportamiento de los costos OPEX y CAPEX incurridos por la contrata San Martín y establecer su relación con los costos horarios utilizados en los contratos entre la empresa San Martín y la compañía minera Kolpa.

Por otro lado, la conminación es un factor importante a tener en cuenta ya que una buena fragmentación de la roca traerá como consecuencia que los ciclos de transporte y carguío sean más cortos y por ende el costo horario de alquiler de los equipos sea menor lo cual traerá un significativo beneficio económico, este también será un tema a tratar en la tesis por desarrollar.

2.2. Formulación del problema

Puesto que no se aplica una metodología determinada para la obtención de los costos horarios de los equipos de acarreo y carguío de minerales y la información utilizada en la elaboración de una estructura de costos no se encuentra actualizada, se podría formular el problema de investigación de la siguiente manera: ¿Se puede aplicar la metodología CAT para estimar los gastos por hora (tanto de adquisición como de funcionamiento) para los equipos de carguío y acarreo de minerales y revisar y/o renegociar los contratos de alquiler?

La respuesta a esta pregunta permitirá la reducción y/o minimización de los precios de alquiler aplicados según contrato de servicios.

2.3. Objetivos de la investigación

El objetivo general se encuentra relacionado a lo que se pretende alcanzar con esta investigación, según esto, el objetivo general planteado es:

2.3.1. Objetivos generales

Aplicar la metodología CAT para calcular los costos de posesión y operación para los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales en la compañía minera Kolpa S.A.C. con la finalidad de revisar y/o renegociar los contratos de alquiler de equipos.

2.3.2. Objetivos específicos

- Conocer las características técnicas – operativas de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales.
- Conocer las tasas de interés, impuestos, seguros, así como la depreciación de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales.

- Comparar los costos horarios de operación obtenidos mediante la metodología CAT con los costos horarios de operación aplicados en la compañía minera Kolpa S.A.C.
- Conocer los costos de insumos, partes y accesorios de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales.
- Identificar la relación entre el grado de fragmentación de la roca y los costos de carguío y acarreo.

2.4. Justificación del proyecto

Desde un punto de vista técnico- económico el presente estudio se justifica porque permitió una evaluación y reestructuración de los precios unitarios de alquiler de los equipos de carguío y acarreo de MCEISA, los precios de alquiler aplicados se contrastaron con los precios unitarios obtenidos con la metodología CAT, al obtener precios nuevos de alquiler se obtuvo una línea base para una reestructuración de los mismos. Esto permitió la aplicación de nuevos precios dejando un excesivo cobro de los mismos por parte de la empresa contratista minera MCEISA.

Desde la perspectiva de la aplicación y generación del conocimiento la investigación puso en evidencia las falencias de los métodos de cálculo tradicionales para hallar los precios unitarios de allí que se desprende como conclusión que para calcular los precios unitarios no se utiliza información actualizada. Al aplicar una metodología nueva (CAT) para hallar los costos horarios de posesión y de operación se pudo revisar y reevaluar los contratos de alquiler y uso de equipos y de esta manera se aumentó los beneficios económicos para la compañía minera, porque pagará un menor precio por los equipos de carguío y acarreo alquilados.

2.5. Alcance

La investigación se desarrolló en la compañía minera Kolpa S.A., más específicamente tomando en cuenta los equipos de carguío de la empresa contratista minera MCEISA (Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.) la cual cuenta con 6 scoops

y 1 microscopio. Se analizaron los diversos precios unitarios de alquiler de los equipos de MCEIA para ver si son los más adecuados para su aplicación, todo esto se logró aplicando la metodología CAT. También es necesario mencionar que esta investigación concierne a la empresa minera Kolpa S.A. y como se dijo anteriormente el objeto de nuestra investigación es el proceso de carguío y acarreo de minerales, pero sobre todo esta investigación tiene la finalidad de ser un documento de consulta y aplicación en otras empresas mineras ya sean contratistas o titulares y de la cual se desprendan otras investigaciones relacionadas a la problemática analizada.

2.6. Metodología

El método sugerido se basa en diversos fundamentos elementales los cuales son:

- El costo por hora de mantenimiento y reparación de los equipos que es proporcionado por la empresa.
- Para hallar los costos por combustibles se tomará en cuenta los precios actualizados a nivel nacional.
- La metodología contempla estimaciones bastante razonables de costos horarios siempre y cuando se aplican los precios locales de repuestos.
- El costo horario obtenido por el método CAT está basado en horas cronológicas y no las unidades de tiempo proporcionado por los horómetros.
- La comparación de los costos de tanto de operación como de posesión se hará por medio de la estadística inferencial utilizando la metodología T-Student para comparar los promedios de los costos.
- Al calcular los costos horarios según la metodología CAT, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Horario Total} = \text{Costo de posesión} + \text{Costo de Operación}$$

Se tomará en cuenta los OPEX y CAPEX, según la siguiente línea base de relación:

<p>CAPEX</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adquisición de equipos 2. Adquisición de maquinaria 	<p>COSTO DE POSESION</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Precio de adquisición 2. Seguro, interés e impuestos
<p>OPEX</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento de equipos 2. Consumos 3. Salarios 	<p>COSTOS DE OPERACIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento 2. Consumo de lubricantes y combustible 3. Mano de obra 4. Reparaciones

Tabla 4. Costos OPEX y CAPEX y costos de Operación y Posesión

Como se puede apreciar los OPEX y CAPEX se tomarán en cuenta en todo el desarrollo de la investigación.

2.7. Hipótesis general

La aplicación de la metodología CAT para calcular los costos de posesión y operación de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales permitirá la revisión y renegociación de los contratos de alquiler de equipos.

2.8. Identificación y clasificación de variables

Con respecto a las variables de investigación, se han podido identificar las siguientes variables:

2.9. Variable independiente

Características técnico – operativas de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales.

2.10. Variable dependiente

Costos operacionales (de posesión y de operación).

2.11. Operacionalización de las variables

El cuadro adjunto muestra el resumen de la interacción y operacionalización de las variables identificadas en esta investigación:

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE Características técnicas – operativas de los equipos utilizados en el carguío y acarreo de minerales.	TEÓRICO Se presenta como conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Característica del equipo. ▪ Dimensiones del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación exploratoria. ▪ Investigación descriptiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libros ▪ Catálogos ▪ Revistas
	TECNICA Es objetivo de análisis técnico, para desarrollar modelos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propiedades operativas del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigación exploratoria. ▪ Investigación descriptiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libros ▪ Catálogos ▪ Revistas
VARIABLE DEPENDIENTE Costos operacionales (de posesión y de operación).	CUANTITATIVA Se obtiene una estructura de costos que se puede aplicar en la empresa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costos de posesión ▪ Costos de operación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemático ▪ Estadístico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fichas de registro ▪ Lista de costos ▪ PC (Excel)
	PRACTICO Verifica si los modelos obtenidos se pueden aplicar.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medidas de aplicación ▪ Contraste con costos aplicados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matemático ▪ Estadístico ▪ Organizativo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de registro ▪ PC (Excel)
	RESULTADO Se verifica los resultados obtenidos luego de la aplicación de los costos obtenidos por medio de la metodología CAT.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costos operacionales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medición directa ▪ Cálculo de costos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de registro ▪ PC (Excel)

Tabla 5. Operacionalización de las variables

2.12. Procedimiento de investigación

La tesis se llevó a cabo siguiendo un procedimiento metódico y adecuado, y orientado a la investigación desarrollada:

- Se escogió la población y muestra es decir se escogió los equipos de carguío y acarreo que fueron objeto de nuestro estudio.
- Se procedió a registrar la información proporcionada por los equipos de carguío y acarreo en los ciclos de transporte y acarreo de mineral.
- Se tomó un registro del consumo de petróleo, así como el consumo de lubricantes y grasas.
- Se calculó el costo por hora de mantenimiento del equipo.
- Se calculó el costo por mano de obra de los operadores.
- Se calculó en base a la información obtenida los costos horarios de operación y de posesión.
- Se comparó los costos obtenidos por medio de la metodología CAT con los costos horarios presentados y aplicados en los contratos.
- Para contrastar los costos de operación y de posesión de los equipos, en base a las medias se aplicó la desviación estándar y se calculó el error correspondiente.
- Se brindó recomendaciones y conclusiones de la investigación.

2.13. Método de investigación

El método fue experimental – estadístico; experimental porque de alguna manera se manipularon la variable dependiente ya que se buscaba identificar las características técnico – operativas de los equipos utilizados en el carguío y acarreo y también fue estadístico (aplicativo) porque se aplicará modelos estadísticos para evaluar los resultados obtenidos luego de aplicar las mallas diseñadas.

2.14. Diseño de investigación

El diseño fue contemporáneo - transversal ya que se buscaba obtener información de un evento actual y se estudió la problemática durante un periodo de tiempo adecuado.

2.15. Población

La población objeto de nuestra investigación estuvo dada por todos los equipos de carguío y acarreo utilizados en las labores mineras subterráneas, pertenecientes a la empresa minera donde se desarrolló la investigación. Estos equipos sumaron 27 unidades en toda la mina.

2.16. Muestra

La muestra estuvo representada por 2 equipos de carguío y equipos de acarreo; estos equipos fueron elegidas de forma aleatoria, ya que las características técnico – operativas de los equipos son similares.



CAPÍTULO III

CAPITULO III

3. Estado del arte

3.1. Antecedentes

3.1.1. Antecedentes nacionales

Rivera (2015), realizó una investigación sobre la “Construcción de Chimeneas Raise Borer para Optimizar el Proceso de Minado y los Costos de Explotación en el Tajo 355 de Reina Leticia en Compañía Minera Raura S.A”. Con la finalidad de optimizar el método de extracción y disminuir los costos en la cantera, así como los niveles de producción, manteniendo los estándares de seguridad establecidos.

Rojas (2021), en su investigación titulada “Optimización de los Costos Operativos de las Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura en la C.M. Chambi-Mina Rinconada”. Concluye que, en el cuadro comparativo de gastos, utilizando barrenos de 4 pies, el costo previo ascendía a 812.27 US\$/disparo, mientras que al término del estudio se redujo a 722.35 US\$/disparo. Asimismo, se logró una eficiencia lineal de perforación de 1.16 m/disp., en comparación con la cifra inicial de 1.04 m/disp. En el caso de los barrenos de 5 pies, el costo previo era de 881.81 US\$/disp., y al finalizar se registró un valor de 791.81 US\$/disparo, y con una eficacia lineal de perforación previa de 1.44 m/disp. la cual era antes era de 1.30 US\$/disparo.

Jáuregui (2009) en su investigación denominada "Reducción de los Costos Operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura". Tenía como propósito demostrar la posibilidad de reducir los costos operativos en una compañía minera, implementando estándares de trabajo ideales en las operaciones unitarias clave de extracción".

Charaja (2014) realizó una investigación sobre el “Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea condestable”. Este trabajo fue presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero de Minas en

la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Uno de los propósitos fundamentales que el autor identificó fue optimizar la planificación de las operaciones mineras en la Unidad Raúl de la Compañía Minera Condestable, abarcando niveles desde -175 hasta -350, utilizando el software minero Datamine. Concluyendo que se logró desarrollar la planificación de la extracción tanto a corto como a mediano plazo con la asistencia de un software minero en el cuerpo Nv. 350, permitiendo obtener resultados de manera más expedita y precisa. Esto posibilitará mejorar la explotación de los recursos mineros a través de la ejecución y optimización de programas de producción.

Realizar un estudio de perforaciones más detallado podría incrementar los límites de explotación y las reservas del depósito, proporcionando una determinación más precisa de la recuperación metalúrgica. Esto podría resultar en un beneficio significativo para el proyecto minero, logrando al final un Valor Actual Neto (VAN) más elevado. La implementación de la planificación estratégica en la mina Condestable se presenta como una herramienta valiosa para la gestión de la empresa, siendo apta para establecer conexiones entre los problemas, causas, objetivos planteados para superarlos y los planes de acción diseñados para alcanzar los resultados estimados. Sin duda, el proceso de planeación minera, es iterativo y tiene como punto inicial el modelo de bloques, donde las leyes de los elementos juegan un papel crucial y deben ser interpoladas mediante una metodología precisa para alcanzar resultados que se aproximen lo más posible a la realidad. Solo así se trabajará sobre una base sólida, permitiendo un plan de extracción minucioso.

Condori (2017) en su trabajo de investigación realizada en el sur del País, sobre el “Estudio del Sistema de Acarreo de Interior Mina Para Optimizar Tiempos, Disminuir Costos e Incrementar la Producción en E.E NCA Servicios Mina Morococha”. El trabajo está impulsado por la necesidad de controlar y mejorar la productividad de un sistema de transporte minero basado en el rendimiento de los equipos, donde el factor característico es el tiempo de cada ciclo de trabajo. El propósito general era desarrollar un método de control y mejora de la productividad basado en la estimación del tiempo, los factores y el análisis de los costes de cada ciclo de trabajo, de modo que pueda aplicarse a otros proyectos y equipos. Con este sistema, identificaremos las causas

que impiden una productividad óptima y, al identificar estas situaciones, estaremos en posición de implementar acciones para reducir o eliminar su impacto en la eficiencia, con el objetivo de potenciar y elevar nuestro desempeño. El logro obtenido en la investigación establece un referente para su aplicación en proyectos venideros como una herramienta fácil para supervisar los costos operativos. El estudio nos permitirá visualizar mejor nuestros procesos de trabajo y mejorar nuestra asignación de tiempo productivo al examinar detalladamente los KPI's durante los procesos de trabajo analizados, lo que nos permitirá identificar los errores que se puedan cometer durante la ejecución de los procesos de trabajo en cuestión. Este análisis es iterativo, lo que significa que la mejora es continua y, en nuestro caso, conduce a una reducción de la duración de cada ciclo de trabajo.

Anchiraico y Rojas (2020) en su trabajo de investigación realizada en Lima (Perú), titulada: "Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada". La reserva se localiza en la zona de Ayacucho, situada a altitudes que oscilan entre los 4.000 y 4.500 metros sobre el nivel del mar. La instalación minera Inmaculada, perteneciente a Hochschild Mining, se dedica a la extracción de plata y oro, con una concentración promedio de 163 g/t y 4,71 g/t, respectivamente, utilizando el método de pozos largos. El transporte de la zona de dragado de la veta Ángela se lleva a cabo mediante tres vehículos SCOOPTRAM R1600H. Actualmente, en las minas subterráneas, la excavación y el transporte son las fases menos eficientes, lo que se traduce en un ciclo de explotación deficiente, con un consumo excesivo de combustible, neumáticos y piezas de recambio, en consecuencia, una menor productividad. El propósito de esta investigación es mejorar los lapsos del transporte improductivo en las instalaciones de embotellado y procesamiento mediante la aplicación de Six Sigma. Six Sigma es una metodología centrada en datos que analiza los procesos recurrentes en las empresas, buscando alcanzar una calidad prácticamente perfecta. También se presenta como un modelo de gestión de calidad también identificado como DMAIC, que comprende las fases de definición, medición, análisis, mejora y control.

Pauca (2019) en su trabajo de investigación realizada en Arequipa (Perú), titulada: “Selección y Reemplazo de equipo de Acarreo para optimizar tiempos y reducir costos operativos - Mina Parcoy consorcio minero Horizonte - JJD Contratistas S.A.C”. El estudio consistió en un análisis de tiempo y costes para el cálculo de la productividad de los camiones de transporte (25 MT/h); se estudiaron las siguientes rutas de transporte: CM 2318, CM 2830 y CM 1872 para el mineral y CM 1873, CM 2319 y CM 2831 para la sobrecarga; determinando los factores que inciden de manera directa en la fase del ciclo minero: velocidad, distancia, tiempo, carga útil, número de unidades y coste. Tras analizar los costes, se comprobó que los camiones Volvo FMX 8x4R es la más rentable para el transporte minero, con los siguientes resultados: la sustitución de la flota Volvo FMX 6x4R por una Volvo FMX 8x4R optimiza las operaciones y consigue la productividad deseada. La sustitución de la flota de Volvo FMX 6x4R por un Volvo FMX 8x4R supuso al año un ahorro de 3.451.082,40 dólares en el transporte de mineral y residuos en la mina de Parcoy. El rendimiento de la flota de mineral y residuos (Volvo FMX 6x4R) fue de 20 MT/h en 2017 y aumentó a 25 MT/h en 2018, un aumento del 25 % en comparación con 2017, principalmente debido al mayor rendimiento del Volvo FMX 8x4R. Para el equipo de manipulación de mineral y residuos (transportadores Volvo FMX 6x4R), la disponibilidad mecánica fue del 70 % en 2017 y aumentó al 85 % en 2018, un aumento del 20 %. Las horas de funcionamiento de los camiones Volvo FMX 8x4R podrían ampliarse a 8,25 horas por turno en lugar de las 8 horas por turno de los camiones Volvo FMX 6x4R, con una disponibilidad del 80% para los camiones Volvo FMX 6x4R y del 82,50% para los camiones Volvo FMX 8x4R.

Quispe (2017) en su trabajo de investigación realizada en Puno (Perú), sobre la “Optimización de costos de acarreo, con equipo mecanizado en la unidad minera Tambomayo. Cia. de Minas Buenaventura”. Su desarrollo inicial consistió en el análisis del costo de los equipos, el ciclo de acarreo de cada equipo empleado en las operaciones del Nivel 4590 Crucero 339 NW y también se determinó el rendimiento de los equipos. Luego, se logró identificar los intervalos temporales ideales, tales como el lapso de desviación de la proa, el tiempo de desplazamiento sin carga, el tiempo de retorno con carga, y el rendimiento del LHD 3,2 yd³ (Scoop) en la salida 339 NW del nivel 4590. La optimización abordó el tiempo de retorno sin carga, reduciéndolo de 2,5

a 2,3 minutos, y el tiempo de retorno con carga, disminuyéndolo de 3,5 a 2,7 minutos. Este proceso llevó a una mejora en el tiempo de despeje del frente de fuego, reduciéndolo de 1,98 a 1,60 horas para una distancia de 200 metros. Esta distancia se eligió según las recomendaciones de los fabricantes, que indican en sus directrices que la distancia óptima para esta máquina es la indicada. En caso de exceder esta distancia, se experimenta una disminución en el rendimiento de la maquinaria. Asimismo, se ha mejorado la capacidad de la pala de 4,2 yd³, incrementándola de 25,98m³ /h a 30,44m³ /h. Este ajuste reviste gran importancia, dado que la eficiencia operativa de la máquina impulsa tanto la cantidad de material aspirado frontalmente como las labores de limpieza.

3.1.2. Antecedentes internacionales

Chang (2009) en su trabajo de investigación realizada en Santiago de Chile (Chile), titulada: “Diseño y Evaluación Técnico Económica de un nuevo Sistema de Carguío y Transporte para la Minería de Hundimiento”. La motivación de este trabajo fue encontrar una mejora en los parámetros de producción utilizando un transportador de cadena o blindado. Se propusieron diseños para el uso de una cinta transportadora alimentada por Load Haul- Dump Vehicle (LHD) individuales a través de una cinta de transferencia corta. Con ese propósito, se necesitaba crear un procedimiento para establecer la configuración más eficiente en función de una capacidad específica. Esto condujo a la generación de diversos diseños geométricos adaptados a distintas capacidades de LHD, los cuales se definieron en base al número y la longitud de las correas en relación con un camión cisterna y la longitud del equipo requerido para el camión cisterna. Para aumentar la productividad de las cargadoras LHD, hubo que elegir modelos con carriles de producción más cortos para minimizar la distancia media de transporte. La distancia promedio de traslado de las palas emerge como un elemento esencial en la planificación de los modelos de los depósitos LHD. Para incrementar la eficiencia, se requiere no solo la mejora de los diseños, sino también la optimización de todas las actividades auxiliares vinculadas a la minería, como el cacheo y la fortificación, por citar algunas.

Uribe (2014) en su trabajo de investigación realizada en Santiago de Chile (Chile), titulada: “Análisis de la funcionalidad y desempeño de la operación semiautónoma en equipos de carga; acarreo y descarga en minería subterránea Load Haul-Dump Vehicle (LHD)”. Donde la base de su análisis será el uso de una LHD (pala minera de bajo perfil, que implica la carga, el transporte y la descarga de la roca mineralizada) que cuenta con una tecnología de funcionamiento semiautomatizada, en otras palabras, se trata de una pala minera sin operador a bordo, la cual es controlada de forma remota por operadores ubicados fuera de la mina, en una sala de control a kilómetros de distancia de la zona de explotación. Aunque se ha demostrado la viabilidad de implementar esta tecnología, los requisitos establecidos para la División El teniente en el diseño estructural del nuevo nivel de la mina han señalado deficiencias en rendimiento y funcionalidad. Por lo tanto, se hace imperativo introducir nuevas innovaciones tecnológicas en el modelo de negocio a través de un programa de innovación incremental en la automatización de LHD, así como realizar cambios significativos en las tácticas y estrategias operacionales, planificación, mantenimiento, gestión centralizada, proyectos mineros, entre otros aspectos, con el fin de optimizar y obtener el máximo valor del uso de equipos LHD semiautónomos.

Muñoz (2012), realizó una investigación para el grado de maestría sobre el “Modelo de Costos para la Valorización de Planes Mineros”. En este proceso de evaluación, se emplean criterios económicos preestablecidos y luego se establecen las etapas de explotación junto con la secuencia de extracción, dando lugar al diseño del plan de producción. Se anticipa que el valor económico del plan, en un primer momento, estará influenciado por variables de índole económica más que por aspectos puramente técnicos en la minería, tales como el costo de insumos, el precio del mineral y los subproductos, así como los costos vinculados a la mina y la planta. Esta tesis permitió a través de sus conclusiones abordar y comprender mejor el análisis de costos y evaluar desde un punto estructural los retornos económicos por inversión.

Verasay (2013), investigó acerca de la “Aplicación de las herramientas de costos y gestión a las actividades mineras”. El propósito de este trabajo, consiste en realizar una contribución para aquellos profesionales dedicados a los altos cargos de

los proyectos con cargos en la Dirección, Gerencia o Gestión, ofreciendo una perspectiva sobre la implementación de herramientas de gestión de costos en actividades exploratorias. En cuanto a las conclusiones, se señala la necesidad de analizar transversalmente el negocio para identificar aquellas actividades que realmente aportan valor. Además, debido a la cadena de actividades derivadas de la ejecución de un proyecto, destaca la importancia del trabajo en equipo, con el respaldo constante y el compromiso sólido de cada responsable de área. Indudablemente, realizar un análisis transversal y el enfoque colaborativo redundarán tanto en la gestión eficiente de costos, como en la mejora de la calidad de la información y, por ende, en mejores resultados para la compañía.

López (2008), llevó a cabo una investigación sobre el “Análisis y gestión de costos en explotación minera a cielo abierto”. Con el propósito de titularse como Ingeniero Civil de Minas. El propósito general de este estudio, consistió en emplear principios del costeo basado en actividades para la creación de una gestión de costos y sistema de análisis. Esto posibilita el análisis de los costos de operaciones pasadas y la estimación de costos para situaciones nuevas. Concluyendo que destaca que el empleo de datos operativos en el establecimiento de relaciones como $\text{insumo} = f$ [factor causal] facilita el desarrollo de modelos de estimación de costes con validez con un amplio rango.

El uso de sistemas contables convencionales es impracticable, ya que su aplicabilidad se restringe al entorno próximo al balance contable que genera los coeficientes insumo/proceso. Las relaciones fundamentales establecidas están vinculadas a la estimación de neumáticos, energía eléctrica, explosivos y petróleo, representando aproximadamente un 59 % de los costes totales y un 32,9 % del costo total. Otros insumos no pueden ser calculados debido a la falta de datos, escasa información detallada o la alta variabilidad del insumo. Los factores causales relevantes incluyen toneladas-kilómetro, horas operativas y toneladas tronadas. El modelo permite estimar costos de insumos con errores menores al 3 %. Para el promedio mensual de 2005 y 2006, los errores fueron de -2,35 % y 1,13 % respectivamente. Las relaciones $\text{insumo} = f$ [factor causal] son la base para desarrollar un sistema interno que mejora la gestión del uso de insumos.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Costo

Todas las empresas ya sea que estén relacionadas al rubro minero o no, incurren en diversos costos, estos a su vez son necesarios para la producción y/o fabricación de diversos productos y servicios. Muchas veces los costos son mal administrados por su deficiente y en algunos casos nulo control, esto provoca que las empresas se excedan en consumos de diversos accesorios y partes, así como combustibles y lubricantes, entre otras cosas más, lo cual provoca pérdidas sistemáticas de dinero y por ende reducción en los beneficios económicos de la empresa. En ese sentido y comprendiendo el rol importante que los costos tienen en una empresa es necesario definirlo; un costo es un egreso de dinero que una compañía inevitablemente incurre para la producción de diversos objetos y/o servicios donde se espera un retorno de dinero producto de la venta de los mismos, generando así un beneficio económico para la empresa (Mallo et al., 2000).

3.2.1.1. Tipos de costos

Para el caso de la presente tesis y según la metodología Caterpillar los costos se pueden dividir de la siguiente manera:

A. Costos de propiedad o posesión

De acuerdo con Velázquez (2022), son aquellos costos que se incurren al realizar una adquisición de una máquina, equipo, etc. Estos costos representan un egreso continuo de dinero para el propietario o dueño del bien adquirido, entre estos se encuentran:

- a. Valor de adquisición.
- b. Valor de rescate.
- c. Interés de capital invertido.
- d. Seguros.
- e. Almacenaje.

B. Costos de operación

Sánchez (2021) precisa que son aquellos costos que se incurren al hacer funcionar o trabajar un equipo y/o máquina, etc. Entre estos se encuentran:

- a. Mantenimiento.
- b. Reparaciones.
- c. Combustible.
- d. Lubricantes.
- e. Filtros.
- f. Neumáticos y/u orugas.
- g. Herramientas de cortes.

3.2.2. Metodología NTP Nro. 035 2010

La NTP Nro. 035 2010, es una norma técnica peruana perteneciente y publicada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, la cual titula: “Elementos para la determinación del costo horario de los equipos y la maquinaria del sector construcción”, y proporciona una metodología para calcular los costos de operación y posesión de un equipo y maquinaria que intervienen en el proceso de construcción de fácil y sencilla de aplicación.

Debido al gran desarrollo constructivo que se viene dando a nivel nacional era necesario brindar a todos los interesados en el tema (profesionales, entidades públicas y privadas) un marco básico que organice, aclare y facilite la determinación del costo operativo real de los equipos.

3.2.3. Metodología Komatsu

La metodología Komatsu es similar a la Metodología CAT pero difiere en algunos puntos como son el cálculo para hallar el costo de interés, seguros y el costo generado por los impuestos no son tomados en cuenta.

Sin embargo, a diferencia de la Metodología CAT, la facilidad de aplicación es una de las mayores ventajas de esta metodología otra diferencia que se puede mencionar es la aplicación de planillas diseñadas y ampliamente difundidas para calcular los costos de operación y posesión.

3.2.4. Metodología Caterpillar

La metodología de Caterpillar para estimar los costos de operación y posesión se encuentra detallada en los manuales de Caterpillar en sus diversas ediciones, esta metodología presenta varias ventajas y es muy sencilla de aplicación sin embargo tiene algunas limitaciones básicamente por las tasas de impuestos, seguros e intereses aplicados en la adquisición de equipos mineros, en palabras de Caterpillar se da la siguiente recomendación al utilizar esta metodología Caterpillar (2014): El enfoque de depreciación de la maquinaria propuesto en este manual no se fundamenta en las consideraciones tributarias, ni guarda relación con las mismas. Se trata de una amortización lineal simple que se basa exclusivamente en el número de años y horas que el propietario planea utilizar la máquina durante el periodo de tenencia. Por lo tanto, es esencial seleccionar con atención los periodos de depreciación, y asegurarse de que el coste de posesión y operación se calcule en función de los periodos de tenencia y las horas reales de utilización de la máquina, en lugar de basarse en el tiempo de amortización fiscal.

3.2.5. Comparativo entre metodologías

Se presenta a continuación un resumen de las diferentes metodologías anteriormente expuestas:

	NTP N. 035	Komatsu	Caterpillar
Equipo	Si considera	Si considera	Si considera
Periodo de posesión	Si considera	Si considera	Si considera
Precio de entrega	Si considera	Si considera	Si considera
Neumáticos	Si considera	Si considera	Si considera
Precio de entrega menos neumáticos	Si considera	Si considera	Si considera
Depreciación	Si considera	Si considera	Si considera
Inversión	Si considera	Si considera	Si considera
Seguro	Si considera	Si considera	Si considera
Impuestos	-	-	Si considera
COSTO DE POSESION	Igual	Igual	Igual
Combustible	Si considera	Si considera	Si considera
Lubricantes	Si considera	Si considera	Si considera
Neumáticos	Si considera	Si considera	Si considera
Grasa y filtros	Si considera	Si considera	Si considera
Reparaciones	Si considera	Si considera	Si considera
Elementos de desgaste especial	Si considera	Si considera	Si considera
COSTO DEL OPERADOR	Si considera	Si considera	Si considera
COSTO DE OPERACION	Igual	Igual	Igual

Tabla 6. *Tabla resumen de las diferencias entre metodologías*

3.2.5.1. Costos de posesión según método Cat

El Manual de Rendimiento Caterpillar 44 CAT (2014), establece que para determinar los costos de posesión se debe considerar los siguientes elementos:

A. Precio de entrega al cliente

Es el precio que debe abarcar todos los gastos asociados a poner la máquina en funcionamiento en la ubicación deseada por el cliente, está incluido el transporte de la máquina, esto también debe incluir los repuestos y los impuestos sobre la venta también está incluido. Las máquinas equipadas con neumáticos se consideran elementos sujetos a desgaste, y estos son contemplados como parte de los costos operativos.

B. Valor residual al momento del reemplazo

La consideración del valor de reventa o su utilización como parte de pago emerge como un elemento crucial al tomar decisiones de compra, ya que representa una vía para disminuir las inversiones que deben ser recuperadas mediante la depreciación.

El valor de reventa de la máquina se utiliza como elemento clave para calcular los costos por hora en cuanto a posesión y operación. En transacciones de equipos usados, este valor es determinante, ya que indica el desgaste acumulado a lo largo de los años y el número de horas de uso. Este aspecto se refleja concretamente en la venta de la máquina como parte de pago, siendo la fuente de Cat una referencia confiable para establecer valores actualizados de equipos.

Es posible emplear los indicadores gubernamentales de costes de maquinaria de construcción o consultar los registros de precios proporcionados por los distribuidores para realizar el cálculo de la tasa de inflación durante el período de vida útil respectivo.

Una alternativa para calcular el valor residual implica comparar el valor actual de la máquina usada con el costo actual de una máquina nueva, siempre y cuando no hayan ocurrido cambios significativos en el producto.

Valor que debe recuperarse mediante el trabajo

$$\frac{\text{Precio de entrega} - \text{resultados del valor residual estimado}}{\text{total de horas de uso}}$$

C. Interés

La mayoría de propietarios añaden los impuestos en los gastos por hora relacionados con la posesión y operación, mientras que algunos los contemplan como costos generales indirectos de la operación global.

El interés se conceptualiza como el gasto asociado al uso del capital. Al adquirir un equipo, se debe tener en cuenta el interés, ya que la máquina puede ser obtenida de manera directa o a través de financiamiento.

$$\text{Interés} = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] * \% \text{ de tasa de interés simple}}{\text{horas/año}}$$

Donde:

N : Número de años

P : Precio de entrega

S : Valor de salvataje

D. Seguro e impuestos

Existen dos métodos para determinar los gastos relacionados con seguros y los impuestos sobre la propiedad. Además, en casos donde no se disponga de información detallada sobre el interés y los impuestos específicos de cada máquina, se pueden emplear las fórmulas siguientes:

$$\text{Seguro} = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] * \% \text{ de tasa de seguro}}{\text{horas/año}}$$

$$\text{Impuestos} = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] * \% \text{ de tasa impositiva}}{\text{horas/año}}$$

Donde:

N : Número de años

P : Precio de entrega

S : Valor de salvataje

3.2.5.2. Costos de operación según método Cat

El Manual de Rendimiento Caterpillar 44 CAT (2014), establece que para determinar los costos de operación se debe considerar los siguientes elementos

A. Consumo de combustible

La medición del consumo real de combustible debe llevarse a cabo en el terreno; sin embargo, si esto no es factible, se puede estimar a partir de la labor realizada por la máquina. Los factores a considerar son la carga del motor en tiempo real y el consumo de combustible del motor, siendo el factor la carga instantánea del motor en comparación con su capacidad máxima.

Un motor que genera continuamente su máxima potencia nominal funciona con un factor de carga del 100%.

- Las máquinas en movimiento constante sobre el terreno tienen la capacidad de alcanzar intermitentemente un factor de carga del 100% y también pueden operar durante períodos prolongados.
- Situaciones como períodos en vacío, desplazamiento de unidades de carga vacías, maniobras cerradas con aceleración parcial y operación cuesta abajo son ejemplos de condiciones que disminuyen el factor de carga.
- Los factores de carga de cada motor de máquina deben basarse en pautas generales, ya que varían según el modelo y la aplicación.
- Cada máquina cuenta con sus propias pautas de aplicación para estimar su factor de carga.

Para calcular la estimación del costo de combustible por hora, es esencial considerar el factor de carga correspondiente a la aplicación específica de la máquina, así como conocer el consumo de combustible por hora.

$$\text{Costo de combustible} = \text{Consumo por hora} * P.U. \text{ del combustible}$$

Al emplear las tablas, es crucial considerar las diferentes variables que pueden impactar el consumo de combustible. Los resultados prácticos pueden divergir de los rangos indicados, ya que estos se diseñan para abarcar una amplia gama de condiciones de operación. Los representantes están disponibles para asistir en la elección de estimaciones más realistas.

La medición del consumo de combustible se lleva a cabo al máximo rendimiento del 100%, sin interrupciones ni momentos de inactividad, y los operadores son conscientes de que están siendo evaluados, lo que podría llevarlos a no mostrar sus técnicas de operación habituales.

Modelo	Baja		Media		Alta	
	litros	gal EE.UU.	litros	gal EE.UU.	litros	gal EE.UU.
R1300G	11,3 a 15,1	3,0 a 4,0	15,1 a 18,9	4,0 a 5,0	18,9-22,7	5,0 a 6,0
R1600H	15,1 a 22,7	4,0 a 6,0	22,7 a 28,3	6,0 a 7,5	28,3 a 39,7	7,5 a 10,5
R1700G	22,7 a 26,4	6,0 a 7,0	26,4 a 34,0	7,0 a 9,0	34,0 a 45,4	9,0 a 12,0
R2900G	30,2 a 37,8	8,0 a 10,0	37,8 a 45,4	10,0 a 12,0	45,4 a 56,7	12,0 a 15,0
R3000H	33,0 a 40,0	8,7 a 10,5	40,0 a 47,0	10,5 a 12,4	47,0 a 59,0	12,4 a 15,6

Figura 4. Consumo de combustible en mina subterránea para equipos LHD.

Tomado de Caterpillar Performance.

La siguiente descripción se basa en condiciones normales de trabajo, es decir en condición habitual de trabajo:

- **Condición baja:**

En esta tarea de excavación y transporte de montones, la transferencia de mineral ocurre a nivel del suelo. Tanto el mineral como los desechos tienen baja densidad y fluyen libremente. Las condiciones de la superficie del suelo son óptimas en el punto de extracción. En cuanto a las distancias de transporte, son relativamente cortas, oscilando entre 25 y 100 metros (80 a 330 pies). Los caminos están nivelados y presentan buenas condiciones de superficie. En este escenario, se contempla un factor de carga bajo.

- **Condición media:**

En esta operación específica, la carga se realiza de manera intermitente, desde el desarrollo/producción hacia los camiones o la estación de transferencia. Las condiciones son favorables, con mineral y desechos de baja a media densidad que están adecuadamente triturados. Las superficies del suelo son normales en los puntos de extracción. En cuanto a las distancias de transporte, son de longitud moderada, oscilando entre 100 y 200 metros (330 a 660 pies). Los caminos se caracterizan por tener superficies en mal estado y pendientes ligeramente desfavorables. En este escenario, se contempla un factor de carga de nivel medio.

- **Condición alta:**

En estas circunstancias, la carga constante de material o producción se realiza desde los camiones a una altura máxima de carga o en proximidad a esta. La excavación del material se vuelve complicada, y la carga de los camiones de acarreo se realiza en superficies irregulares en el punto de extracción. Las distancias de transporte son extensas, variando entre 200 y 300 metros (660 a 990 pies). Los caminos de acarreo presentan deficiencias con pendientes adversas. En este escenario, se establece un factor de carga elevado.

- **Guía de factor de carga:**

Se debe tener en cuenta que, al aplicar estos factores de carga, estas pueden variar por una serie de aspectos, como, por ejemplo: modelo, año de fabricación, entrenamiento y experiencia del operador, entre otros, sin embargo, los siguientes son valores estándar que muy bien se pueden aplicar:

Baja: 20% a 40%.

Media: 40% a 60%.

Alta: 60% a 80%.

3.2.5.3. Costos de mantenimiento

Con respecto a los costos de mantenimiento, se deben tomar en cuenta muchas consideraciones, tales como, el costo de partes y repuestos, así como la mano de obra de personal calificado. Para saber los costos de mantenimiento el distribuidor debe elaborarlo con información del cliente sobre los trabajos realizados de la máquina (Botero, 1995).

Los costes incluyen los repuestos, piezas y la mano de obra eso se realiza a todas las maquinas con especificaciones de los manuales de la operación y mantenimiento suministrados.

Siempre se consulta al distribuidor para saber los costos de mantenimiento y este mismo elabora la estimación por el PM.

3.2.5.4. Neumáticos

El costo de neumáticos según Yepes (2023) es muy importante para las maquinas que son a ruedas, es difícil estimar ya que hay muchas variables.

Las proyecciones de la duración de los neumáticos se fundamentan en la información y la experiencia práctica del cliente, y se toman en cuenta los costos que el dueño de la máquina desembolsa por los neumáticos de repuesto.

Cálculo de la vida útil de los neumáticos.

- Las curvas no posibilitan la incorporación de la vida útil adicional debido a la opción de recauchutado, y no se aconseja que los neumáticos nuevos operen hasta su desgaste total.
- En el caso de las máquinas estándar, la elección de neumáticos opcionales puede incrementar o disminuir el valor de las curvas.
- La ocurrencia de fallos, como el reventón de neumáticos por exceso de velocidad, no se tiene en cuenta.

La industria de los neumáticos en diversas oportunidades desarrollo varias metodologías para calcular la vida útil de los neumáticos, tal es el caso de Goodyear, la cual es una metodología que toma en cuenta diversas variables como son: las condiciones de la vía, el estado de los equipos y tipo de trabajo a desarrollar, entre otros factores a considerar (Pozo y Pujaico, 2019). Sin embargo y dado lo abarcante de esta investigación no se aplicará esta metodología para hallar la vida útil de los neumáticos.

– **Zonas de aplicación:**

Baja/Zona A:

El desgaste de los neumáticos son completamente la banda de rodadura debido a la abrasión.

Media/Zona B:

El desgaste es normal, pero hay fallas son prematuras por los cortes con rocas, perforaciones no reparables.

Alta/Zona C:

El desgaste es muy poco de los neumáticos desgatan completamente la banda de rodadura debido a daños no reparables.

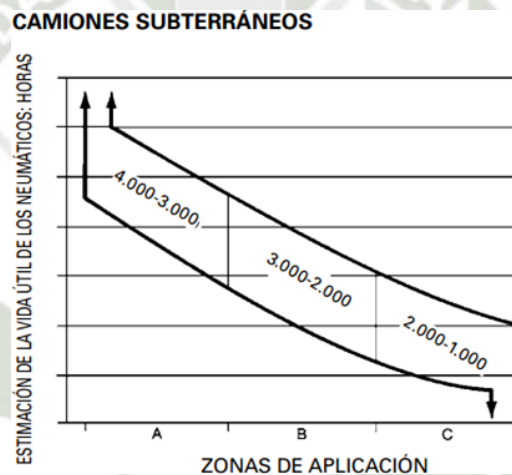


Figura 5. Zonas de desgaste en neumáticos.
Tomado de Caterpillar performance

3.2.6. Estimación de la vida útil de los neumáticos de las unidades de acarreo

La tarifa de los neumáticos de recambio debe ser adquirida exclusivamente de las fuentes locales de las empresas de neumáticos. En el proceso de estimación de los gastos relacionados con la posesión y operación, el costo total de reemplazo de los neumáticos se sustrae del precio de entrega de la máquina, obteniendo así una cifra neta con propósitos de depreciación.

$$\text{Costo por hora de los neumáticos} = \frac{\text{Costo de reemplazo de los neumáticos}}{\text{Vida útil de los neumáticos en horas}}$$

La aplicación de recauchutado tiene el potencial de disminuir el gasto asociado a los neumáticos por hora.

3.2.7. Costos de reparación

Para saber los costos de reparación lo más indicado es consultar al distribuidor Cat más cercano a cualquier mina, para que este elabore los cuadros de costos de reparación o resumen estructural de costos, esto permitirá tener información más confiable a la hora de realizar cálculos, sin embargo, esto resulta muy difícil ya que contratar los servicios de un distribuidor Cat resulta muy costoso (CATERPILLAR, 2014).

Las reparaciones y la durabilidad de los componentes desempeñan un papel crucial en los costos de operación, abarcando todas las partes y el trabajo directamente relacionado con la máquina. Los costos de reparación por hora de una máquina siguen un patrón, aunque este patrón se presenta como una curva ascendente uniforme. Ya que cuando empieza el costo de operación empieza de un nivel bajo y aumenta gradualmente con el tiempo, estos costos se alzan por el tipo de desgaste que tiene la máquina, con otra alternativa se puede tomar un promedio de reparación que ofrece un gráfico lineal y es preferida por algunos propietarios.

- Los factores que actúan son los que afectan la vida útil de los componentes principales.
- También se debe saber si la reparación se hace antes o después de la falla.

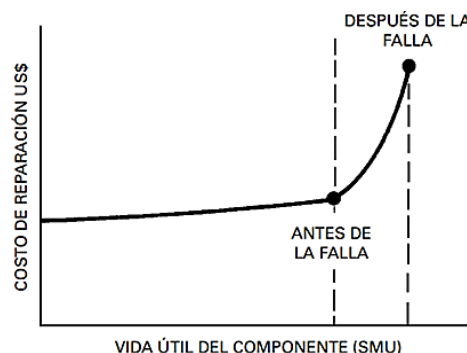


Figura 6. Zonas de desgaste en neumáticos.
Tomado de Caterpillar performance.

3.2.8. Piezas de desgaste especiales

La totalidad de los gastos asociados a los elementos propensos al desgaste considerable, dientes del cucharón, revestimientos de caja están incluidos. Los costos varían de acuerdo a los materiales, aplicaciones y técnicas de operación. Siempre se debe consultar con el departamento del distribuidor de Cat para precisar la vida útil y la condición en la que se encuentra la máquina.

3.2.9. Sueldo por hora de operador

La tarifa horaria del operador se determina según las escalas salariales locales, incorporando el costo por hora de los incentivos o bonificaciones vinculadas a la productividad.

3.3. Definiciones de términos usados

Se tomaron en cuenta los siguientes términos para ser definidos, los cuales fueron usados en la investigación presentada:

- **CAT.** (Caterpillar). Es una empresa y fabricante de equipos para la industria, construcción y minería, con presencia a nivel mundial y con una larga historia organizacional (CAT, 2014).
- **Contrato basado en precios unitarios.** Se trata del acuerdo formal o informal entre dos partes, que implica el pago por los precios unitarios de un trabajo realizado. Este sistema de contratación implica que la empresa contratista, asumiendo sus propios costos y riesgos, lleva a cabo una obra para el cliente conforme a las especificaciones técnicas y los precios acordados para cada uno de los ítems de la misma (DespachoMata, 2020).
- **Contrato de administración.** Se refiere al acuerdo formal o informal entre dos partes, que implica la remuneración por labores efectuadas bajo un contrato de administración. Este tipo de contrato se rige por tarifas específicas de jornales,

diarias y/o mensuales acordadas entre el cliente y la contratista para la realización de un proyecto con un propósito determinado (Arévalo, 2021).

- **Control.** Se refiere al procedimiento de examen, valoración y elaboración de informes con el propósito de garantizar el cumplimiento de los objetivos de la empresa y los planes establecidos para lograrlos (Schmidt et al., 2018).
- **Costos.** Los gastos son la inversión económica necesaria para la producción de un bien o la prestación de un servicio. En otras palabras, constituyen el esfuerzo económico (gestión empresarial, obtención de financiamiento, elaboración de un producto, adquisición de materiales, pagos de salarios, entre otros) que se requiere para alcanzar el propósito previsto a nivel operativo (CETYS, 2021).
- **Estándar.** Se trata del modelo, ejemplo o punto de referencia a seguir. En el ámbito minero, este término se emplea para describir los estándares utilizados en la gestión de los procesos productivos en las empresas mineras, como en la automatización de las operaciones de perforación y voladura, planes mineros y el control de flotas de carga y transporte (IRMA, 2018).
- **Evaluación de costos:** Proceso que implica la identificación, en términos monetarios, de la cantidad y calidad de los recursos requeridos para ejecutar una orden de trabajo (Eby, 2017).
- **Gestión.** El término gestión se refiere a la acción y al resultado de administrar o dirigir algo. En este contexto, gestionar implica llevar a cabo las diligencias necesarias para llevar a cabo una operación comercial o cumplir con cualquier deseo (Pérez, 2021).

- **Mano de obra.** Constituye el recurso de trabajo primordial en la mayoría de proyectos planificados y emprendidos, desempeñando un papel crucial en el logro de las metas mensuales y del proyecto en su totalidad (Administración de Empresas, 2007).
- **Margen de ganancia.** Se refiere al porcentaje o monto monetario que representa la utilidad de una empresa en una evaluación parcial o global de un proyecto. Este porcentaje se obtiene mediante la relación entre la ganancia de la evaluación (venta - costo) y la venta realizada. Por lo general, una ganancia que supere el 10 % se considera rentable (Hernández, 2011).
- **Materiales.** Se refieren a los suministros esenciales y adicionales requeridos para la ejecución de tareas en un proyecto, los cuales serán utilizados por la mano de obra y los equipos (Arrieta, 2011).
- **Optimizar.** Consiste en llevar algo a su punto óptimo para obtener los mejores resultados. Implica planificar actividades de manera que se maximicen los resultados (Sydle, 2023).
- **Precios unitarios.** Representan la síntesis de rendimientos y proporciones de recursos necesarios para realizar una tarea específica. Estos precios se expresan en una unidad de costo por unidad (Balanda, 2005).
- **Recurso.** Es la fuente o suministro del cual se obtiene un beneficio (Suárez y Ibarra, 2020).
- **Rendimiento.** Dentro del ámbito empresarial, el rendimiento se refiere al resultado deseado efectivamente logrado por cada unidad que lleva a cabo una actividad. La unidad puede ser un individuo, un equipo, un departamento o una sección de una organización (Irurita y Villanueva, 2012).

- **Rentabilidad económica.** Corresponde al beneficio que obtiene la empresa antes de deducir los impuestos, gastos financieros e intereses que debe pagar por llevar a cabo su actividad económica (Belmonte, 2021).
- **Rentabilidad financiera.** Hace referencia a los beneficios obtenidos a través de ciertos recursos en un periodo temporal específico (Belmonte, 2021).
- **Rentabilidad.** Se refiere al beneficio o renta expresado de manera relativa o porcentual en relación con otra magnitud económica, como el capital total invertido o los fondos propios. A diferencia de los conceptos de renta o beneficio expresados en unidades monetarias absolutas, la rentabilidad se expresa porcentualmente (Belmonte, 2021).
- **Sistema de costos.** Conjunto de cuentas, a menudo auxiliares al mayor general, mediante el cual se calcula el costo de productos, procesos o servicios (Gómez, 2004).
- **Sistema.** Es la reunión de elementos o partes organizadas de acuerdo con un procedimiento, norma o ley, de manera ordenada y relacionada entre sí, que contribuyen a un objetivo o función específica (González, 2011).
- **Situación económica.** Es la capacidad de la empresa para generar un resultado, ya sea positivo o negativo. La evaluación de la situación económica se realiza a través del estado de situación (López et al., 2021).
- **Situación financiera.** Se refleja en el resultado obtenido en un periodo determinado (ya sea pérdida o ganancia), se presenta en el estado de resultados. La situación financiera, por otro lado, representa la capacidad de la empresa para cumplir con sus deudas y se refleja en el estado de situación financiera (López et al., 2021).

- **Valorización.** Consiste en una secuencia de métodos empleados para calcular el costo de mercancías almacenadas y suministros, productos terminados, productos en proceso, productos manufacturados, inventarios, ventas. La contabilidad ha aplicado diversas técnicas de valoración para presentar de manera adecuada el valor y las ganancias en los estados financieros (Trujillo, 2020).





CAPITULO VII

4. Análisis de precios unitarios

4.1. Scoop CAT R1600H

Actualmente la compañía minera Kolpa cuenta con 25 equipos de carguío – acarreo, entre ellos 19 scoop´s y 6 micro scoop´s, estos equipos son utilizados en el carguío y acarreo de mineral y/o desmonte en las diferentes labores mineras, así como en la limpieza de mineral de los tajos. En este caso para analizar los precios unitarios de este tipo de equipos se eligió el scooptram CAT R1600H con código EQ 023 y cuya capacidad nominal es 6.0 yd³, el motivo por el cual se tomó esta decisión es porque este equipo es uno más utilizados por gran capacidad.

4.2. Características operativas

La información con respecto a las características operativas del scoop EQ 023 es proporcionada por el fabricante y están relacionadas al desempeño del equipo en condiciones de trabajo en campo:

CÓDIGO	EQ 023
Equipo	Scoop 6.0 yd ³
Marca	CAT
Modelo	R1600H
Capacidad	6.0 YD ³
Tipo	DIESEL
Horas Mínimas / Mes	225
Disponibilidad Mecánica	> 80%
Potencia Del Motor	279

Tabla 7. Características operativas

4.3. Características técnico - económicas

Las características técnicas – económicas del scoop EQ 023 se detalla en la lista de a continuación, sin embargo, es necesario detallar que la información del consumo de combustibles y lubricantes, así como la frecuencia del mantenimiento provienen de campo:

Precio de Entrega \$	620000.00
Precio a ser Depreciado \$	602000.00
Precio (soles/hora)	474.89
Precio (\$/hora) + combustible	139.67
Precio (\$/hora) sin combustible	116.18
Costo de Combustible (\$/hr)	23.49
Consumo de Combustible (gl/hr)	7.60
Precio de Neumáticos (4 Llantas)	18000.00
Precio a ser depreciado (en soles)	2046800.00
T.C	3.40
Vida Económica (en horas)	13500.00
Vida Económica (en años)	5.0
Horas por mes	225.00
Valor de rescate (20%)	409360.00
Porcentaje de intereses Bancarios	0.06
Porcentaje de Intereses por Seguro	0.015
Consumo combustible por Guardia	45.63
Vida útil de Llantas	2300.00
Precio unitario por Llanta	4500.00
Costo por Depreciación	1637440.00
Costo por Depreciación Mensual	27290.67
Costo por Intereses (6%)	10285.42
Costo por Seguros (1.5%)	2046.80
Costo Total Propiedad Mensual	39622.89
Lubricantes	9905.72
Mantto. Preventivo y Reparaciones	29717.17
Costo de Reposición de Llantas	6120.00
Costo de Operación Directo	45742.89
SEGURO TRECK	3513.33
Total, Costo Mensual En Soles	88879.12
Total, Costo Por Hora En Soles	395.01

Tabla 8. Características técnico – económicas

4.4. Metodología Caterpillar para el SCOOP EQ 023

En esta parte utilizaremos la metodología Cat para calcular el costo horario del scoop EQ 023:

Ítem	Descripción	Valor
A	Designación de la maquina	EQ 023
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 225 * 12$	2700.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 2700 * 5$	13500.00
Costo de posesión		
1	a. Precio de entrega (\$)	62000.00
	b. Precio de neumáticos (\$) $PN = 4500 * 4$	18000.00
	c. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 62000.00 - 18000.00$	60200.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 60200.00 * 0.20$	12040.00
3	a. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 60200.00 - 12040.00$	48160.00
	b. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{48160.00}{13500.00}$	35.67
4	Costo por interés (\$/hr) $I = \frac{[\frac{P(N + 1) + S(N - 1)}{2N}] \times \% \text{ de tasa de interes simple}}{\text{horas/año}}$ $I = \frac{[\frac{60200.00(5 + 1) + 12040.00(5 - 1)}{2 * 5}] \times 0.06}{2700}$	9.09
5	Costo por seguro (\$/hr) $S = \frac{[\frac{P(N + 1) + S(N - 1)}{2N}] \times \% \text{ de tasa de seguro}}{\text{horas/año}}$ $S = \frac{[\frac{60200.00(5 + 1) + 12040.00(5 - 1)}{2 * 5}] \times 0.015}{2700}$	2.27
Costo de posesión		47.03
6	Costo de combustible (*)	23.49
7	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 47.03 * 0.25$	11.75
8	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 4500 * 1.20}{12 * 225}$	8.00
9	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 47.03 * 0.75$	35.27
10	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{62000 * 0.02}{12 * 225}$	4.59
Costo de operación		59.61
Costo total de posesión y operación		106.64

(*) No se toma en cuenta el consumo del combustible porque este es dado por la empresa titular con precio cero.

Según la metodología aplicada el costo horario para el scoop EQ 023 es de 106.64 \$/hora, esto es definitivamente menor al aplicado actualmente según contrato, cuyo valor es 116.17 \$/hora (395.01 S/hora), existiendo una diferencia de 9.53 \$/hora, sin duda es algo significativo tomando en cuenta que estos equipos trabajan 15 horas al día en promedio.

4.5. SCOOP MS 019

De la misma manera que el procedimiento anterior se calculara el costo horario para el equipo MS 019, se debe tener en cuenta que este equipo es el más pequeño que se dispone en la mina, ya que su capacidad es de 0.7 yd³ (0.53 m³), para hacernos una idea más general del comportamiento de los costos unitarios se tomó como referencia el equipo más grande, así como el más pequeño.

4.6. Características operativas

La información con respecto a las características operativas del scoop MS 019 es proporcionada por el fabricante y están relacionadas al desempeño del equipo en condiciones de trabajo en campo:

Código	MS 019
Equipo	Scoop 0.7 yd ³
Marca	-
Modelo	TRD 312
Capacidad	0.7 yd ³
Tipo	DIESEL
Horas Mínimas / Mes	227
Disponibilidad Mecánica	> 80%
Potencia Del Motor	165

Tabla 9. *Características operativas*

4.7. Características técnico - económicas

Al igual que el equipo anterior las características técnicas – económicas del scoop MS 019 se detallan a continuación:

Precio de Entrega \$	200000.00
Precio a ser Depreciado \$	192000.00
Precio (soles/hora)	150.46
Precio (\$/hora) + combustible	44.25
Precio (\$/hora) sin combustible	38.08
Costo de Combustible (\$/hr)	6.18
Consumo de Combustible (gl/hr)	2.0
Precio de Neumáticos (4 Llantas)	8000.00
Precio a ser depreciado (en soles)	652800.00
T.C	3.40
Vida Económica (en horas)	13500.00
Vida Económica (en años)	5.0
Horas por mes	227.00
Valor de rescate (20%)	130560.00
Porcentaje de intereses Bancarios	0.06
Porcentaje de Intereses por Seguro	0.015
Consumo combustible por Guardia	12.00
Vida útil de Llantas	2300.00
Precio unitario por Llanta	2000.00
Costo por Depreciación	522240.00
Costo por Depreciación Mensual	8704.00
Costo por Intereses (6%)	3280.40
Costo por Seguros (1.5%)	652.80
Costo Total Propiedad Mensual	12637.20
Lubricantes	3159.30
Mantto. Preventivo y Reparaciones	9477.90
Costo de Reposición de Llantas	2720.00
Costo de Operación Directo	15357.20
SEGURO TRECK	1133.33
Total, Costo Mensual En Soles	29127.74
Total, Costo Por Hora En Soles	129.46

Tabla 10. Características técnicas- económicas

4.8. Metodología Caterpillar para el SCOOP MS 019

Los siguientes cálculos se realizarán según la metodología Cat.

Ítem	Descripción	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ 019
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 227 * 12$	2724.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 2724 * 5$	13620.00
Costo de posesión		
1	d. Precio de entrega (\$)	200000.00
	e. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2000 * 4$	8000.00
	f. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 200000.00 - 8000.00$	192000.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 192000.00 * 0.20$	38400.00
3	c. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 192000.00 - 38400.00$	153600.00
	d. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{153600.00}{13620.00}$	11.27
4	Costo por interés (\$/hr) $I = \frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \times \% \text{ de tasa de interes simple}$ $I = \frac{[192000.00(5+1) + 38400.00(5-1)] \times 0.06}{2 * 5 * 2724}$	2.87
5	Costo por seguro (\$/hr) $S = \frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \times \% \text{ de tasa de seguro}$ $S = \frac{[192000.00(5+1) + 38400.00(5-1)] \times 0.015}{2 * 5 * 2724}$	0.72
Costo de posesión		14.86
6	Costo de combustible (*)	6.18
7	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 14.86 * 0.25$	3.71
8	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 227}$	3.52
9	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 14.86 * 0.75$	11.14
10	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{200000 * 0.02}{12 * 227}$	1.46
Costo de operación		26.01
Costo total de posesión y operación		40.87

(*) No se toma en cuenta el consumo del combustible porque este es dado por la empresa titular con precio cero.

Según la metodología aplicada el costo horario para el scoop MS 019 es de 40.87 \$/hora, este valor es menor al costo considerado en los contratos cuyo valor es 45.72 \$/hora existiendo una diferencia 4.85 \$/hora.

4.9. Costos de operación y posesión de los diversos equipos

Como anteriormente se comentó que la compañía minera Kolpa, cuenta en forma de alquiler con 7 scoop's los cuales pertenecen a la ECM MCEISA. Se resumen en el siguiente cuadro los costos de posesión y operación de todos esos equipos:

EQUIPO	C. POSESION(\$)	C. OPERACION (\$)	TOTAL (\$)
EQ 021	36.93	71.60	108.53
EQ 022	33.99	64.50	98.49
EQ 023	47.03	59.61	106.64
EQ 024	33.99	64.50	98.49
EQ 025	26.51	55.23	81.74
EQ 026	14.07	40.54	54.61
MS 019	14.86	26.01	40.87

Tabla 11. Costos de operación y posesión

Los costos de posesión y operación de los equipos EQ 023 y MS 019 ya se calcularon anteriormente y el análisis de los costos de operación y posesión de los demás se encuentran en los anexos 01, 02, 03, 04 y 05.

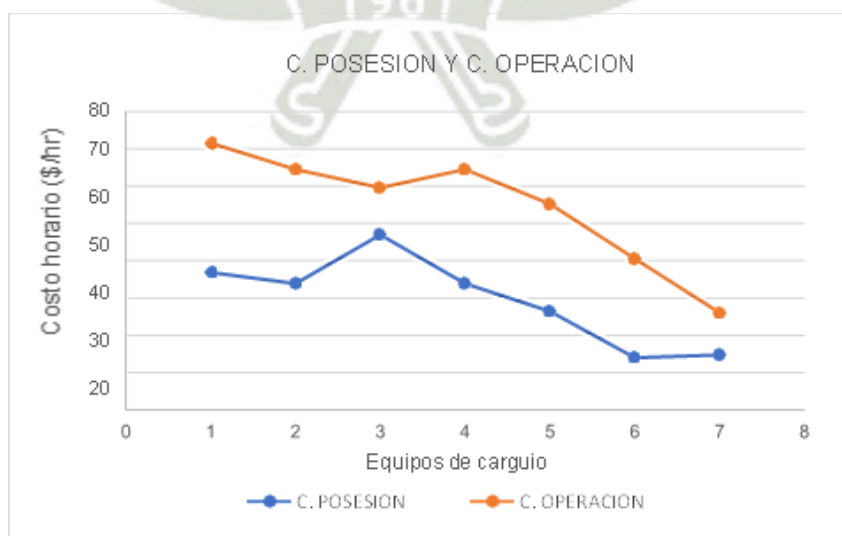


Figura 7. Costos de operación y posesión

En todos los casos se puede verificar que los costos de operación exceden a los costos de posesión y esto se debe básicamente a que en muchos de ellos el mantenimiento, combustible y horas de trabajo (estimado) difieren uno de otro por su antigüedad, ubicación y mantenibilidad.

Del anterior análisis se puede observar que existen diferencias significativas las cuales se resumen en la siguiente tabla:

EQUIPO	M. CAT (\$/hora)	CONTRATO (\$/hora)	VARIACION (\$/hora)	COND.	DETALLE
EQ 023	106.64	116.17	9.53	+	La ECM MCEISA pierde
EQ 019	40.87	45.72	4.85	+	La ECM MCEISA pierde
			14.38		

Tabla 12. Diferencia de los costos

En ambos equipos analizados se puede concluir que hay una ganancia para MCEISA y la para la empresa titular o sea para la minera Kolpa, una pérdida, hablamos de un promedio de 7.19 \$/hora si a este valor consideramos que son 7 los equipos scoop's alquilados por MCEISA, entonces se puede deducir la empresa Kolpa pierde al año 271782 USD., sin lugar a dudas una cantidad nada pequeña.

4.10. Análisis estadístico

Según la metodología aplicada anteriormente, los costos horarios de los equipos propuestos con la metodología Cat y los aplicados en la actualidad, se muestran en la siguiente tabla:

Nro.	EQUIPO	EMPRESA	MODELO	COSTO H. (x_1)	COSTO H. (x_2)	DIFERENCIA (\$/hr)
01	Scoop EQ 021	MCEISA	ST1030	108.54	114.60	6.06
02	Scoop EQ 022	MCEISA	ST7	98.50	102.30	3.80
03	Scoop EQ 023	MCEISA	R1600	106.64	116.17	9.53
04	Scoop EQ 024	MCEISA	R1300	98.50	102.30	3.80
05	Scoop EQ 025	MCEISA	LH203	82.35	85.60	3.25
06	Scoop EQ 026	MCEISA	LH202	54.62	59.56	4.94
07	M. Scoop 019	MCEISA	TRD312	40.87	45.72	4.85

Tabla 6. Análisis estadístico

Tomando en cuenta los datos anteriores, se calculará la desviación estándar para verificar si los costos aplicados tienen un comportamiento normal con respecto a los costos aplicados:

La siguiente formula es de amplia aplicación para calcular la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

S : Desviación estándar (para muestras)

n : Numero de observaciones

x : Numero de datos

\bar{x} : Media simple de datos

Para hallar el error de los datos tomados se aplicará la siguiente formula:

$$\varepsilon = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

ε : Error (para muestras)

S : Desviación estándar

n : Numero de observaciones

Nro.	EQUIPO	x_1	x_2	\bar{x}	S	ε
01	EQ 021	108.54	114.60	111.57	4.29	3.03
02	EQ 022	98.50	102.30	100.40	2.69	1.90
03	EQ 023	106.64	116.17	111.40	6.74	4.76
04	EQ 024	98.50	102.30	100.40	2.69	1.90
05	EQ 025	82.35	85.60	83.97	2.30	1.62
06	EQ 026	54.62	59.56	57.09	3.49	2.47
07	MS 019	40.87	45.72	43.59	3.43	2.42

Tabla 7. Cálculo de desviación

Se puede apreciar que el error (ϵ) es menor a la desviación estándar (S), en este caso se tomara como referencia la desviación estándar, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

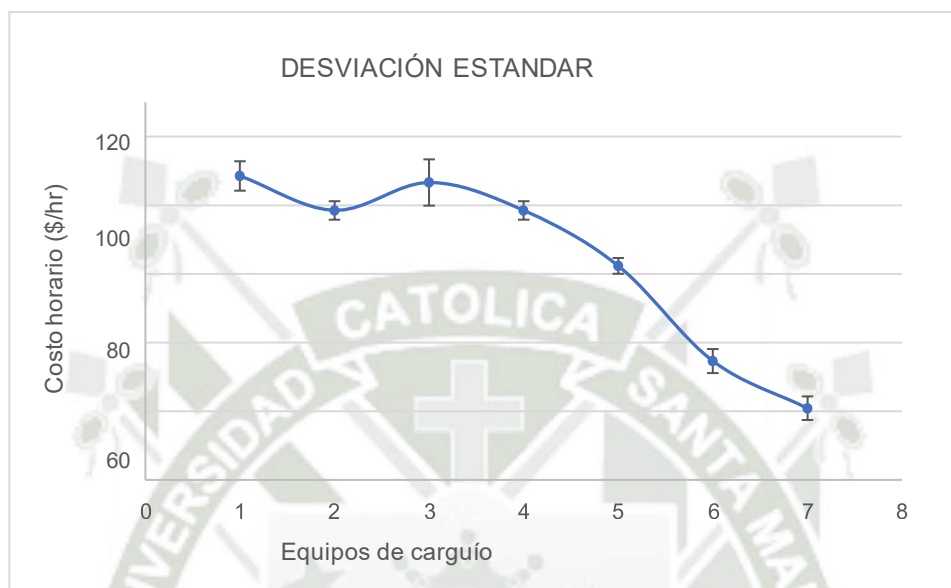


Figura 8. Desviación estándar

De la gráfica anterior se puede inferir que ningún precio unitario aplicado al alquiler de equipos de carguío y acarreo, se encuentra dentro de los límites de la desviación estándar (S), el resumen del análisis hecho se encuentra en la siguiente tabla:

Nro.	EQUIPO	x_1	x_2	$x_2 - x_1$	S	Δx
01	EQ 021	108.54	114.60	6.06	4.29	1.77
02	EQ 022	98.50	102.30	3.80	2.69	1.11
03	EQ 023	106.64	116.17	9.53	6.74	2.79
04	EQ 024	98.50	102.30	3.80	2.69	1.11
05	EQ 025	82.35	85.60	3.25	2.30	0.95
06	EQ 026	54.62	59.56	4.94	3.49	1.45
07	MS 019	40.87	45.72	4.85	3.43	1.42
TOTAL (\$/hr)						10.60

Tabla 15. Precio unitario

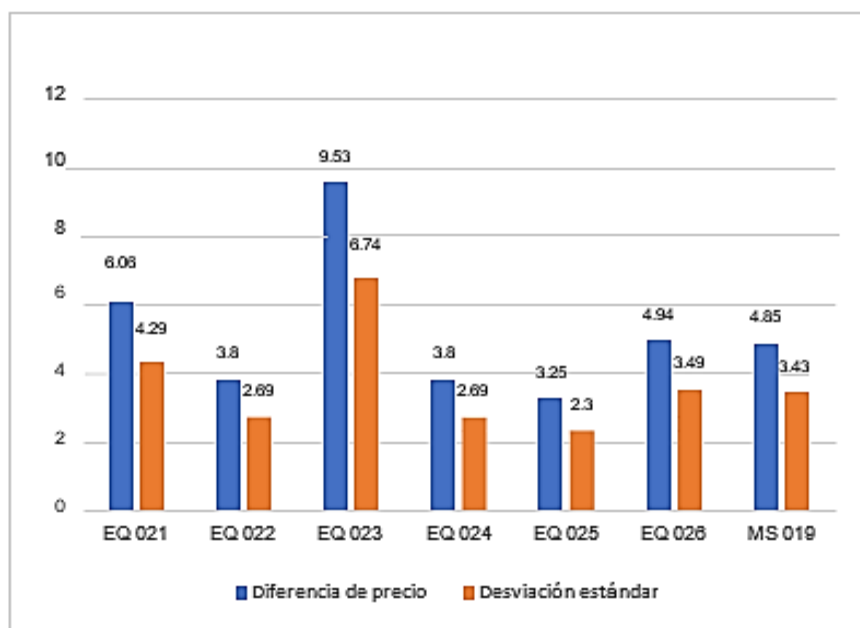


Figura 9. Diferencia de precio- Desviación estándar

El análisis hecho anteriormente demuestra que hay un exceso total de 10.60 \$/hr en la aplicación de los precios unitarios de alquiler en los equipos de carguío y acarreo pertenecientes a MCEISA.

Por otro lado, para tener una idea de la pérdida total incurrida al alquilar los equipos de carguío y acarreo por parte de Kolpa S.A., se necesita las horas trabajadas por estos equipos durante entre los meses de junio y diciembre 2022, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Nro.	EQUIPO	2022							TOTAL (hr)
		JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	
01	EQ 021	465.50	435.50	425.50	465.50	465.50	510.00	282.50	3050.00
02	EQ 022	246.00	480.00	385.00	480.00	495.50	462.50	502.50	3051.50
03	EQ 023	430.50	405.00	420.50	430.50	430.50	435.50	425.50	2978.00
04	EQ 024	510.00	370.50	495.00	510.50	480.00	445.00	385.00	3196.00
05	EQ 025	283.50	495.50	395.50	495.50	430.50	405.00	420.50	2926.00
06	EQ 026	502.50	483.50	458.50	468.50	500.50	495.00	502.50	3411.00
07	MS 019	485.50	480.50	395.50	485.50	485.50	485.50	485.50	3303.50

Tabla 16. Pérdida total

La siguiente tabla muestra la pérdida de dinero por el solo hecho de no revisar y reevaluar los precios unitarios de alquiler de los equipos de MCEISA. Esta información permitió convencer a los jefes de las áreas de contratos y costos para que pudieran revisar y ajustar los precios unitarios de alquiler de equipos.

Nro.	EQUIPO	EXCESO (\$/hr)	HORAS (hr)	TOTAL (\$)
01	EQ 021	1.77	3050.00	5398.50
02	EQ 022	1.11	3051.50	3387.16
03	EQ 023	2.79	2978.00	8308.62
04	EQ 024	1.11	3196.00	3547.56
05	EQ 025	0.95	2926.00	2779.70
06	EQ 026	1.45	3411.00	4945.95
07	MS 019	1.42	3303.50	4690.97
TOTAL (\$)				33058.46

4.11. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una referencia importante, que influye en la planificación y el desarrollo de las actividades de una empresa. Para una empresa es importante entender la cantidad de horas mínimas que una empresa debe alquilar sus equipos y cubrir todos sus costos operativos (posesión y operación). En una empresa que brinda servicios el punto de equilibrio indica la cantidad de horas cobrables que hay que trabajar para cubrir los costos. En resumen, el punto de equilibrio es importante, porque:

- ✓ Es importante, porque nos indica hasta qué punto una empresa puede trabajar sin perder dinero. Es importante también para planificar la utilidad.
- ✓ Se utiliza porque es necesario saber cuál es el importe de los Costos totales (costos fijos y costos variables), para que a partir de este punto se pueda saber si la empresa está ganando o está perdiendo.
- ✓ La planeación financiera es un diagnóstico que trata de identificar con anticipación los puntos fuertes y puntos débiles a corregir, a fin de destacarlos y evitar se conviertan en el futuro en un problema. Uno de los análisis es el punto de equilibrio.

Puesto que el análisis de los costos de operación y de posesión se basa en los equipos anteriormente analizados como son el MS 019 y el EQ 023, se procederá a calcular el punto de equilibrio de la empresa para estos dos equipos, para ello se empleará la siguiente ecuación:

$$PE = \frac{C_f}{CM} = \frac{C_f}{P_v - C_v}$$

Donde:

PE : Punto de equilibrio (físico), y representa la cantidad de horas que la empresa debe alquilar los equipos para cubrir los costos fijos y variables.

CM : Contribución marginal.

P_v : Precio de alquiler, en \$/hr.

C_f : Costo fijo, en \$/hr (expresado en unidades mensuales).

C_v : Costo variable, en \$/hr.

Tomando en cuenta los costos ya calculados para el MS 019:

Costo de posesión (C_f): 14.86 \$/hr

Costo de operación (C_v): 26.01 \$/hr

Precio de alquiler (P_v): 45.72 \$/hr (según contrato)

$$PE = \frac{C_f}{P_v - C_v}$$

$$PE = \frac{14.86 \frac{\$}{hr} * 170 \frac{hr}{mes}}{45.72 \frac{\$}{hr} - 26.01 \frac{\$}{hr}}$$

$$PE = 128 \frac{hr}{mes}$$

Esto significa que el equipo MS 019, debe ser alquilado 128 horas al mes como mínimo para cubrir todos sus costos y para que la empresa no pierda ni gane dinero.

Tomando en cuenta los costos ya calculados para el EQ 023:

Costo de posesión (C_f): 47.03 \$/hr

Costo de operación (C_v): 59.61 \$/hr

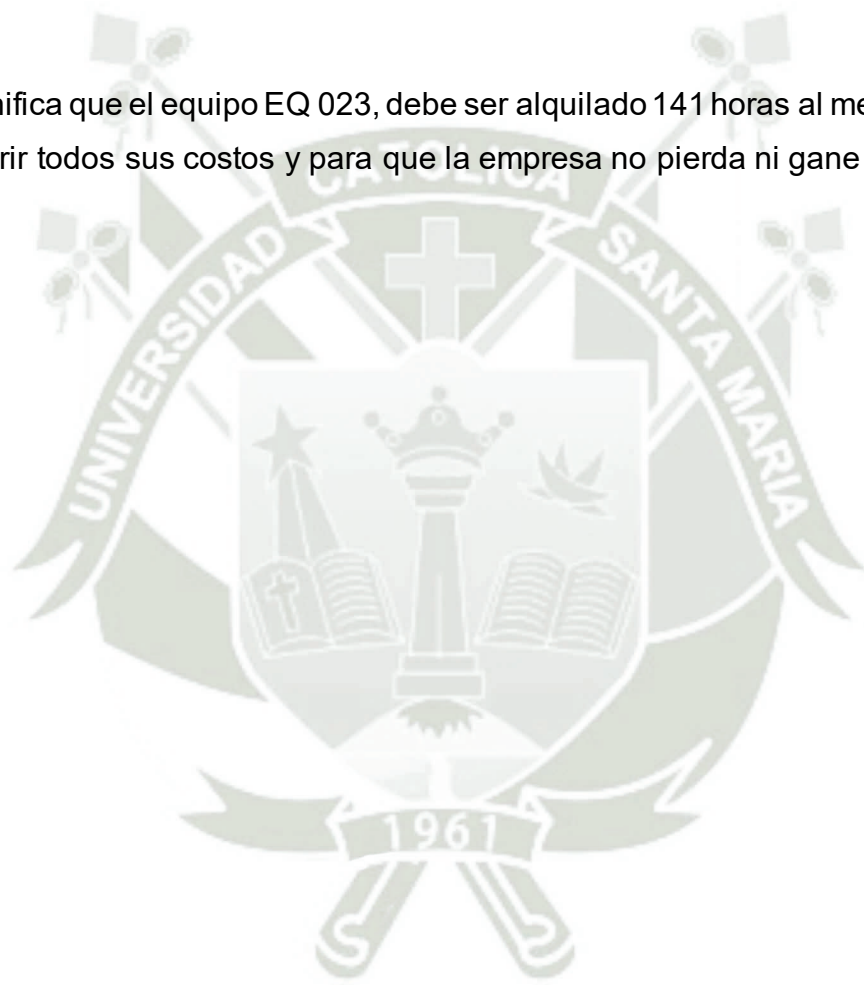
Precio de alquiler (P_v): 116.17 \$/hr (según contrato)

$$PE = \frac{C_f}{P_v - C_v}$$

$$PE = \frac{47.03 \frac{\$}{hr} * 170 \frac{hr}{mes}}{116.17 \frac{\$}{hr} - 59.61 \frac{\$}{hr}}$$

$$PE = 141 \frac{hr}{mes}$$

Esto significa que el equipo EQ 023, debe ser alquilado 141 horas al mes como mínimo para cubrir todos sus costos y para que la empresa no pierda ni gane dinero.



CONCLUSIONES

- Primera: La metodología CAT para la evaluación de precios los unitarios vigentes según contrato, es la más adecuada, ya que esta metodología es práctica, sencilla y eficiente para el análisis, evaluación y contraste de los precios unitarios.
- Segunda: Durante un periodo de siete meses, contados desde junio a diciembre del año 2022, se tuvo un ahorro de 33058.46 USD, por concepto de alquiler de los siete equipos LHD pertenecientes a la empresa contratista minera MCEISA.
- Tercera: La aplicación de la desviación estándar permitió calcular la desviación de los datos (precios) en relación o función de la media aritmética, esto fue de gran utilidad y ayuda porque permitió evaluar e identificar la desviación de los precios para poder corregirlos.
- Cuarta: El error aritmético calculado permitió identificar los parámetros superior e inferior normales y así conocer si los precios unitarios aplicados son los más adecuados.
- Quinta: Los costos de operación y posesión de los equipos LHD alquilados por la empresa contratista minera MCEISA, representan los costos directos e indirectos involucrados en el alquiler de equipos de carguío y acarreo pertenecientes a MCEISA.
- Sexta: La estadística descriptiva fue una herramienta muy útil en la evaluación de los precios unitarios, ya que permitió con relativa facilidad su registro, calculo y aplicación de los resultados obtenidos.

RECOMENDACIONES

La estructura de precios unitarios aplicados por la empresa minera Kolpa S.A. según contrato; debe ser actualizado y revisado para conocer y ajustar los precios unitarios y no incurrir en cobros o pagos insulsos.

1. Se recomienda la revisión por medio de la metodología CAT, de las estructuras de precios unitarios, concerniente al alquiler, servicios, trabajos, y otras actividades que desarrolla la empresa contratista minera MCEISA, para conocer si se incurre en pagos y/o cobros insulsos.
2. Al ser un estudio muy abarcante e importante y en donde se hace uso de información “confidencial” de las empresas, se recomienda evaluar por partes los ítems de las estructuras de precios unitarios.
3. Se recomienda el uso de la metodología CAT, para analizar los diferentes precios unitarios con respecto a alquiler de equipos de otras empresas, que tienen actividades contratadas para la compañía minera Kolpa S.A.
4. Se recomienda realizar revisiones periódicas de los precios unitarios establecidos y los ajustes de precios correspondientes que se realizarán deberán tener en cuenta la aplicación de la metodología CAT.

Referencias Bibliográficas

- Administración de Empresas. (2007). Importancia de la planificación de recursos humanos en la empresa. *Perspectivas*, 20, 7-28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942331002.pdf>
- Anchiraico, A., & Rojas, K. (2020). *Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Arévalo, J. (2021). El contrato de trabajo en la legislación peruana vigente. *Revista de Derecho Procesal del Trabajo*, 3(3), 13-55. doi:<http://dx.doi.org/10.47308/rdpt.v3i3.2>
- Arrieta, J. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS). *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 16(30), 83-96. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/jefas/v16n30/a07v16n30.pdf>
- Arteaga, R., & Lopez, C. (1997). *Manual de Evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión*. España: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Balanda, A. (2005). *Contabilidad de los costos*. Universitaria de Misiones.
- Belmonte, F. (26 de noviembre de 2021). *El análisis de la rentabilidad financiera y económica*.
- Botero, C. (1995). *Manual de mantenimiento. Parte III: Costos en el departamento de mantenimiento*. SENA .
- Canchari, L. (2019). *Diagnóstico y propuesta de mejoramiento de perforación y voladura en labores de galerías de la compañía minera Kolpa S.Z.C*. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.
- CAT. (2014). *Manual de Rendimiento Caterpillar*. Caterpillar.
- CATERPILLAR. (2014). *Manual de rendimiento de Caterpillar Edición 44*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/398985176/Manual-de-Rendimientos-44-pdf>
- Centeno, L. (2023). *Diseño de malla y reducción de costos en GL-175 NE de la Unidad Minera San Antonio - Compañía Minera Kolpa – Huancavelica*. Huancayo: Universidad Continental.
- CETYS. (08 de marzo de 2021). *Diferencias entre costos y gastos*.

- Chang, K. (2009). *Diseño y Evaluación Técnico Económica de un nuevo Sistema de Carguío y Transporte para la Minería de Hundimiento*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Charaja, H. (2014). *Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea condestable*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Chirif, L. (2010). *Preparación de Tesis*. Lima: Editorial Universidad UNI.
- Clemente, T., & Clemente, J. (2009). *Análisis de costos de operación en minería subterránea y evaluación de proyectos mineros*. Huancayo: Gráfica Industrial.
- Concha, D. (2022). *Descripción del proceso productivo del tratamiento de minerales polimetalicos de la compañia minera Kolpa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Condolfi, F., & Porras, L. (2015). *Diseño de malla de perforación y voladura para la reducción de costos en los frentes de avances de la U.E.A. Reliquias - Corporación Minera Castrovirreyna S.A.* Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Condori, R. (2017). *Estudio del Sistema de Acarreo de Interior Mina Para Optimizar Tiempos, Disminuir Costos e Incrementar la Producción en E.E NCA Servicios Mina Morococha*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- DespachoMata. (1 de marzo de 2020). *Contrato de precios unitarios*.
- Eby, K. (27 de marzo de 2017). *Guía definitiva para estimar los costos del proyecto*.
- Enriquez, J., & Huiza, H. (2019). *Implementación de precios unitarios frente a la evaluación del contrato por administración indirecta y su influencia en márgenes de utilidad de la contratista minera Amantina Perú S.A.C.* Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Gómez, J. (9 de febrero de 2004). *Teoría de contabilidad de costos*.
- González, V. (2011). Sistemas integrados de gestión, un reto para las pequeñas y medianas empresas. *Escenarios*, 9(1), 69-89.
- Guzmán, J. (2019). *Fundamentos de economía minería 1ra edición*. España: Reverte.
- Hernández, C. (2011). Cálculo de la relación de margen de contribución en los precios y el surgimiento de la proporción áurea en la estructura de utilidades. *Contaduría y administración*, 235, 77-98. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/cya/n235/n235a5.pdf>
- IRMA. (junio de 2018). *Estándar para la minería*.

- Irurita, J., & Villanueva, P. (2012). *Sistema de gestión de calidad*. Universidad Pública de Navarrete.
- Jáuregui, O. (2009). *Reducción de los Costos Operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura", su objetivo es exponer* . Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- kolpa. (2021). *Nuestra Unidad Minera*. Obtenido de <https://www.kolpa.com.pe/nosotros>
- López, E., Pavón, J., & González, A. (2021). La situación económico-financiera de una empresa. *UDG*, 5-12.
- López, M. (2008). *Análisis y gestión de costos en explotación minera a cielo abierto*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Mallo, C., Kaplan, R., Sylvia, M., & Jimenez, C. (2000). *Contabilidad de costos y estratégica de gestión*. Prentice Hall.
- Mallqui, A. (2007). *Maquinaria y equipo minero*. Lima: UNCP.
- Mamani, E. (2018). *Evaluación y optimización del proceso de flotación de minerales polimetálicos de la compañía minera Kolpa S.A*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Muñoz, G. (2012). *Modelo de Costos para la Valorización de Planes Mineros*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Ortilla, G., & Romero, J. (2018). *Mejora en los parámetros de perforación y voladura para optimizar costos operacionales en la Compañía Minera Santa Luisa S.A. - Unidad Pallca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Pauca, M. (2019). *Selección y Reemplazo de equipo de Acarreo para optimizar tiempos y reducir costos operativos - Mina Parcoy consorcio minero Horizonte - JJD Contratistas S.A.C*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Pérez, A. (2020). *Análisis de índices de productividad para mejorar la perforación de taladros largos en Compañía Minera Kolpa S.A. - 2020*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Pérez, J. (2 de noviembre de 2021). *Gestión*.
- Pozo, Y., & Pujaico, M. (2019). *Valoración de compañía Goodyear del Perú S.A*. Universidad del Pacífico.
- Prado , F. (1989). *Control de operaciones mineras, organización empresarial 1ra*

edición. Lima.

- Quispe, R. (2017). *Aplicación de árbol de decisiones para la aprobación de proyectos mineros en la compañía minera Kolpa S.A.* Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Rivera, M. (2015). *Construcción de Chimeneas Raise Borer para Optimizar el Proceso de Minado y los Costos de Explotación en el Tajo 355 de Reina Leticia en Compañía Minera Raura S.A.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Rodríguez, M. (2022). *Ingeniería de costos; costos de posesión y operación de maquinaria y equipo.* España.
- Rojas, P. (2021). *Optimización de los Costos Operativos de las Operaciones Unitarias de Perforación y Voladura en la C.M. Chambi- Mina Rinconada.* Huancayo: Universidad Continental.
- Sánchez, J. (1 de julio de 2021). *Costos operativos.*
- Schmidt, M., Tennina, M., & Obio, L. (2018). La función de control en las organizaciones. *CEA*, 71-93.
- Spiegel, M., & Stephens, L. (2009). *Estadística 4a edición.* México: McGraw-Hill.
- Suárez, J., & Ibarra, S. (2020). La teoría de los recursos y las capacidades. Un enfoque actual en la estrategia empresarial. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 8(15), 128-142. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7473761>
- Sydle. (14 de septiembre de 2023). *Optimización de procesos: ¿Qué es y por qué es tan importante para tu negocio?*
- Tafur, R. (1995). *La tesis Universitaria.* Mantaro.
- Tamayo y Tamayo, M. (2009). *Diccionario de la investigación científica tercera edición.* México: Limusa.
- Toro, F. (2016). *Costo y Presupuesto. Herramientas para la productividad.* Colombia: ECOE Ediciones.
- Trujillo, J. (2020). Sistema para el control de inventarios en la empresa "Inversiones Novillo de Oro S.A.S.". *Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 7(14), 105-116. doi:<http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2020.v7.n14.a87>
- Trujillo, L. (2018). *Evaluación ambiental de los pasivos ambientales mineros determinados en el sector comprendido entre Pacococha y Buenavista-*

Huancavelica. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Uribe, P. (2014). *Análisis de la funcionalidad y desempeño de la operación semiautónoma en equipos de carga; acarreo y descarga en minería subterránea Load Haul-Dump Vehicle (LHD)*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Velázquez, L. (2022). *La posesión. Concepto y naturaleza jurídica*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Verasay, P. (2013). *Aplicación de las herramientas de costos y gestión a las actividades*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.

Welch, J. (2000). *Hablando Claro*. España: Vergara - Business.

Yepes, V. (2023). *Costes de los neumáticos de la maquinaria de construcción*. Editorial Universitat Politècnica de Valencia.





Anexo 01

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ-021
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 120 * 12$	1440.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 1440 * 5$	7200.00
COSTO DE POSESION		
1	g. Precio de entrega (\$)	260000.00
	h. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2000 * 4$	8000.00
	i. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 260000.00 - 8000.00$	252000.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 252000.00 * 0.20$	50400.00
3	b. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 252000.00 - 50400.00$	201600.00
	c. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{201600.00}{7200.00}$	28.00
4	Costo por interés (\$/hr) $In = \left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de interes simple}$ $In = \frac{\frac{252000.00 \text{ horas/año} (5+1) + 50400.00(5-1)}{2 * 5}}{1440} \times 0.06$	7.14
5	Costo por seguro (\$/hr) $Se = \left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de seguro}$ $Se = \frac{\frac{252000.00 \text{ año} (5+1) + 50400.00(5-1)}{2 * 5}}{1440} \times 0.015$	1.79
7	COSTO DE POSESION	36.93
8	Consumo de combustible (*)	24.40
9	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 36.93 * 0.25$	9.23
10	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 120}$	6.67
11	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 36.93 * 0.75$	27.69
12	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{260000 * 0.02}{57} = \frac{5200}{12 * 120}$	3.61
13	COSTO DE OPERACION	71.60
14	COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACIÓN	108.53

Anexo 02

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ-022
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 120 * 12$	1440.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 1440 * 5$	7200.00
COSTO DE POSESION		
1	j. Precio de entrega (\$)	240000.00
	k. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2000 * 4$	8000.00
	l. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 240000.00 - 8000.00$	232000.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 232000.00 * 0.20$	46400.00
3	d. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 232000.00 - 46400.00$	185600.00
	e. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{185600.00}{7200.00}$	25.78
4	Costo por interés (\$/hr) $In = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de interes simple}}{\text{horas/año}}$ $In = \frac{\left[\frac{232000(5+1) + 46400.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.06}{1440}$	6.57
5	Costo por seguro (\$/hr) $Se = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de seguro}}{\text{horas}}$ $Se = \frac{\left[\frac{232000(5+1) + 46400.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.015}{1440}$	1.64
7	COSTO DE POSESION	33.99
8	Consumo de combustible (*)	20.51
9	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 33.99 * 0.25$	8.50
10	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 120}$	6.67
11	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 33.99 * 0.75$	25.50
12	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{240000.00 * 0.02}{12 * 120}$	3.33
13	COSTO DE OPERACION	64.50
14	COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACIÓN	98.50

Anexo 03

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ-024
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 120 * 12$	1440.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 1440 * 5$	7200.00
COSTO DE POSESION		
1	m. Precio de entrega (\$)	240000.00
	n. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2000 * 4$	8000.00
	o. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 240000.00 - 8000.00$	232000.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 232000.00 * 0.20$	46400.00
3	f. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 232000.00 - 46400.00$	185600.00
	g. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{185600.00}{7200.00}$	25.78
4	Costo por interés (\$/hr) $In = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de interes simple}}{\text{horas/año}}$ $In = \frac{\left[\frac{232000(5+1) + 46400.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.06}{1440}$	6.57
5	Costo por seguro (\$/hr) $Se = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de seguro}}{\text{horas}}$ $Se = \frac{\left[\frac{232000(5+1) + 46400.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.015}{1440}$	1.64
7	COSTO DE POSESION	33.99
8	Consumo de combustible (*)	20.51
9	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 33.99 * 0.25$	8.50
10	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 120}$	6.67
11	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 33.99 * 0.75$	25.50
12	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{240000.00 * 0.02}{12 * 120}$	3.33
13	COSTO DE OPERACION	64.50
14	COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACIÓN	98.50

Anexo 04

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ-025
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 160 * 12$	1920.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 1920 * 5$	9600.00
COSTO DE POSESION		
1	p. Precio de entrega (\$)	250000.00
	q. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2200 * 4$	8800.00
	r. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 250000.00 - 8800.00$	241200.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 241200.00 * 0.20$	48240.00
3	h. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 241200.00 - 48240.00$	192960.00
	i. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{192960.00}{9600.00}$	20.10
4	Costo por interés (\$/hr) $In = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de interes simple}}{\left[\frac{241200.00(5+1) + 48240.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.06}$ $In = \frac{\text{horas/año}}{1960}$	5.13
5	Costo por seguro (\$/hr) $Se = \frac{\left[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N} \right] \times \% \text{ de tasa de seguro}}{\frac{\text{año}}{\text{horas}}}$ $Se = \frac{\left[\frac{241200.00(5+1) + 48240.00(5-1)}{2 * 5} \right] \times 0.015}{1960}$	1.28
7	COSTO DE POSESION	26.51
8	Consumo de combustible (*)	21.22
9	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 26.51 * 0.25$	6.63
10	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 160}$	5.50
11	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 26.51 * 0.75$	19.88
12	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{250000.00 * 0.02}{12 * 160}$	2.60
13	COSTO DE OPERACION	55.83
14	COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACION	82.35

Anexo 05

Ítem	DESCRIPCION	VALOR
A	Designación de la maquina	EQ-026
B	Periodo de posesión (años)	5
C	Uso estimado (horas/año) $UE = 240 * 12$	2880.00
D	Uso durante la posesión (total de horas) $UDP = 2880 * 5$	14400.00
COSTO DE POSESION		
1	s. Precio de entrega (\$)	200000.00
	t. Precio de neumáticos (\$) $PN = 2000 * 4$	8000.00
	u. Precio de entrega menos neumáticos (\$) $PE = 250000.00 - 8800.00$	192000.00
2	Valor residual al momento del reemplazo (20%) $PE = 192000.00 * 0.20$	38400.00
3	j. Valor a recuperar mediante el trabajo (\$) $VRT = 192000.00 - 38400.00$	153600.00
	k. Costo por hora (\$/hr) $CH = \frac{153600.00}{14400.00}$	10.67
4	Costo por interés (\$/hr) $In = \frac{[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N}] \times \% \text{ de tasa de interes simple}}{\text{horas/año}}$ $In = \frac{[192000.00(5+1) + 38400.00(5-1)] \times 0.06}{2 * 5 * 2880}$	2.72
5	Costo por seguro (\$/hr) $Se = \frac{[\frac{P(N+1) + S(N-1)}{2N}] \times \% \text{ de tasa de seguro}}{\text{horas}}$ $Se = \frac{[192000.00(5+1) + 38400.00(5-1)] \times 0.015}{2 * 5 * 2880}$	0.68
7	COSTO DE POSESION	14.07
8	Consumo de combustible (*)	21.75
9	Mantenimiento planificado (\$/hr) $MP = 14.07 * 0.25$	3.52
10	Neumáticos (\$/hr) $N = \frac{4 * 2000 * 1.20}{12 * 240}$	3.33
11	Costo de reparación (\$/hr) $CR = 14.07 * 0.75$	10.55
12	Seguro TRECK (\$/hr) $ST = \frac{200000.00 * 0.02}{12 * 240}$	1.39
13	COSTO DE OPERACION	40.54
14	COSTO TOTAL DE POSESION Y OPERACIÓN	54.62

Anexo 06

AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS DE LA EMPRESA



AUTORIZACION DE USO DE DATOS DE LA EMPRESA

MARTINEZ CONTRATISTAS E INGENIERIA S.A., con RUC N° 20344764540, domiciliado en Jr. Cajamarquilla N° 672 - San Juan de Lurigancho, debidamente representado por PASCUAL MARTINEZ ROSALES, identificado(a) con DNI N° 09094736.

AUTORIZA

Que, el Sr. **KIRVIN ELMER TORRES ACEVEDO**, identificado con DNI N° 71438771, tiene autorización para el uso de datos de la oficina de costos y de campo para la realización de su proyecto de tesis para la ayuda y mejora de la empresa MCEISA. En la **UNIDAD MINERA KOLPA** durante su tiempo de su permanencia.

Se emite este documento en petitorio del solicitante para fines académicos.

LIMA, 4 de septiembre de 2023



PASCUAL MARTINEZ ROSALES
DNI N° 09094736