

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**CICLO DE VIDA DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN
Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS OPERATIVOS
EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL,
PUNO, 2023**

TESIS

Presentada por:

Bach. ELIAS JESÚS ARCAYA ESCOBAR

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

**TACNA – PERÚ
2024**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**CICLO DE VIDA DE LOS ACEROS DE
PERFORACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS
OPERATIVOS EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL,
PUNO, 2023**

TESIS

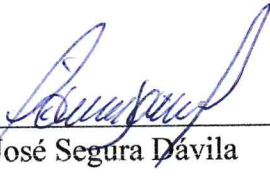
Tesis sustentada el día 23 de mayo del 2024, por el Bachiller Elias Jesús Arcaya Escobar, estando el Jurado Calificador integrado por:

PRESIDENTE




Dr. Dante Ulises Morales Cabrera

SECRETARIO



Dr. Jorge José Segura Dávila

VOCAL



Mtro. Salomón Medardo Ortiz Quintanilla

ASESOR



Dr. Dante Ulises Morales Cabrera

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. Dante Ulises Morales Cabrera en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de FACULTAD N° 8217-2023-FAIN/UNJBG de la TESIS, titulado:

“CICLO DE VIDA DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL, PUNO, 2023” Presentado por el Bach. ELIAS JESÚS ARCAYA ESCOBAR Para optar por el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS Habiendo cumplido con lo establecido en el régimen de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual TURNITIN** cuenta con el **nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 6%** Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la TESIS enunciado líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención de TITULO PROFESIONAL, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos, DNI

00432101

Dante Ulises Morales Cabrera

0000-0002-0967-3207



Huella digital

FIRMA TESISTA

Nombres y apellidos, DNI

48005389

Elias Jesús Arcaya Escobar



Huella digital

DEDICATORIA

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo incondicional me dio la fuerza para persistir y avanzar en este trabajo de investigación. También me gustaría expresar mi gratitud a toda mi familia por su inestimable aliento y apoyo. Mi amor por todos ustedes es inmenso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a Dios por darme la fuerza necesaria y a mis amigos por darme fortaleza en los momentos difíciles. También me gustaría agradecer a mis profesores por compartir sus conocimientos y permitirme adquirirlos, y a mis mentores por ser mis guías y brindarme todo su valioso tiempo.

CONTENIDO

PAGINA DEL JURADO	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación e importancia de la investigación	5
1.4.1. Justificación teórica.....	5
1.4.2. Justificación práctica.....	5

1.4.3. Justificación metodológica.....	5
1.5. Formulación de Hipótesis	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6
1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. Variables	6
1.6.1. Identificación de variables	6
1.7. Operacionalización de variables	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	10
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2. Antecedentes nacionales	11
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Ciclo de vida de los aceros de perforación	12
2.2.2. Costos operativos	16
2.3. Definición de términos.....	18

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planteamiento metodológico.....	20
3.1.1. Tipo de estudio.....	20
3.1.2. Nivel de la investigación.....	20
3.1.3. Diseño de la investigación	20
3.2. Población y muestra del estudio	21
3.2.1. Población.....	21
3.2.2. Muestra.....	21

3.3. Técnicas de recolección de datos	21
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	21
3.4. Técnicas para el procesamiento de datos	21

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. Presentación y análisis de los resultados	23
4.2. Estadística descriptiva.....	24
4.2.1. Variable independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación	24
4.2.2. Variable dependiente: Costos operativos	27
4.3. Contrastación de hipótesis	39

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN

CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	58
Anexo 2: Matriz de operacionalización de las variables	60
Anexo 3: Instrumento de investigación	61
Anexo 4: Análisis de confiabilidad del instrumento.....	64
Anexo 5: Base de datos.....	65
Anexo 6: Costos operacionales.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente	8
Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente	9
Tabla 3 Variable ciclo de vida de los aceros de perforación	26
Tabla 4 Dimensiones los costos operativos	27
Tabla 5 Variable costos operativos	29
Tabla 6 Relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos	31
Tabla 7 Relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos	33
Tabla 8 Relación entre el tipo de perforación y los costos operativos	35
Tabla 9 Relación entre el método de perforación y los costos operativos	37
Tabla 10 Prueba de normalidad	40
Tabla 11 Prueba de Pearson del ciclo de vida de los aceros frente a los costos operativos	41
Tabla 12 Prueba de Pearson de la evaluación de procesos y factores geomecánicos frente a los costos operativos	42
Tabla 13 Prueba de Pearson del tipo de perforación frente a los costos operatiivos	43
Tabla 14 Prueba de Pearson del método de perforación frente a los costos operativos	44
Tabla 15 Estadística de fiabilidad	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones del Ciclo de vida de los aceros de perforación	24
Figura 2 Ciclo de vida de los aceros de perforación.....	26
Figura 3 Dimensiones los costos operativos.....	28
Figura 4 Costos operativos	30
Figura 5 Relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos.....	32
Figura 6 Relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos.....	34
Figura 7 Relación entre el tipo de perforación y los costos operativos	36
Figura 8 Relación entre el método de perforación y los costos operativos	38

RESUMEN

La tesis titulada “ciclo de vida de los aceros de perforación y su relación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023”, de la unidad minera San Rafael – Puno, donde se planteó como objetivo determinar cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno. El ciclo de vida de los aceros de perforación, parte de la información general de la geomecánica en el área o labor de más pérdidas, después se centra en el área de costos operativos; luego, se analizan los parámetros y factores involucrados en el área elegida, estableciendo las causas generadoras de pérdidas en relación a cada factor y parámetro involucrado; finalmente, se presenta la evaluación de resultados en relación a la serie de valor. El método que se utilizó para esta investigación es básico con un enfoque cuantitativo de nivel descriptivo y con un diseño no experimental transeccional. Se analizó una muestra de 20 empleados de la unidad minera los cuales están ligados a las actividades operativas. Los resultados dado que el valor de significancia obtenido es superior a 0,005, podemos decir que, después de realizar la prueba de normalidad, la distribución de la variable de medición en estudio se ajusta a una distribución normal. Estos resultados respaldan la noción de que los datos siguen una distribución que se asemeja a la curva normal, pudiendo utilizar métodos estadísticos paramétricos correspondientes, y como conclusiones esta investigación proporciona una visión profunda sobre cómo los participantes perciben la relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael. Aunque se requiere una investigación más profunda para determinar las causas y efectos exactos de esta relación, los resultados preliminares sugieren que la calidad de los materiales desempeña un papel relevante en la gestión de costos en la minería.

Palabras clave: Ciclo de vida, aceros de perforación, costos operativos, optimización.

ABSTRACT

The thesis titled "life cycle of drilling steel and its relationship with operating costs in the San Rafael mining unit, Puno, 2023", of the San Rafael - Puno mining unit, where the objective was to determine how the life cycle of drilling steel with operating costs in the San Rafael mining unit, Puno. The life cycle of drilling steels, part of the general information of the geomechanics in the area or work of greatest losses, then focuses on the area of operating costs; Then, the parameters and factors involved in the chosen area are analyzed, establishing the causes that generate losses in relation to each factor and parameter involved; Finally, the evaluation of results in relation to the value series is presented. The method used for this research is basic with a descriptive level quantitative approach and a non-experimental transectional design. A sample of 20 employees of the mining unit who are linked to operational activities was analyzed. The results, given that the significance value obtained is greater than 0,005, we can say that, after performing the normality test, the distribution of the measurement variable under study adjusts to a normal distribution. These results support the notion that the data follow a distribution that resembles the normal curve, being able to use corresponding parametric statistical methods, and as conclusions this research provides a deep insight into how participants perceive the relationship between the life cycle of the drilling steels and operating costs at the San Rafael Mining Unit. Although further research is required to determine the exact causes and effects of this relationship, preliminary results suggest that material quality plays a relevant role in cost management in mining.

Keywords: Life cycle, drilling steels, operating costs, optimization.

INTRODUCCIÓN

La tesis tiene por título “ciclo de vida de los aceros de perforación y su relación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023”, es la mina principal productora de estaño en Sudamérica y la cuarta a nivel mundial. Se encuentra en la región de Puno, en la cordillera oriental de los Andes, a una altitud de 4,500 metros sobre el nivel del mar. Desde 1977, opera bajo el nombre de Minsur S.A. y actualmente produce aproximadamente el 10% del estaño mundial. Desde sus inicios, ha contribuido al desarrollo de la región, generando recursos y empleo para la población local, además de impulsar proyectos de desarrollo sostenible. San Rafael es un referente en sostenibilidad dentro de la industria global del estaño, operando con los más altos estándares ambientales y de seguridad ocupacional, siendo una de las compañías mineras que mueve la economía en varios países y por lo tanto se ha visto afectados por problemas que existe en las mineras. Se ha formulado la siguiente interrogante principal: ¿Cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023? en base a la interrogante principal se ha disgregado las siguientes interrogantes específicas: ¿Cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?, ¿Cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?, ¿Cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?. De la interrogante principal hemos formulado el objetivo general siguiente: Determinar cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023, en base a las interrogantes específicas hemos formulado los siguientes objetivos específicos: Determinar cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023, Determinar cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023, Determinar cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.. Se ha propuesto la hipótesis siguiente: El ciclo de vida de los aceros de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

El presente trabajo de investigación está dividido en capítulos.

El primer capítulo titulado “Planteamiento del Problema” en el cual se describe el problema, las preguntas antes mencionadas, los objetivos y la justificación de la investigación, así como las variables formuladas, tales como independientes y dependientes; y finalmente se formula la hipótesis inicial.

El Capítulo II titulado “Marco Teórico” elabora los antecedentes internacionales y nacionales del tema de la pesquisa. También se desarrolló teóricamente y respondió a las preguntas que se formularon en varios subtextos. También se elaboró un marco teórico de todos los significados relacionados con el tema de la pesquisa.

El Capítulo III titulado “Marco Metodológico” reveló el método de pesquisa utilizada en este estudio.

En el Capítulo IV, titulado los “Resultados” del trabajo de campo se realizó con base en cuestionarios elaborados, los mismos que resultan de los indicadores propuestos y éstos, a su vez, de sus variables; presentándolo en tablas y figuras.

El Capítulo V, titulado “Discusión” comparación de nuestro trabajo con los antecedentes tanto internacionales como nacionales.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones por cada objetivo, de los cuales hay tres; así como directamente relacionadas y las referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En el contexto internacional la industria minera representa una de las principales actividades que mueve la economía de muchos países, sin embargo, las empresas de este sector se han visto afectadas por una serie de sucesos, tal como la pandemia, los cambios de gobierno y leyes, entre otros factores.

A pesar de ello, su desempeño a nivel mundial es de 6,7% aproximadamente, lo cual representa uno de los índices más altos de los últimos 10 años en Latinoamérica. (First Technology, Inc., 2023)

En el contexto nacional, el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2023) indica que para el 2023 la industria minera en nuestro país tendrá un crecimiento del 7% aproximadamente, por lo que se prevé una evolución positiva en adelante.

Ore (2019) indica que, en la industria minera, los aceros de perforación son utilizados para fabricar brocas y herramientas relacionados a la perforación que se emplean en diversas operaciones mineras, como la exploración de minerales, la extracción de minerales, la construcción de túneles y otras actividades relacionadas con la industria minera.

Estos aceros están diseñados para soportar condiciones extremadamente duras y desafiantes durante el proceso de perforación.

El tiempo de vida útil de los aceros de perforación depende de varios factores, como la calidad del acero, el diseño y la fabricación de la herramienta, así como las condiciones en las que se utiliza. (Diaz y Tunquipa, 2021)

Las condiciones adversas, como rocas duras y abrasivas, alta presión y temperaturas, pueden acortar la vida útil de estos aceros.

Por otro lado, el mantenimiento adecuado y el uso correcto de las herramientas pueden prolongar su vida útil.

Cuando los aceros no tienen un cuidado, uso y mantenimiento adecuado, su vida útil es reducida de manera drástica, generando gastos operativos que podría evitarse, los cuales pueden llevar a que la empresa se salga del presupuesto designado.

En este sentido, se ha podido observar que la unidad minera San Rafael, Puno, no viene realizando seguimientos al uso de dichos aceros, ni cuenta con lineamientos, controles, etc., para mejorar el tiempo de vida útil de los aceros de perforación, lo cual le está generando repercusiones negativas en sus costos operativos.

Debido a ello, el presente estudio busca dar respuesta al siguiente cuestionamiento:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?

b) ¿Cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?

c) ¿Cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Determinar cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

b) Determinar cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

c) Determinar cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

La finalidad de desarrollar este estudio radica en la necesidad de ampliar los conocimientos teóricos con respecto a las variables de estudio, identificando la situación actual dentro del contexto propuesto.

Asimismo, para el desarrollo del mismo se emplearon distintas fuentes y repositorios vinculados al tema con la finalidad de posteriormente comparar los resultados obtenidos en otros contextos con el nuestro.

1.4.2. Justificación práctica

El estudio servirá como una fuente de información actualizada de un contexto específico en el que se desarrollan las variables, siendo un aporte para que la empresa mejore sus procesos o técnicas de perforación, a fin de generar una mejora en la vida útil de sus aceros de perforación; y, en consecuencia, reducir sus costos operativos.

Asimismo, de su realización se propondrán recomendaciones finales basadas en los resultados que se obtengan.

1.4.3. Justificación metodológica

Los métodos empleados en este estudio será el tipo de investigación básica y no experimental, por lo que se hará uso de una encuesta y cuestionario, mismos que

serán validados y procesados para medir su confiabilidad. Con esto, lo obtenido del estudio tendrá mayor relevancia y credibilidad.

Importancia de la investigación

Este trabajo es crucial para la investigación en el ciclo de vida de los aceros de perforación y su relación con los costos operativos, por lo que estudiar su latencia es importante ya que nos permite reducir el tiempo de inactividad que ocurre con mayor frecuencia en la unidad Minera San Rafael del Departamento de Puno.

1.5. Formulación de Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El ciclo de vida de los aceros de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

1.5.2. Hipótesis específicas

a) La evaluación de procesos y factores geomecánicos se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

b) El tipo de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

c) El método de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de variables

Respecto a la operacionalización se detalla a continuación las variables, dimensiones e indicadores.

Variable independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación

Dimensiones:

1. Evaluación de procesos y factores geomecánicos

2. Tipo de perforación

3. Método de perforación

Indicadores:

1.1. Parámetros de perforación

1.2. Superficie perforable

1.3. Macizo rocoso

1.4. Grupo de discontinuidades

1.5. Parámetros

2.1. Manual

2.2. Neumática

2.3. Eléctrica

2.4. Hidráulica

3.1. Rotación

3.2. Percusión

3.3. Direccional

Variable dependiente: Costos operativos

Dimensiones:

4. Costos de material empleado

5. Costo por metro lineal

Indicadores:

4.1. Costo total de los materiales

4.2. Consumo de aceros

5.1. Costo total por metro lineal perforado

5.2. Rentabilidad de las operaciones

1.6.2. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación	De acuerdo con Rodríguez (2022) el ciclo de vida de los aceros se refiere a las diferentes etapas por las que pasa un material desde su producción hasta su eventual desecho o reciclaje.	1. Evaluación de procesos y factores geomecánicos	1.1. Parámetros de perforación	Bares
			1.2. Superficie perforable	RMR-RQD
			1.3. Macizo rocoso	RMR-RQD
			1.4. Grupo de discontinuidades	Planares-Lineales
			1.5. Parámetros	
		2. Tipo de perforación	2.1. Manual	Newton (N)
			2.2. Neumática	Bares
			2.3. Eléctrica	KW
			2.4. Hidráulica	PSI
		3. Método de perforación	3.1. Rotación	Bares
			3.2. Percusión	Bares
			3.3. Direccional	Grados

Nota: Elaboración propia

Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Dependiente: Costos operativos	De acuerdo con Huayta (2023) son los gastos que una empresa incurre en sus actividades diarias para mantener y administrar su negocio.	4. Costos de material empleado	4.1. Costo total de los materiales	(\$)
			4.2. Consumo de aceros	Cantidad dólares
		5. Costo por metro lineal	5.1. Costo total por metro lineal perforado	(\$/metro)
			5.2. Rentabilidad de las operaciones	(\$)

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Pincay et al (2023):

Tuvo como objetivo analizar los costos operativos y su incidencia en la rentabilidad de la asociación “ASESAGRA” del cantón Jipijapa, periodo 2018-2021. La metodología que se empleo fue cualitativa y cuantitativa con un alcance descriptivo y de campo, donde se utilizó los métodos como hipotético-deductivo, inductivo y estadístico, aplicando las técnicas de entrevista y encuesta, asimismo la elaboración de un análisis FODA.

En base a ello, diagnosticó el proceso productivo de los derivados de la caña de azúcar, donde se analizó que tienen un proceso de producción regular, esto debido a la falta de maquinarias y herramientas innovadoras, asimismo, se evaluó que establecen los costos para los productos mediante su experiencia, dado que no poseen un sistema de costeo.

Carvajal (2021) indica que:

Su estudio nace de la necesidad de contar con una herramienta que permita realizar una estimación de los gastos directos de la operación y la evolución de los costos, esto en la medida en que se avanza en la explotación de un yacimiento. Para el desarrollo de su trabajo procedió a recopilar y analizar información de precios, gastos, consumos y rendimientos reportados en los últimos 16 meses de los diferentes equipos mina, propios de Minera Centinela. Dicha información compilada permitió calcular un costo por hora de cada equipo, así como también un costo por tonelada o metro, según correspondía.

En base a ello concluyó que, la precisión de los costos estimados por el modelo fue del orden del 5% para los escenarios estudiados. Asimismo, indicó que el modelo desarrollado fue entregado a Minera Centinela como una herramienta de apoyo a la planificación.

Zúñiga y Rojas (2020):

El objetivo de este trabajo fue analizar los costos operativos en cada tarea realizada en el ciclo de trabajo minero en tres labores del sector de Nambija, con la finalidad de evidenciar cuales son los costos que se ocupa en realizar la tarea de perforación, voladura, ventilación, desate, limpieza del frente de trabajo, cargado y transporte del material arrancado que comprenden un ciclo minero de trabajo.

Como resultado del análisis de los costos operativos se tiene el costo por cada tarea del ciclo de trabajo minero en dólares/hora (usd/h) y el porcentaje (%) de cada actividad en función al costo total, información que sirve para comparar el comportamiento económico de tres tipos de labores mineras en minería artesanal y pequeña minería.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cosme y De La Cruz (2023):

Tuvieron como objetivo determinar el mejoramiento y control del ciclo de perforación y voladura, para incrementar la producción del método de minado con taladros largos, unidad minera americana. El método fue analítico de diseño no experimental y nivel de investigación descriptivo.

En base a ello concluyó que la optimización del costo total al realizar la extracción de mineral del tajeo de la zona baja del nivel 12A, veta Esperanza, se mejoró de acuerdo con la situación óptima obteniéndose lo siguiente: La reducción del costo total de P y V es de \$12,267 \$/guardia. La reducción del costo total de P y V es de 2,07 \$/toneladas.

Silva (2022):

Planteó como finalidad establecer de qué manera la optimización de la perforación y voladura influye en la reducción de los costos operativos en Minera

Aurífera Retamas. La investigación fue realizada con el método científico, aplicada y nivel descriptivo-explicativo. El diseño de la investigación fue el pre experimental.

Finalmente logró rediseñar la malla para la calidad de roca IIA y IIB; además, diseñó dos tipos de arranques, maximizó la longitud de perforación, mejoró la eficiencia del disparo al 97% de la longitud del taladro; y, lo fundamental, redujo el costo por metro lineal de avances en 19,85 US\$, que en porcentaje es 4,7% del costo promedio anterior.

Díaz y Tunquipa (2021):

Como objetivo principal plantearon optimizar los costos unitarios de perforación y voladura en labores de preparación del NV 1715 en la unidad Minera Chalhuane. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo de tipo de investigación explicativo y diseño cuasi experimental.

En base a su desarrollo se concluye que mejorando el proceso de perforación y voladura podemos obtener una reducción del S/.121,75, lo cual se refleja cómo un 23% menos de la situación inicial.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ciclo de vida de los aceros de perforación

De acuerdo con Rodríguez (2022) el ciclo de vida de los aceros se refiere a las diferentes etapas por las que pasa un material desde su producción hasta su eventual desecho o reciclaje.

El ciclo de vida de los aceros de perforación puede variar según su grado, la calidad del acero, las condiciones de uso y los procedimientos de mantenimiento adoptados. Además, los avances tecnológicos y las prácticas industriales pueden influir en cómo se gestionan los aceros a lo largo de su ciclo de vida

1. Extracción de materias primas: El ciclo de vida comienza con la extracción de materias primas para producir el acero. Estas materias primas pueden incluir mineral de hierro, chatarra de acero reciclada u otros metales y aleaciones. (Martínez, 2018)

2. Producción de acero: Después de la extracción, las materias primas se someten a procesos metalúrgicos y siderúrgicos para convertirlas en acero. Esto puede incluir fundición, laminación, forjado y otros procesos para dar forma y mejorar las propiedades del acero. (Atlantic International University, 2021)
3. Fabricación de productos: Una vez que se produce el acero, se fabrican diferentes productos a partir de él, como tuberías, placas, barras, etc. En el caso específico de los aceros de perforación, se fabricarían brocas de perforación u otros componentes utilizados en la industria de la perforación. (JNA, 2020)
4. Uso y operación: Los aceros de perforación se utilizan en aplicaciones específicas, como la industria petrolera y de gas, donde se emplean para perforar pozos y extraer recursos naturales del subsuelo. (Lavayen y Damarys, 2023)
5. Mantenimiento y reacondicionamiento: A lo largo de su vida útil, los aceros de perforación pueden requerir mantenimiento y reacondicionamiento para mantener su rendimiento y prolongar su vida útil. (Quito y Babilonia, 2020)
6. Fin de la vida útil: Finalmente, llega el final de la vida útil del acero de perforación o cualquier otro tipo de acero. En esta etapa, los aceros pueden ser desechados, reciclados o reutilizados en otras aplicaciones. (Quito y Babilonia, 2020)

2.2.1.1. Evaluación de procesos y factores geomecánicos.

Cortés (2023) indica que la evaluación de procesos y factores geomecánicos es un campo de estudio en la ingeniería geotécnica y geomecánica que se enfoca en analizar y comprender el comportamiento mecánico de las rocas y su interacción con las estructuras subterráneas o las operaciones de perforación.

Esta evaluación es esencial en diversas industrias, como la minería, la ingeniería civil, la exploración de hidrocarburos y la construcción de túneles, entre otras.

Asimismo, Herrera (2022) indica que los factores geomecánicos incluyen propiedades como la resistencia y la deformabilidad de las rocas, la presencia y orientación de fracturas o discontinuidades, la presión de poro (presión del fluido en los poros de las rocas), el estado de esfuerzos en el subsuelo y otros parámetros relacionados.

En base a esto podemos afirmar que la evaluación de estos factores es crucial para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras subterráneas, evitar riesgos geotécnicos y optimizar las operaciones de perforación.

Indicadores:

- a) **Parámetros de perforación:** Son variables o medidas utilizadas en el proceso de perforación de pozos o túneles en geología y minería. Estos parámetros incluyen factores como la velocidad de penetración, la presión del fluido de perforación, la resistencia de la roca, la fricción, el torque, entre otros. Estos datos son esenciales para el diseño adecuado de la perforación y la toma de decisiones durante el proceso. (Sánchez, 2023)
- b) **Superficie perforable:** Es el área o zona geográfica en la que se llevará a cabo la perforación. Puede referirse a una sección específica de una mina o cantera, o a un sitio para la extracción de recursos naturales donde se requiere perforar para acceder a los depósitos subterráneos. (Revista Seguridad Minera, 2017)
- c) **Macizo rocoso:** Villarreal (2020) lo define como una masa de roca compacta, sólida y coherente que constituye la estructura geológica de una determinada área. Puede estar compuesto por una variedad de rocas, como granito, caliza, arenisca, entre otras.

El macizo rocoso puede influir en la estabilidad de las excavaciones subterráneas y en la perforación de pozos, y es un factor importante a considerar en la ingeniería geotécnica.
- d) **Grupo de discontinuidades:** En geomecánica, las discontinuidades son planos o superficies de separación en el macizo rocoso que pueden tener diferentes formas, como fracturas, fallas o estratos. Estas discontinuidades afectan significativamente la resistencia y el comportamiento mecánico del macizo rocoso. (Maldonado, 2020)

- e) **Parámetros:** Se refiere a las variables o medidas que se utilizan para describir o cuantificar algún fenómeno o proceso. Puede aplicarse a diversas disciplinas científicas y técnicas.

Estos parámetros pueden ser aquellos que se utilizan para analizar y comprender la interacción entre el macizo rocoso, las discontinuidades y las operaciones de perforación o excavación. (Huacce, 2022)

2.2.1.2. Tipo de perforación.

De acuerdo con Bernardis (2019) se refiere a la clasificación o categorización de los métodos y técnicas utilizados para perforar pozos en la industria petrolera, minera u otras actividades relacionadas.

La perforación se realiza para acceder a recursos naturales subterráneos, como petróleo, gas natural, agua subterránea o minerales, o para obtener información geológica.

Indicadores:

- a) **Manual:** La perforación manual implica el uso de herramientas y equipos operados directamente por la fuerza humana. Es el método más básico y simple, pero generalmente se limita a aplicaciones pequeñas y poco exigentes. (Atlas Copco Secoroc, s.f.)
- b) **Neumática:** La perforación neumática utiliza la fuerza del aire comprimido para operar el mecanismo de perforación. Se emplea principalmente en aplicaciones industriales y de construcción, donde se requiere una mayor fuerza y eficiencia que la perforación manual. (Revista Seguridad Minera, 2017)
- c) **Eléctrica:** La perforación eléctrica se basa en la energía eléctrica para alimentar el mecanismo de perforación. Es común en entornos domésticos, de bricolaje y algunas aplicaciones industriales ligeras. (Revista Seguridad Minera, 2017)
- d) **Hidráulica:** La perforación hidráulica utiliza la fuerza generada por fluidos en movimiento, generalmente aceite o agua, para realizar la perforación. Es ampliamente utilizado en aplicaciones industriales pesadas, minería, perforación de pozos petrolíferos y proyectos de construcción que requieren una alta potencia y precisión. (Revista Seguridad Minera, 2017)

2.2.1.3. Método de perforación.

Según Gonzalo (2021) se refiere a un conjunto de técnicas y procesos utilizados para hacer agujeros o perforaciones en distintos materiales, como tierra, roca, madera, metal u otros.

Estas perforaciones pueden tener diversas finalidades, como la extracción de minerales en minería, la obtención de agua en pozos, la construcción de cimientos para edificios, la instalación de postes o pilares, la producción de petróleo y gas, entre otras aplicaciones-

Indicadores:

- a) Rotación: Se utiliza principalmente en la exploración y extracción de petróleo, gas y minerales. Implica el uso de una broca giratoria para romper el material en pequeños fragmentos mientras se va profundizando en el subsuelo. (Orozco, 2022)
- b) Percusión: Se utiliza en suelos más blandos o rocas menos densas. Emplea una broca que sube y baja, golpeando repetidamente el terreno para crear la perforación. (Grupo Desnivel, 2021)
- c) Direccional: Utilizada para hacer agujeros en ángulos o en direcciones específicas, lo que resulta útil en proyectos de exploración o instalaciones subterráneas sin perturbar la superficie. (Yatto, 2022)

2.2.2. Costos operativos

De acuerdo con Huayta (2023) son los gastos que una empresa incurre en sus actividades diarias para mantener y administrar su negocio. Estos costos están directamente relacionados con la operación de la empresa y son necesarios para que pueda funcionar eficientemente y generar ingresos.

Al controlar y gestionar eficientemente los costos operativos se logra maximizar la rentabilidad y mantener una viabilidad en el mercado.

La reducción de costos innecesarios y el aumento de la eficiencia operativa son objetivos comunes para mejorar la salud financiera de una empresa. (Chusin y Peñaloza, 2023).

2.2.2.1. Costos de material empleado.

Se refieren a los gastos relacionados con los materiales utilizados en la producción o prestación de bienes o servicios de una empresa o negocio.

Estos costos forman parte de los costos operativos, también conocidos como gastos operativos, que son aquellos gastos necesarios para mantener en funcionamiento la actividad principal de la empresa. (González, 2023)

Indicadores:

- a) Costo total de los materiales: el costo total de los materiales es uno de los componentes importantes que se tienen en cuenta para calcular el costo total de producción.

Este costo influye directamente en la rentabilidad de la empresa y puede variar según las fluctuaciones en los precios de los materiales o cambios en la demanda del mercado. (García, 2023)

- b) Consumo de aceros: El acero es un material ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades mecánicas y versatilidad. Puede emplearse en la construcción, fabricación de maquinaria, automóviles, electrodomésticos, entre otros.

El consumo de aceros puede variar dependiendo del tipo de industria y el tipo de productos que se fabriquen o se utilicen en el proceso productivo. (Equipo editorial, Etecé, 2023)

2.2.2.2. Costo por metro lineal.

De acuerdo con Luján (2019) se puede definir como una métrica que se utiliza para medir el costo de una determinada actividad o servicio por cada metro lineal realizado o utilizado. Se refiere a los gastos relacionados con el funcionamiento diario y las operaciones de una empresa o proyecto que se calculan en función de la longitud de una línea o tramo específico.

Es una herramienta que ayuda a entender y evaluar los gastos relacionados con una actividad en función de la cantidad de metros lineales que se llevan a cabo.

Indicadores:

- a) Costo total por metro lineal perforado: El costo total por metro lineal perforado se refiere al gasto o inversión total necesario para perforar o excavar un metro lineal (un metro de longitud) en un proyecto de construcción, minería u otra actividad que requiera excavación a lo largo de una línea recta. Este costo puede incluir diversos elementos, como la mano de obra, el equipo utilizado, los materiales consumidos, los costos de transporte, los gastos generales, entre otros.

La idea es calcular todos los costos involucrados en la perforación de un metro lineal para tener una estimación precisa del costo total del proyecto o de la operación. (Duran, 2021)

- b) Rentabilidad de las operaciones: Se refiere a la capacidad de una empresa o negocio para generar beneficios o utilidades a partir de sus actividades operativas. Es una medida clave para evaluar la eficiencia y el éxito financiero de una empresa.

La rentabilidad se puede calcular de diferentes formas, pero una de las métricas comunes es el "margen de beneficio neto", que se obtiene dividiendo el beneficio neto de la empresa entre sus ingresos totales y luego multiplicando el resultado por 100 para obtener el porcentaje. (Torres, 2022).

2.3. Definición de términos

- a) Perforación: Proceso mediante el cual se crea un agujero o cavidad en la tierra, roca o cualquier otro material, utilizando herramientas y maquinarias específicas para fines como extracción de recursos naturales, exploración geológica o instalación de infraestructuras. (Ministerio de Minas y Energía, Colombia, s.f.)
- b) Costos Operativos: Los gastos recurrentes necesarios para mantener el funcionamiento diario de una operación o empresa. Incluyen costos como mano de obra, suministros, mantenimiento, combustible y otros gastos asociados a la producción o prestación de servicios. (Diaz y Tunquipa, 2021)
- c) Minería: Actividad que consiste en la extracción de minerales, metales preciosos, rocas y otros recursos naturales de la tierra, con el propósito de utilizarlos

comercialmente o para obtener materias primas esenciales para diversas industrias. (Ministerio de Minas y Energía, Colombia, s.f.)

- d) Costo de Mantenimiento: Los gastos destinados a preservar el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de equipos, maquinarias o instalaciones. Incluye inspecciones, reparaciones, repuestos y mano de obra necesarios para evitar fallas y averías. (Quito y Babilonia, 2020).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Planteamiento metodológico

3.1.1. Tipo de estudio

Esta investigación se clasifica como básica.

Para Rojas (2019) esta es una forma de investigación científica que tiene como objetivo principal ampliar el conocimiento humano y comprender los fenómenos naturales y sociales sin preocuparse inicialmente por su aplicación práctica o utilidad inmediata; es decir, su objetivo es adquirir conocimiento por el mero hecho de conocer y comprender mejor el mundo que nos rodea.

3.1.2. Nivel de la investigación

El estudio se desarrollará con un nivel descriptivo, el cual se define como: Aquella investigación que se efectúa cuando se desea describir todos los componentes principales, así como una realidad. (Guevara et al, 2020)

3.1.3. Diseño de la investigación

Este estudio tendrá un diseño no experimental, transeccional debido a que los datos a considerar pertenecerán a un espacio de tiempo específico por lo que su fin será realizar la descripción de cada variable, analizando cómo es que influyen entre sí dentro de dicho tiempo.

De este tipo de diseño, Mata (2019) indican que se caracteriza por realizar un análisis deliberado de las variables sin manipularlas, siendo que no se realizan modificaciones de forma intencional en estas y solo son observados los fenómenos en su contexto habitual.

Asimismo, su enfoque es cuantitativo.

3.2. Población y muestra del estudio

3.2.1. Población

De la población, Condori (2020) indica que esta se integra por una serie de elementos, individuos, objetos o documentos que forman parte de un suceso o evento delimitado para ser analizado como parte del problema objeto de estudio. Asimismo, agrega que esta puede ser delimitada de manera clara en base a las características que comparten, como el espacio y tiempo.

Para la presente investigación, la población estará conformada por 20 empleados de la unidad minera San Rafael, Puno, los cuales están ligados a la definición de actividades operativas, así como a la reposición y compra de materiales.

3.2.2. Muestra

De la muestra, Condori (2020) indica que esta se compone por una porción de la población, siendo definido como un subgrupo de esta. Debido a lo mencionado, añade que es necesario que primero se delimite las características de la población, ya que la muestra se selecciona, tomando en cuenta que se reflejen en este subgrupo.

Para el presente estudio, se empleó un muestreo por conveniencia, por lo que el número de la muestra es el total de la población.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se utilizará la técnica de la encuesta.

3.4. Técnicas para el procesamiento de datos

Con el fin de realizar este estudio, se llevará a cabo la creación de un cuestionario que será validado por tres expertos. Posteriormente, se solicitará la autorización de la entidad objeto de estudio para su ejecución. Además, se coordinará con la población objetivo para aplicar el cuestionario y recopilar los datos necesarios.

Para analizar los datos obtenidos, se utilizará una técnica de triangulación que permitirá contrastar los resultados. Para este propósito, se llevará a cabo la calificación de las pruebas de manera secuencial en el entorno de trabajo de Excel.

Además, se empleará el programa SPSS V26 para recopilar la información en tablas y gráficos. De esta manera, se obtendrá una visión más precisa y completa de los datos recopilados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación y análisis de los resultados

En este capítulo, se procederá a detallar y analizar minuciosamente los resultados obtenidos a través del proceso de recopilación de datos y su posterior análisis estadístico descriptivo. En este análisis, se presentarán las frecuencias y porcentajes correspondientes, manteniendo coherencia con la secuencia de presentación de las variables, dimensiones e indicadores previamente establecida.

El objetivo principal de este capítulo es presentar de manera clara y concisa el proceso que conduce a la validación de la hipótesis planteada en esta investigación, que se formula de la siguiente manera: "Evaluación del ciclo de vida de los aceros de perforación y su relación con los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno, durante el año 2023".

Para lograr este objetivo, se llevará a cabo un análisis detallado de los datos recopilados, abordando cada variable y dimensión de manera ordenada y sistemática. Esto permitirá establecer relaciones significativas y obtener conclusiones relevantes que respalden la hipótesis de investigación.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos en función de la estructura establecida en la investigación, destacando los hallazgos más relevantes y su relevancia en el contexto de la Unidad Minera San Rafael. Los datos se presentarán de manera clara y se utilizarán gráficos y tablas para facilitar la comprensión de los resultados.

Finalmente, este capítulo servirá como base sólida para la demostración de la hipótesis y proporcionará información valiosa que contribuirá a la toma de decisiones en la gestión de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael durante el año 2023.

Estadística descriptiva

4.1.1. Ciclo de vida de los aceros de perforación

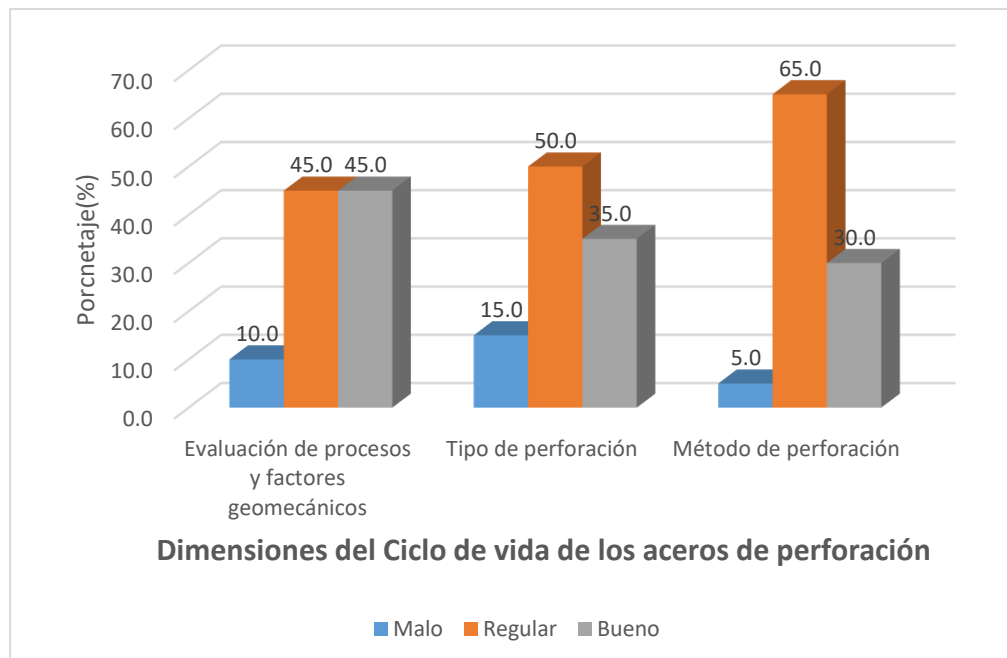
Dimensiones del Ciclo de vida de los aceros de perforación

Niveles	Evaluación de procesos y factores geomecánicos		Tipo de perforación		Método de perforación	
	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%
Malo	2	10,0	3	15,0	1	5,0
Regular	9	45,0	10	50,0	13	65,0
Bueno	9	45,0	7	35,0	6	30,0
TOTAL	20	100	20	100	20	100

Nota: Elaboración Propia

Figura 1

Dimensiones del Ciclo de vida de los aceros de perforación



Nota: Elaboración propia según tabla 3

Interpretación:

En la Tabla 3 y Figura 1 nos proporcionan una visión reveladora de las percepciones de los participantes en nuestra investigación con respecto a varios aspectos clave sobre el Ciclo de vida de los aceros de perforación en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Los datos recopilados muestran que el 45,0% de los encuestados consideran que la evaluación de procesos y factores geomecánicos en esta unidad minera se puede calificar como "buena". Este hallazgo es significativo, ya que sugiere una cierta satisfacción o confianza en la calidad de dicha evaluación por parte de casi la mitad de los participantes.

Por otro lado, es interesante notar que el 50,0% de los encuestados calificaron el tipo de perforación en la unidad minera como "regular". Esta percepción podría señalar áreas de mejora en este aspecto específico de las operaciones mineras. Además, el 65.0% de los participantes también expresaron una evaluación similar, calificando el método de perforación como "regular". Estos resultados sugieren la necesidad de una revisión más profunda y posiblemente mejoras en las prácticas de perforación en la Unidad Minera San Rafael.

Por último, vale la pena destacar que un 30,0% de los encuestados tienen una perspectiva más positiva y consideran que el método de perforación es "bueno". Esta percepción puede indicar que existen aspectos positivos en la forma en que se lleva a cabo la perforación en la unidad minera, pero, aun así, la mayoría de los participantes optaron por calificarlo como "regular".

En conjunto, estos datos nos brindan una comprensión inicial de cómo los empleados de la Unidad Minera San Rafael evalúan aspectos cruciales de su operación, como la geomecánica, el tipo de perforación y el método de perforación. Estas percepciones pueden servir como punto de partida para futuros análisis y decisiones destinadas a mejorar la eficiencia y la efectividad en esta unidad minera.

Tabla 3

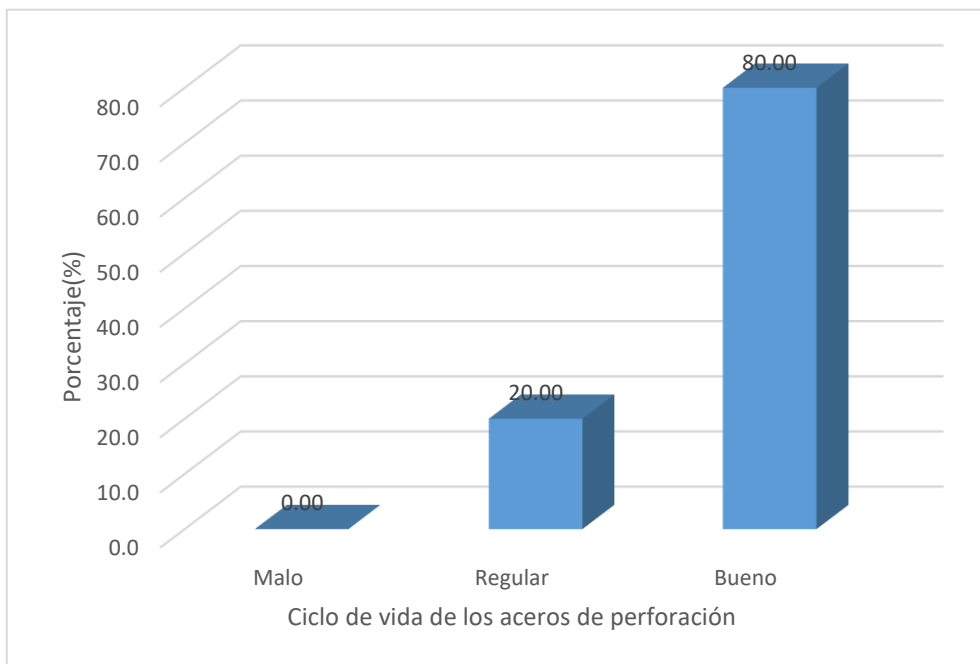
Variable ciclo de vida de los aceros de perforación

Respuesta	N°	%
Malo	0	00,0
Regular	4	20,0
Bueno	16	80,0
Total	20	100,0

Nota: Elaboración Propia

Figura 2

Variable ciclo de vida de los aceros de perforación



Nota: Elaboración propia según tabla 4

Interpretación

Los resultados presentados en la Tabla 4 y Figura 2 revelan una perspectiva generalmente positiva de los participantes de nuestra investigación con respecto a la variable ciclo de vida de los aceros de perforación en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Sorprendentemente, un impresionante 80,0% de los encuestados calificaron el ciclo de vida de los aceros como "bueno". Esta alta calificación sugiere un alto grado de satisfacción o confianza en la durabilidad y la calidad de los aceros utilizados en el proceso de perforación.

Es interesante notar que el 20,0% restante de los participantes calificaron el ciclo de vida de los aceros como "regular". Aunque esta proporción es significativamente menor que el grupo que lo considera "bueno", aún representa un segmento importante de la muestra que no ve el ciclo de vida de los aceros como óptimo. Esto podría indicar áreas en las que se pueden realizar mejoras o ajustes para optimizar aún más la vida útil de los aceros de perforación en la unidad minera.

Un aspecto notable de estos resultados es que ningún participante consideró que el ciclo de vida de los aceros fuera "malo". Esto sugiere que, en general, existe una base de confianza en la calidad de los materiales utilizados en el proceso de perforación. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la percepción de "regular" indica que aún hay espacio para posibles mejoras o ajustes en este aspecto.

4.1.2. Costos operativos

Tabla 4

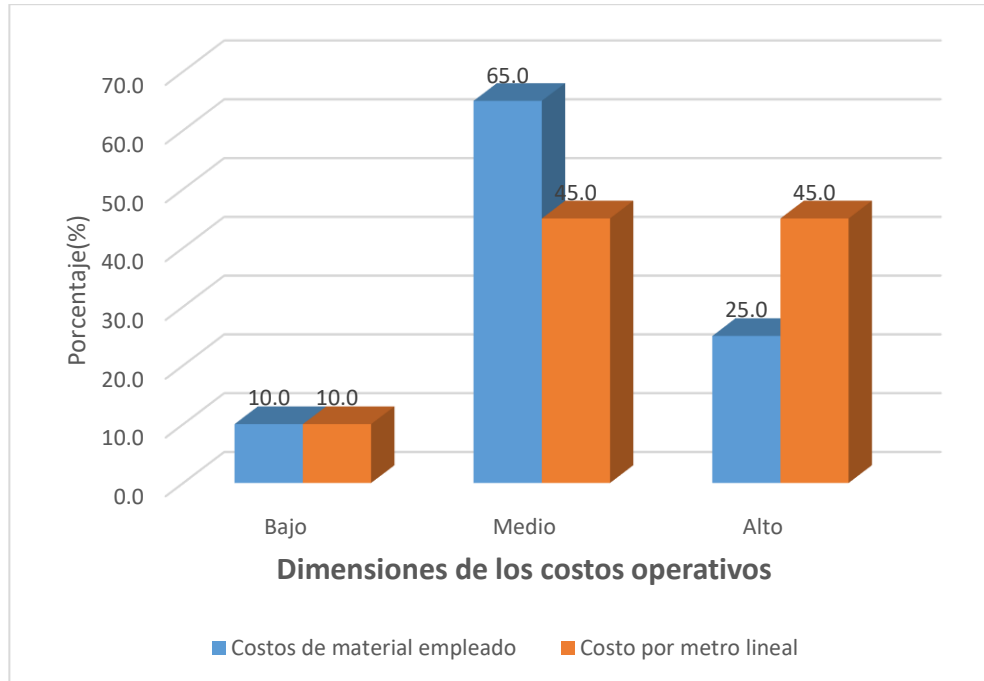
Dimensiones los costos operativos

Niveles	Costos de material empleado		Costo por metro lineal	
	Nº	%	Nº	%
Bajo	2	10,0	2	10,0
Medio	13	65,0	9	45,0
Alto	5	25,0	9	45,0
TOTAL	20	100	20	100

Nota: Elaboración Propia

Figura 3

Dimensiones de los costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 5

Interpretación

Los datos presentados en la Tabla 5 y Figura 3, relacionados con las dimensiones de los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno, brindan una visión interesante de cómo los participantes en nuestra investigación perciben estos aspectos cruciales.

En primer lugar, el 65,0% de los encuestados considera que los costos de material empleado en la unidad minera se sitúan en un nivel "medio". Este resultado sugiere que la mayoría de los participantes ven los costos de material como algo que no es excesivamente alto ni bajo, lo que podría indicar una cierta estabilidad en esta dimensión de los costos operativos.

Por otro lado, es notorio que el 45,0% de los participantes perciben que el costo por metro lineal es "alto". Esta percepción es significativa, ya que sugiere que una

parte considerable de los encuestados considera que los costos por unidad de medida son elevados. Este hallazgo podría ser un punto de atención para la gestión de costos en la unidad minera, ya que costos más altos por unidad pueden afectar la rentabilidad y la eficiencia de las operaciones.

Es interesante destacar que el 10,0% de los participantes califican el costo por metro lineal como "bajo". Aunque esta proporción es relativamente pequeña en comparación con el grupo que considera que es "alto", sigue siendo un indicio importante. Esto podría sugerir que existe un subconjunto de participantes que perciben que los costos por metro lineal son más bajos de lo que generalmente se espera en la industria.

En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de monitorear y gestionar eficazmente los costos operativos, especialmente en términos de materiales y costos por unidad de medida, para garantizar la sostenibilidad y la eficiencia en la Unidad Minera San Rafael. Estos datos proporcionan una valiosa perspectiva inicial que podría guiar futuras estrategias de gestión de costos en la unidad minera.

Tabla 5

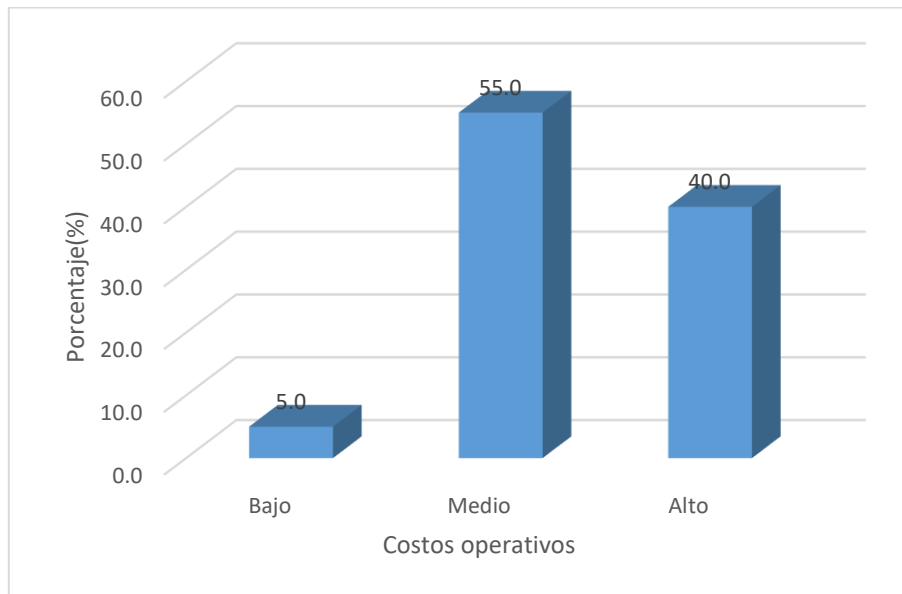
Variable costos operativos

Niveles	N°.	%
Bajo	1	5,0
Medio	11	55,0
Alto	8	40,0
TOTAL	20	100

Nota: Elaboración Propia

Figura 4

Variable costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 6

Interpretación

Los datos presentados en la Tabla 6 y Figura 4, relativos a la percepción de la variable costos operativos en la Unidad Minera San Rafael en Puno, proporcionan una comprensión importante de cómo los participantes de nuestra investigación evalúan estos costos clave.

En primer lugar, destaca que el 55,0% de los encuestados considera que los costos operativos son "medios". Este resultado sugiere que una parte significativa de los participantes ve los costos en un punto intermedio, lo que podría indicar que la mayoría de ellos no perciben que sean excesivamente altos ni particularmente bajos.

Por otro lado, el 40,0% de los participantes perciben que los costos operativos son "altos". Esta percepción es relevante ya que indica que una proporción sustancial de los encuestados considera que los costos son elevados, lo que podría tener implicaciones importantes en la gestión financiera de la unidad minera y su rentabilidad.

Es interesante notar que solo el 5,0% de los participantes cree que los costos operativos son "bajos". Esta minoría que percibe los costos como bajos podría sugerir que, en su opinión, la unidad minera ha logrado mantener costos relativamente bajos en comparación con las expectativas del sector.

En conjunto, estos resultados señalan la importancia de gestionar cuidadosamente los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ya que la percepción de que son altos por parte de un porcentaje significativo de los participantes podría requerir una revisión y posibles estrategias de reducción de costos. Al mismo tiempo, la minoría que ve los costos como bajos podría indicar áreas en las que la unidad minera está funcionando de manera eficiente en términos de gestión de costos. Estos datos proporcionan una base sólida para la toma de decisiones y la mejora continua en la gestión de costos de la unidad minera.

Relación de las variables ciclo de vida de los aceros de perforación y costos operativos.

Tabla 6

Relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos

Ciclo de vida	Costos operativos						TOTAL	
	Bajo		Medio		Alto		Nº	%
	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
Malo	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Regular	1	5,0	3	15,0	0	0,0	4	20,0
Bueno	0	0,0	8	40,0	8	40,0	16	80,0
TOTAL	1	5,0	11	55,0	8	40,0	20	100

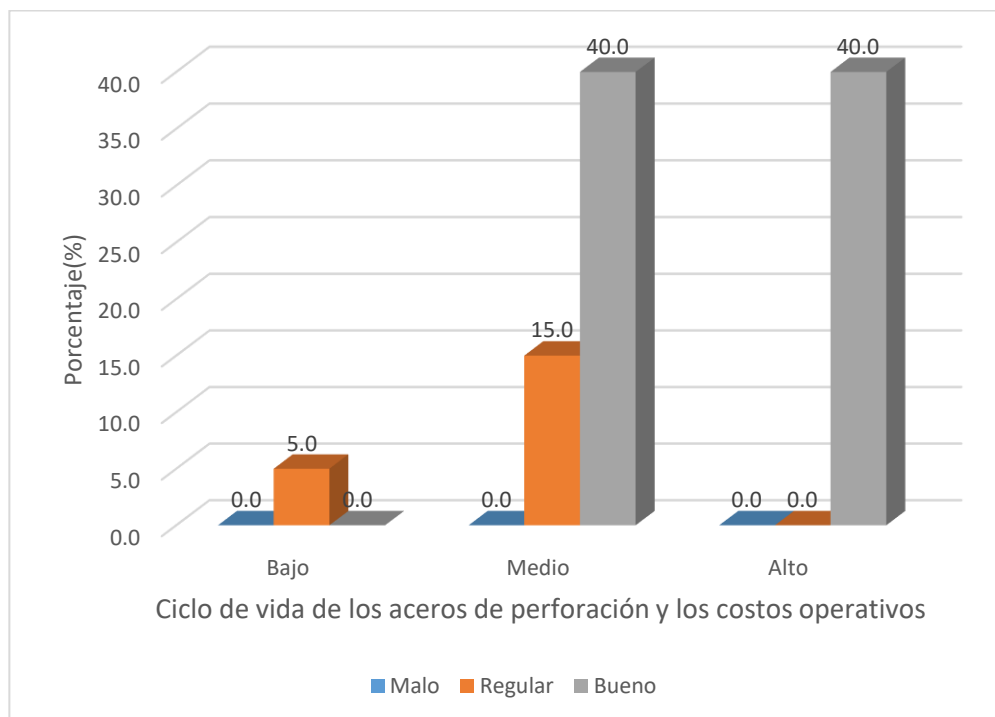
Nota: Elaboración Propia

X²=6,36

p=0,042

Figura 5

Relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 7

Interpretación

Los datos presentados en la Tabla 7 y Figura 5 son esenciales para comprender la relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Estos resultados se obtuvieron a través de una prueba de chi cuadrado ($X^2=6,36$), que proporciona información valiosa sobre la asociación entre estas dos variables.

Lo más destacado de estos resultados es que la prueba de chi cuadrado demuestra una relación estadísticamente significativa entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos, con un valor de p ($P<0,05$). Esto significa que existe una conexión significativa entre estas dos variables en el contexto de la unidad minera.

Un hallazgo interesante es que el 40,0% de los participantes que consideran que el ciclo de vida de los aceros de perforación es "bueno" también creen que los

costos operativos son "altos". Esta relación podría indicar que, en su percepción, la durabilidad y la calidad de los aceros de perforación están relacionadas con costos operativos más elevados. Esto podría deberse a la inversión inicial en materiales de alta calidad que, si bien pueden prolongar la vida útil, también pueden resultar en costos iniciales más altos y, por lo tanto, en costos operativos superiores a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el 15,0% de los participantes que califican el ciclo de vida como "regular" indican que los costos operativos son "medios". Esta relación podría sugerir que aquellos que ven el ciclo de vida como "regular" perciben que los costos operativos se mantienen en un punto medio en términos de su nivel de gasto.

En conjunto, estos resultados resaltan la importancia de comprender la relación entre la calidad de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael. La percepción de los participantes sugiere que existe una interacción significativa entre estas dos variables y que una inversión en materiales de alta calidad podría influir en los costos operativos a largo plazo. Esto proporciona una base sólida para futuros análisis y decisiones relacionadas con la gestión de materiales y costos en la unidad minera.

Tabla 7

Relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos

Evaluación de procesos y factores geomecánicos	Costos operativos						TOTAL	
	Bajo		Medio		Alto		N°.	%
	N°.	%	N°.	%	N°.	%		
Malo	1	5,0	1	5,0	0	0,0	2	10,0
Regular	0	0,0	7	35,0	2	10,0	9	45,0
Bueno	0	0,0	3	15,0	6	30,0	9	45,0
TOTAL	1	5,0	11	55,0	8	40,0	20	100

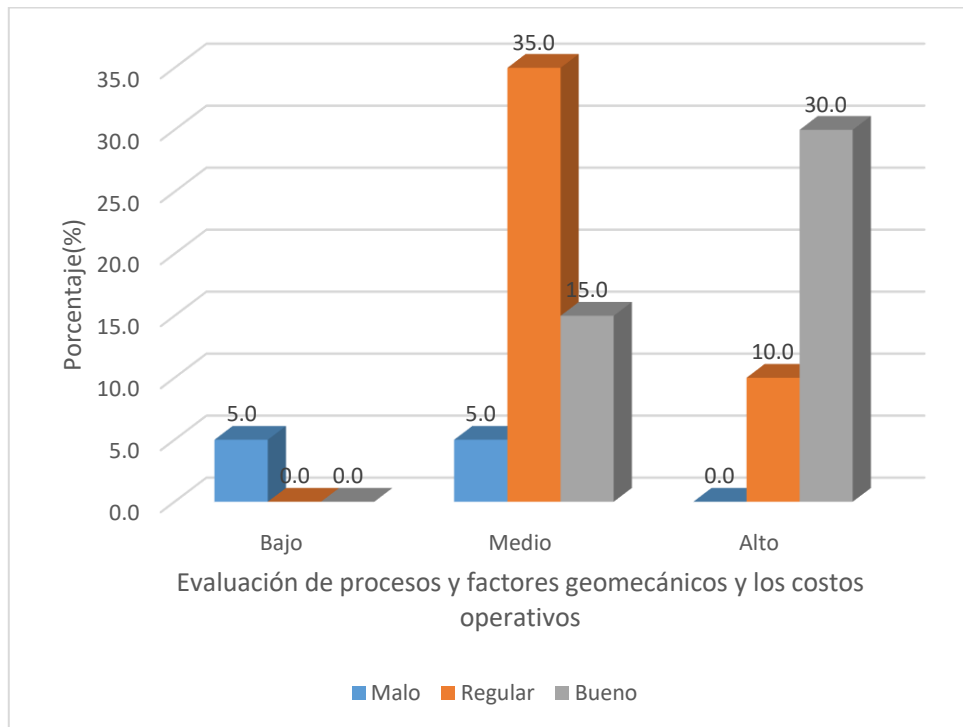
Nota: Elaboración Propia

X²=13,73

p=0,008

Figura 6

Relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 8

Interpretación

Los resultados presentados en la Tabla 8 y Figura 6 son fundamentales para entender la relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Estos resultados se derivan de una prueba de chi cuadrado ($X^2=13,73$), que arroja luz sobre la relación entre estas dos variables.

La información más destacada de estos resultados es que la prueba de chi cuadrado demuestra una relación estadísticamente significativa entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos, con un valor de p ($P<0,05$). Esto indica que existe una conexión significativa entre estas dos variables en el contexto de la unidad minera.

Un hallazgo interesante es que el 30,0% de los participantes que consideran que la evaluación de procesos y factores geomecánicos es "buena" también creen que los costos operativos son "altos". Esta relación podría sugerir que, en su percepción, una evaluación de procesos y factores geomecánicos más positiva se asocia con costos operativos más elevados. Esto podría deberse a la inversión adicional en evaluación y control de procesos que, si bien puede mejorar la eficiencia y la seguridad, también puede generar gastos adicionales.

Por otro lado, el 35,0% de los participantes que califican la evaluación como "regular" indican que los costos operativos son "medios". Esta relación podría sugerir que aquellos que ven la evaluación como "regular" perciben que los costos operativos se mantienen en un nivel medio en términos de su nivel de gasto.

En conjunto, estos resultados resaltan la importancia de comprender la relación entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael. La percepción de los participantes sugiere que existe una interacción significativa entre estas dos variables, y que una inversión adicional en evaluación y control de procesos podría influir en los costos operativos a largo plazo. Esto proporciona una base sólida para futuros análisis y decisiones relacionadas con la gestión de procesos y costos en la unidad minera.

Tabla 8

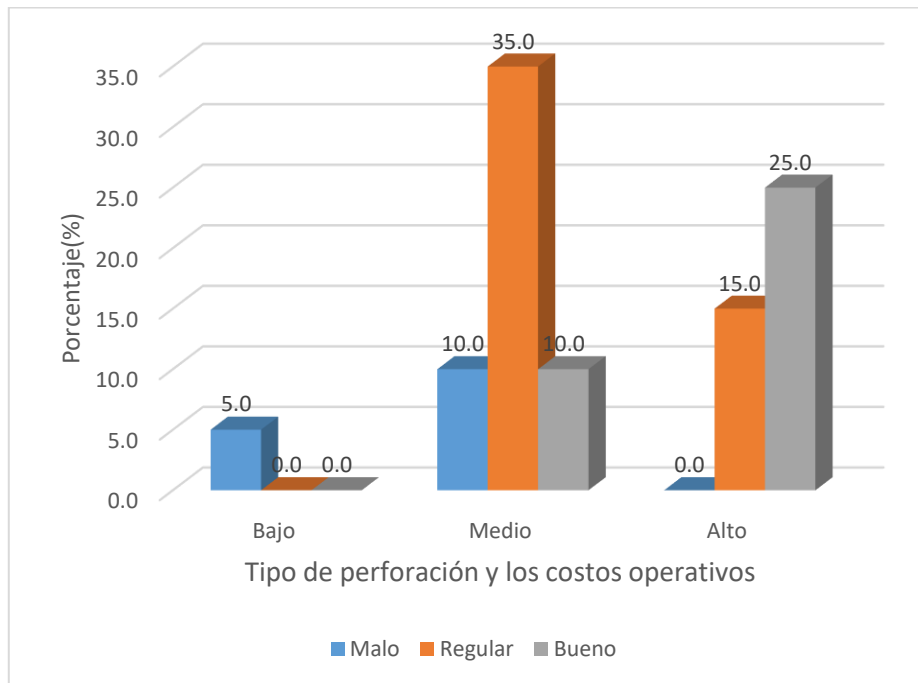
Relación entre el tipo de perforación y los costos operativos

Tipo de perforación	Costos operativos						TOTAL	
	Bajo		Medio		Alto		N°.	%
	N°.	%	N°.	%	N°.	%		
Malo	1	5,0	2	10,0	0	0,0	3	15,0
Regular	0	0,0	7	35,0	3	15,0	10	50,0
Bueno	0	0,0	2	10,0	5	25,0	7	35,0
TOTAL	1	5,0	11	55,0	8	40,0	20	100

Nota: Elaboración Propia

Figura 7

Relación entre el tipo de perforación y los costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 9

Interpretación

Los resultados presentados en la Tabla 9 y Figura 7 son de suma importancia para comprender la relación entre el tipo de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Estos resultados provienen de una prueba de chi cuadrado ($X^2=10,21$), que nos proporciona información relevante sobre la conexión entre estas dos variables.

Lo más relevante de estos resultados es que la prueba de chi cuadrado demuestra una relación estadísticamente significativa entre el tipo de perforación y los costos operativos, con un valor de p ($P<0,05$). Esto significa que existe una conexión significativa entre estas dos variables en el contexto de la unidad minera.

Un hallazgo interesante es que el 25,0% de los participantes que consideran que el tipo de perforación es "bueno" también creen que los costos operativos son "altos". Esta relación podría sugerir que, en su percepción, un tipo de perforación

considerado como eficiente se asocia con costos operativos más elevados. Esto podría deberse a que un tipo de perforación eficiente podría requerir inversiones significativas en tecnología o equipos, lo que podría elevar los costos operativos.

Por otro lado, el 35,0% de los participantes que califican el tipo de perforación como "regular" indican que los costos operativos son "medios". Esta relación podría sugerir que aquellos que ven el tipo de perforación como "regular" perciben que los costos operativos se mantienen en un nivel medio en términos de su nivel de gasto.

Tabla 9

Relación entre el método de perforación y los costos operativos

Método de perforación	Costos operativos						TOTAL	
	Bajo		Medio		Alto		N°.	%
	N°.	%	N°.	%	N°.	%		
Malo	0	0,0	1	5,0	0	0,0	1	5,0
Regular	1	5,0	7	35,0	5	25,0	13	65,0
Bueno	0	0,0	3	15,0	3	15,0	6	30,0
TOTAL	1	5,0	11	55,0	8	40,0	20	100

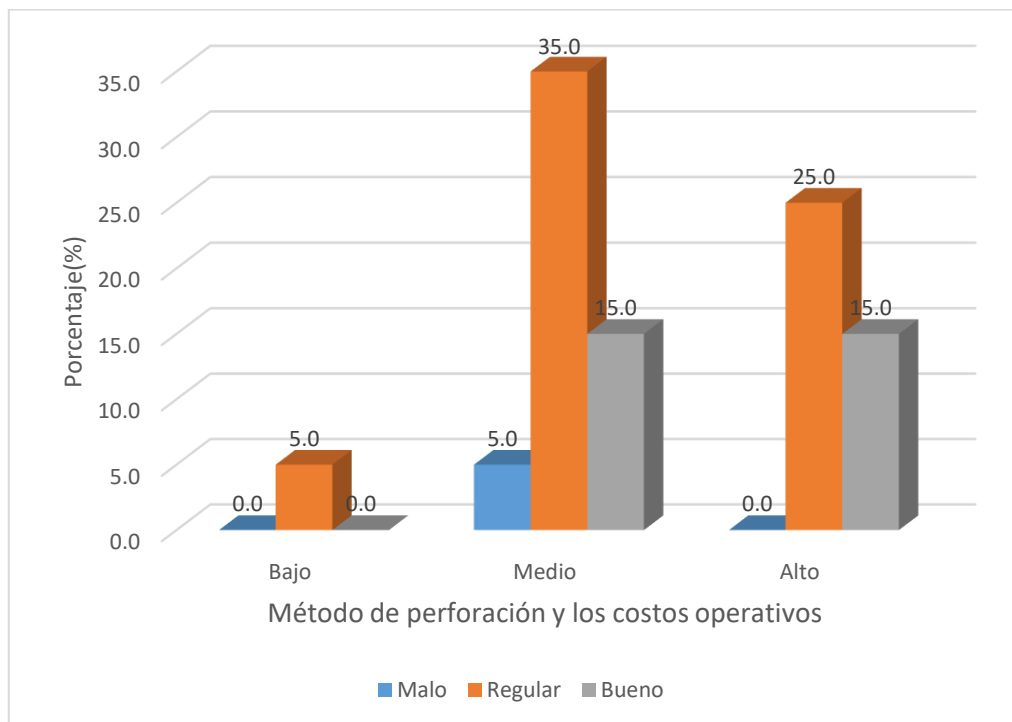
Nota: Elaboración Propia

X²=1,495

p=0,828

Figura 8

Relación entre el método de perforación y los costos operativos



Nota: Elaboración propia según tabla 10

Interpretación

Los datos presentados en la Tabla 10 y Figura 8 nos brindan información importante sobre la relación entre el método de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, ubicada en Puno. Estos resultados se derivan de una prueba de chi cuadrado ($X^2=1,49$), que indica la existencia o ausencia de una conexión significativa entre estas dos variables.

Lo más destacado de estos resultados es que la prueba de chi cuadrado muestra que el método de perforación y los costos operativos no presentan una relación estadísticamente significativa, ya que el valor de p ($P>0,05$) indica que no hay una asociación significativa entre estas variables en el contexto de la unidad minera.

Un hallazgo interesante es que el 35,0% de los participantes que consideran que el método de perforación es "regular" también creen que los costos operativos son "medios". Esto podría indicar que aquellos que ven el método de perforación como

"regular" perciben que los costos operativos se mantienen en un nivel medio en términos de su nivel de gasto.

Por otro lado, el 15,0% de los participantes que califican el método de perforación como "bueno" indican que los costos operativos son "altos". Esta percepción podría sugerir que, en su opinión, un método de perforación considerado eficiente puede estar relacionado con costos operativos más elevados. Esto podría deberse a que un método de perforación altamente eficiente podría requerir inversiones significativas en tecnología o equipos, lo que podría aumentar los costos operativos.

4.2. Contrastación de hipótesis

Verificación de la hipótesis general

Antes de avanzar en la realización de la prueba de hipótesis, se efectuó un análisis previo con el propósito de verificar si las variables fundamentales de nuestro estudio, a saber, el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos, cumplían con el supuesto de normalidad en relación a sus respectivos instrumentos de medición. Este paso es esencial para asegurar la adecuada aplicabilidad de las pruebas estadísticas posteriores.

Para llevar a cabo esta evaluación, se emplearon dos pruebas comúnmente utilizadas en la comprobación de la normalidad de una distribución de datos. La primera de ellas, la prueba de Kolmogórov-Smirnov, fue utilizada cuando el tamaño de la muestra era igual o excedía el valor de 50 ($n \geq 50$). En situaciones en las que el tamaño de la muestra era inferior a 50 ($n < 50$), se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk.

Este proceso de verificación de normalidad es crucial, ya que garantiza que las suposiciones subyacentes a las pruebas de hipótesis subsiguientes se mantengan válidas, lo que a su vez contribuye a la confiabilidad y solidez de los resultados obtenidos en nuestra investigación

Prueba de normalidad

Contrastación de hipótesis general

1. Formulación de la hipótesis

H₀: La distribución de la variable de medición en estudio es normal.

H₁: La distribución de la variable de medición en estudio no es normal.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3. Estadística de prueba

Tabla 10

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ciclo de vida de los aceros de perforación	,223	20	,010	,912	20	,071
Costos operativos	,119	20	,200*	,959	20	,532

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración Propia.

4. Decisión

Como p-valor=sig. (0,071 y 0,532) son mayores que el nivel de significancia ($\alpha=0,05$), entonces se rechaza H₁.

5. Conclusión

Dado que el valor de significancia obtenido es superior a 0,05, podemos concluir que, después de realizar la prueba de normalidad, la distribución de la variable de medición en estudio se ajusta a una distribución normal. Estos resultados respaldan la noción de que los datos siguen una distribución que se asemeja a la curva normal. Como resultado, podemos utilizar métodos estadísticos paramétricos para llevar a cabo la prueba de hipótesis correspondiente.

Verificación de la prueba de hipótesis general

1. Planteamiento de la hipótesis

H1: El ciclo de vida de los aceros de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

H0: El ciclo de vida de los aceros de perforación no se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3. Estadística de prueba

Tabla 11

Prueba de Pearson del ciclo de vida de los aceros frente a los costos operativos

		Ciclo de vida de los aceros de perforación	Costos operativos
Ciclo de vida de los aceros de perforación	Correlación de Pearson	1	,617**
	sig. (bilateral)		,004
	N	20	20
Costos operativos	Correlación de Pearson	,617**	1
	sig. (bilateral)	,004	
	N	20	20

** . la correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración Propia.

4. Decisión

Como p-valor=0,004 es menor al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se rechaza H0.

5. Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que el ciclo de vida de los aceros de perforación se relaciona de forma significativa con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

Verificación de la primera hipótesis específica

1. Planteamiento de la hipótesis

H1: La evaluación de procesos y factores geomecánicos se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

H0: La evaluación de procesos y factores geomecánicos no se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3. Estadística de prueba

Tabla 12

Prueba de Pearson de la evaluación de procesos y factores geomecánicos frente a los costos operativos

	Pearson	Evaluación de procesos	Costos operativos
Evaluación de procesos y factores geomecánicos	Correlación de Pearson	1	0,682
	Sig. (bilateral)		< 0,001
	N	20	20
Costos operativos	Correlación de Pearson	0,682	1
	Sig. (bilateral)	< 0,001	
	N	20	20

Nota: Elaboración Propia.

4. Decisión

Como p-valor= < 0,001 es menor al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se rechaza H0.

5. Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que la evaluación de procesos y factores geomecánicos se relaciona de forma significativa con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

Verificación de la segunda hipótesis específica

1. Planteamiento de la hipótesis

H1: El tipo de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

H0: El tipo de perforación no se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3. Estadística de prueba

Tabla 13

Prueba de Pearson del tipo de perforación frente a los costos operativos

	Pearson	Tipo de perforación	Costos operativos
Tipo de perforación	Correlación de Pearson	1	0,469*
	Sig. (bilateral)		0,037
	N	20	20
Costos operativos	Correlación de Pearson	0,469*	1
	Sig. (bilateral)	0,037	
	N	20	20

Nota: Elaboración Propia

4. Decisión

Como p-valor=0,037 es menor al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se rechaza H0

5. Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que el tipo de perforación se relaciona de forma significativa con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

Verificación de la tercera hipótesis específica

1. Planteamiento de la hipótesis

H1: El método de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

H0: El método de perforación no se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

2. Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

3. Estadística de prueba

Tabla 14

Prueba de Pearson del método de perforación frente a los costos operativos

	Pearson	Método de perforación	Costos operativos
Método de perforación	Correlación de Pearson	1	0,146
	Sig. (bilateral)		0,538
	N	20	20
Costos operativos	Correlación de Pearson	0,146	1
	Sig. (bilateral)	0,538	
	N	20	20

Nota: Elaboración Propia

4. Decisión

Como p-valor=0,538 es mayor al nivel de significancia $\alpha=0,05$; entonces se rechaza H1.

5. Conclusión

Al nivel del 5% de significancia se concluye que el tipo de perforación no se relaciona de forma significativa con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

La presente discusión se adentra en el análisis detallado de los resultados obtenidos en la investigación cuyo objetivo general fue determinar la relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno, en el año 2023. Además, se compara esta investigación con antecedentes a nivel internacional y nacional, con el propósito de destacar las similitudes, diferencias y contribuciones en el campo de estudio.

Los resultados presentados en las Tablas y Figuras proporcionan una visión clara de cómo los participantes de la investigación perciben la relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno. Estos resultados ofrecen una visión amplia de la percepción de los trabajadores mineros en relación con dos aspectos cruciales de la operación minera.

En términos generales, se destaca que un impresionante 80,0% de los encuestados calificaron el ciclo de vida de los aceros como "bueno". Este hallazgo encontrado sugiere que estos materiales son considerados como duraderos y confiables por una parte considerable de los trabajadores mineros en la unidad. Esta percepción podría estar relacionada con la calidad y el rendimiento de los aceros de perforación utilizados en las operaciones mineras.

Sin embargo, también se observa que un porcentaje sustancial de los participantes califica los costos operativos como "medios" con el 20,0%, aunque esta proporción es significativamente menor que el grupo que lo considera "bueno", aún representa un segmento importante de la muestra que no ve el ciclo de vida de los aceros como óptimo. Esto podría indicar áreas en las que se pueden realizar mejoras o ajustes para optimizar aún más la vida útil de los aceros de perforación en la unidad minera, mientras que otro grupo ningún participante consideró que el ciclo de vida de los aceros fuera "malo" Esto sugiere que, en general, existe una base de confianza en la calidad de los materiales utilizados en el proceso de perforación. Por otro lado, con respecto a la variable costos operativos, el 55,0% de los encuestados indica que los costos operativos son "medios".

Este resultado sugiere que una parte significativa de los encuestados ve los costos en un punto intermedio, lo que podría indicar que la mayoría de ellos no perciben que sean excesivamente altos ni particularmente bajos, el 40,0% de los encuestados manifiestan que los costos operativos son "altos". Esta percepción es relevante ya que indica que una proporción sustancial de los participantes coinciden que los costos son elevados, lo que podría tener implicaciones importantes en la gestión financiera de la unidad minera y su rentabilidad, en cambio, solo el 5,0% de los participantes cree que los costos operativos son "bajos". Esta minoría que percibe los costos como bajos podría sugerir que, en su opinión, la unidad minera ha logrado mantener costos relativamente bajos en comparación con las expectativas del sector.

Carvajal (2021): Este estudio se enfocó en la estimación de costos en la minería. Aunque se centra en la estimación de costos de equipos mineros, resalta la importancia de estimar y controlar los costos operativos, lo que se alinea con nuestra investigación. La precisión de los costos estimados fue destacada en el estudio de Carvajal, lo que podría sugerir la necesidad de una estimación precisa en la unidad minera San Rafael.

Zúñiga y Rojas (2020): Este estudio se centró en analizar los costos operativos en diferentes tareas mineras en minería artesanal y pequeña minería. Aunque el enfoque y contexto son diferentes, ambos estudios se centran en los costos operativos. En nuestra investigación, hemos observado que una parte significativa de los participantes califica los costos operativos como "medios", lo que podría ser una coincidencia con el hallazgo de que las tareas de perforación y voladura representan costos significativos en el proceso minero.

Cosme y De La Cruz (2023): Este estudio se enfocó en el mejoramiento y control del ciclo de perforación y voladura en una unidad minera. Aunque el contexto y los métodos son diferentes, la optimización de costos es un punto en común. En nuestra investigación, se ha identificado una relación significativa entre la calidad del ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos, lo que podría contribuir a una gestión más efectiva de los costos en la unidad minera San Rafael.

Silva (2022): Este estudio buscó establecer cómo la optimización de la perforación y voladura influye en la reducción de costos operativos en una minera aurífera. A pesar de las diferencias en el enfoque, ambos estudios resaltan la importancia de la optimización de costos. En nuestra investigación, se ha observado que una parte de los participantes considera los costos operativos como "altos", lo que podría relacionarse con la necesidad de reducir costos.

Diaz y Tunquipa (2021): Este estudio se centró en la optimización de costos unitarios de perforación y voladura en una unidad minera. A pesar de las diferencias en la metodología, ambos estudios destacan la importancia de mejorar los procesos para reducir costos. En nuestra investigación, se ha identificado una relación significativa entre la calidad del ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos, lo que podría indicar la importancia de la calidad de los materiales en la optimización de costos.

En conclusión, esta investigación proporciona una visión profunda sobre cómo los participantes perciben la relación entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael. Aunque se requiere una investigación más profunda para determinar las causas y efectos exactos de esta relación, los resultados preliminares sugieren que la calidad de los materiales desempeña un papel relevante en la gestión de costos en la minería.

CONCLUSIONES

Existe una relación estadísticamente significativa entre el ciclo de vida de los aceros de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno. El 40,0% de los participantes que consideran que el ciclo de vida de los aceros es "bueno" también creen que los costos operativos son "altos", no se ha llevado un control de rendimiento y cuidado de los aceros de perforación lo que ha generado un alto consumo por pérdidas y descartes prematuros elevando el costo mensual de los aceros.

Se halló una relación estadísticamente significativa entre la evaluación de procesos y factores geomecánicos y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno. El 30,0% de los participantes que consideran que la evaluación es "buena" también creen que los costos operativos son "altos". Al realizar la perforación se ha presentado atascamiento de la columna de perforación al comunicar con fracturas, así como pérdidas de brocas en geodas y terrenos panizos lo que nos ha generado un incremento en el costo operativo mensual.

Se pone de manifiesto una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael, Puno. Se destaca que el 25,0% de los participantes que califican el tipo de perforación como "bueno" también perciben que los costos operativos son "altos", mientras que el 35,0% de los que consideran que es "regular" indican que los costos operativos son "medios". Para la perforación en vetas se ha venido realizando con equipos Simba S7C que presentan dificultad para posicionar la viga de perforación por las dimensiones de la labor ya que cuenta con carrusel generando un emboquillado deficiente, taladros desviados, dificultad para recuperar las barras, rotura de barras por desalineamiento haciendo que los costos operativos se incrementen.

No existe una relación estadísticamente significativa ($X^2=1,495$, $P>0,05$) entre el método de perforación y los costos operativos en la Unidad Minera San Rafael,

Puno. Aunque se observa que el 35,0% de los participantes que califican el método de perforación como "regular" también consideran que los costos operativos son "medios", y el 15,0% que lo considera "bueno" indica que los costos operativos son "altos". Estos hallazgos sugieren que, en este contexto, el método de perforación no parece influir significativamente en los costos operativos. Las brocas utilizadas para realizar la perforación cuentan con 3 orificios de barrido frontales presentando un barrido deficiente en terrenos panizos lo que ha ocasionado demoras operativas, así como fatiga en los aceros de perforación generado que los aceros se descarten antes de cumplir su ciclo de vida.

RECOMENDACIONES

Implementar un control de metros perforados, así como capacitar a los operadores en el cuidado al perforar, correcto traslado, almacenamiento y mantenimiento de los aceros de perforación para que cumplan su vida útil y evitar descartes prematuros.

Realizar una correcta evaluación del macizo rocoso para identificar y conocer el tipo de roca, su dureza, comportamiento, así como identificar si presenta abrasividad, fallas, geodas, lo que nos permitirá realizar los controles operacionales oportunos para no tener descartes prematuros de aceros de perforación.

Realizar la perforación en vetas con equipos Simba T1D que son de menor dimensión y su viga de perforación no cuenta con carrusel lo que hará que su posicionamiento sea el correcto. Capacitar a los operadores de la importancia de un buen posicionamiento del equipo para tener una perforación de calidad, así como utilizar tubo guía para mejorar la desviación de los taladros.

Trabajar con brocas con 6 orificios de barrido, 3 centrales y 3 periféricos para tener un buen barrido y mejorar la velocidad de corte, verificar que el equipo cuente con los correctos parámetros de perforación para el tipo de terreno a perforar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atlantic International University. (2021). Proceso de obtención del hierro y del acero. Obtenido de Atlantic International University - AIU: <https://cursos.aiu.edu/procesos%20industriales/pdf/tema%201.pdf>
- Atlas Copco Secoroc. (s.f.). Perforación manual y accesorios. Obtenido de Edipesa: <https://www.edipesa.com.pe/images/PDF-productos/herramientas-neumaticas-para-perforacion-de-rocas.pdf>
- Bernardis, A. (2019). Estrategias de análisis multivariado para la revisión técnica de campañas de perforación de pozos de petróleo y gas. Obtenido de Uncoma: <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/15366>
- Carvajal, C. J. (2021). Implementación de un modelo de costos operacionales para Minera Centinela. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/183435>
- Chusin y Peñaloza. (2023). Optimización de costos de producción, liquidez y solvencia en empresas bananeras: Estrategias clave. Obtenido de MQRInvestigar: <http://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/398>
- Condori, P. (2020). Universo, población y muestra. Obtenido de La academia: <https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>
- Cortés, Á. (2023). Análisis multidireccional del índice de fracturamiento y distribución de bloques en macizos rocosos. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma De México: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000838057/3/0838057.pdf>
- Cosme y De La Cruz. (2023). Mejoramiento y control del ciclo de perforación y voladura, para incrementar la producción del método de minado con taladros largos, Unidad Minera Americana. Obtenido de Repositorio Continental: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12684/2/IV_FIN_110_TE_Cosme_De_La%20Cruz_2023.pdf

- Diaz y Tunquipa. (2021). Optimización de costos unitarios de perforación y voladura en labores de preparación del NV 1715 en la unidad minera Chalhuané – 2021. Obtenido de UTP: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5698>
- Duran, J. (2021). a) Análisis y optimización de costos unitarios de perforación y voladura en el diseño y construcción de galería nv.4790 unidad operativa huarcaya - Compañía Minera pgm. Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c91634c3-239b-497a-8698-d452cfe44cb7/content>
- Equipo editorial, Etecé. (2023). Acero: qué es, propiedades, tipos, usos y características. Obtenido de Equipo editorial, Etecé: <https://humanidades.com/acero/>
- First Technology, Inc. (2023). Crecimiento de la Producción Minera Para el 2023. Obtenido de First Technology, Inc.: <https://firstec.net/crecimiento-de-la-produccion-minera-para-el-2023/>
- García, H. (2023). Costos por procesos para determinar los costos de producción, comercialización y rentabilidad del café orgánico del fundo selva andina Huarango–Cajamarca, 2021. Obtenido de USAT: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5960>
- González, R. (2023). Costos de producción para la determinación de precios de venta de la empresa Zoraida, cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, año 2022. Obtenido de Repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9541>
- Gonzalo, A. (2021). Métodos de Perforación en Minería Subterránea. Obtenido de Ise Academy: <https://ise-academy.net/metodos-de-perforacion-en-mineria-subterranea/>
- Grupo Desnivel. (2021). Relación Entre Sistemas De Perforación Y Tipos De Terreno. Obtenido de Grupo Desnivel: <https://grupodesnivel.com/relacion-entre-sistemas-de-perforacion-y-tipos-de-terreno/>

- Guevara et al. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). N.4 V.3. Obtenido de Revista RECIMUNDO: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Herrera, R. (2022). Análisis de susceptibilidad geológica y geotécnica para determinar zonas de riesgo dentro de la Central Hidroeléctrica Topo. Obtenido de Dspace UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26678>
- Huacce, J. (2022). Caracterización del macizo rocoso para la determinación del tipo de sostenimiento Mina San Cristóbal Compañía Minera Volcán 2021. Obtenido de Repositorio UNSCH: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4770>
- Huayta, E. (2023). Los costos operativos y su relación con el precio de venta de la empresa hotelera Nessus Hoteles SA periodo 2015-2022. Obtenido de Repositorio UTP: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2914>
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2023). Producción minera del Perú crecerá 7.8% en 2023 impulsado por el cobre. Obtenido de Instituto de Ingenieros de Minas del Perú: <https://iimp.org.pe/raiz/produccion-minera-del-peru-creceria-7-8-en-2023-impulsado-por-el-cobre#:~:text=Producci%C3%B3n%20minera%20del%20Per%C3%BA%20crecer%C3%ADa%207.8%25en%2023impulsadoporelcobre,-Compartir%20en%3A&text=Refiri%C3%B3%20que%20la%20producci%C3%B3n%20miner>
- JNA. (2020). Cuáles Son Los Procesos Para La Fabricación De Piezas En Acero Inoxidable. Obtenido de jnablog: <https://jnaceros.com.pe/blog/procesos-fabricacion-piezas-acero-inoxidable/>
- Lavayen y Damarys. (2023). Estudio de problemas operacionales en la perforación de un pozo tipo “S” en el bloque 54 en Ecuador. Obtenido de repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9077>
- Luján, L. (2019). Contabilidad de costos. Obtenido de ISSUU: https://issuu.com/michaelriveraseminario/docs/_publicaciones_guias_19022013_manualoperativon22xd

- Maldonado, Y. (2020). Macizo rocoso, matriz rocosa y discontinuidades. Descripción y caracterización de macizos rocosos. Obtenido de Geologiaweb: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/macizo-rocoso/>
- Martínez, P. (2018). Materias primas en la fabricación de acero. Obtenido de Unioviado: <https://www.unioviado.es/sid-met-mat/TECNOLOGIASIDEROMETALURGICA/Practicas%20ArcelorMittal/Materias%20primas.pdf>
- Mata, L. (30 de julio de 2019). Diseños de investigaciones con enfoque cuantitativo de tipo no experimental. Obtenido de Investigalia: <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/>
- Ministerio de Minas y Energía, Colombia. (s.f.). Glosario Técnico Minero - Agencia Nacional de Minería. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía, Colombia: <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Ore, C. (2019). Optimización del uso de aceros de perforación para el método de minado Bench and Fill en la Veta Mary unidad. Obtenido de Universidad Continental: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7019/2/IV_FIN_110_TE_Ore_Acuna_2019.pdf
- Orozco, A. (2022). Los diferentes tipos de perforación rotatoria utilizados en la industria minera. Obtenido de Tecnología minera: <https://tecnologiaminera.com/noticia/los-diferentes-tipos-de-perforacion-rotatoria-utilizados-en-la-industria-minera-1646145569>
- Pincay et al. (2023). Costos operativos y rentabilidad de la Asociación Asesagra del cantón Jipijapa, periodo 2018-2021. Obtenido de Pol. Con. (Edición núm. 79): <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/5243/12814>

- Quito y Babilonia. (2020). Análisis de la vida útil de aceros de perforación para evaluar costos operativos en galerías Compañía Minera San Cristóbal S.A.A. Obtenido de Repositorio Continental: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8523/4/IV_FIN_10_TE_Quito_Babilonia_2020.pdf
- Revista Seguridad Minera. (2017). Perforación minera: tipos, clases de maquinaria y ubicación de taladros. Obtenido de Revista Seguridad Minera: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/perforacion-minera-tipos-clases-de-maquinaria-y-ubicacion-de-taladros/>
- Rodríguez, A. (2022). Ciclo de vida del acero inoxidable y su reciclaje. Obtenido de Ulbrinox: <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/ciclo-de-vida-del-acero-inoxidable-y-su-reciclaje>
- Rojas, V. (2019). Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe. 2a Edición. Obtenido de Ediciones de la U: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WCwaEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Esta+es+una+forma+de+investigaci%C3%B3n+cient%C3%ADfica+que+tiene+como+objetivo+principal+ampliar+el+conocimiento+humano+y+comprender+los+fen%C3%B3menos+naturales+y+sociales+sin+pre>
- Sánchez, A. (2023). Optimización de los procesos de perforación y voladura en la cantera de áridos Beltrán, Santa Rosa-El Oro. Obtenido de Dspace Uazuay: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12939>
- Silva, J. (2022). Optimización de la perforación y voladura para reducción de costos operativos en minera aurífera retamas - 2021. Obtenido de UNCP: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8418>
- Torres, D. (2022). Rentabilidad de una empresa: qué es, cómo calcularla y ejemplos. Obtenido de Hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/rentabilidad-empresa>

- Villarreal, M. (2020). Caracterización geotécnica de macizos rocosos, a nivel de prefactibilidad, en el área de implantación de presas de laminación de crecidas extraordinarias actuales y proyectadas sitas en la Hoja Tandil 3760-IV. Obtenido de Universidad Nacional de La Plata: http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tfl_mcristinavillarreal.pdf
- Yatto, A. (2022). Perforación direccional, herramientas y aplicación en sondajes diamantinos. Obtenido de UNSA: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5118c712-79bc-4b22-98c7-a00c6d0eb5cd/content>
- Zúñiga y Rojas. (2020). Análisis de costos operativos en pequeña minería y minería artesanal en Nambija. Obtenido de Recursos naturales y pandemia, Vol. 10 Núm. 2: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/2568>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

CICLO DE VIDA DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL, PUNO, 2023							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES				
P. General: ¿Cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?	O. General: Determinar cómo se relaciona el ciclo de vida de los aceros de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.	H. General: El ciclo de vida de los aceros de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.	Variable independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación				
			Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala	Nivel y rango
			1. Evaluación de procesos y factores geomecánicos	1.1. Parámetros de perforación 1.2. Superficie perforable 1.3. Macizo rocoso 1.4. Grupo de discontinuidades 1.5. Parámetros	1 2 3 4 5	Totalmente en desacuerdo: 1 En desacuerdo: 2 Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 3 De acuerdo: 4 Totalmente de acuerdo: 5	Baja [22 – 51] Media [52 – 81] Alta [82 – 110]
			2. Tipo de perforación	2.1. Manual 2.2. Neumática 2.3. Eléctrica 2.4. Hidráulica	6 7 8 9		
3. Método de perforación	3.1. Rotación 3.2. Percusión 3.3. Direccional	10 11 12					
Variable dependiente: Costos operativos							
P. Específicos: a) ¿Cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023? b) ¿Cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023? c) ¿Cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023?	O. Específicos: a) Determinar cómo se relaciona la evaluación de procesos y factores geomecánicos con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023. b) Determinar cómo se relaciona el tipo de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023. c) Determinar cómo se relaciona el método de perforación con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.	H. Específicos: a) La evaluación de procesos y factores geomecánicos se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023. b) El tipo de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023. c) El método de perforación se relaciona significativamente con los costos operativos en la unidad minera San Rafael, Puno, 2023.	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala	Nivel y rango
			4. Costos de material empleado	4.1. Costo total de los materiales 4.2. Consumo de aceros	13 14-15	Totalmente en desacuerdo: 1 En desacuerdo: 2 Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 3 De acuerdo: 4 Totalmente de acuerdo: 5	Baja [22 – 51] Media [52 – 81] Alta [82 – 110]
			5. Costo por metro lineal	5.1. Costo total por metro lineal perforado 5.3. Rentabilidad de las operaciones	16-17 18-19		

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	INSTRUMENTOS	METODO DE ANALISIS
<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Básica.</p> <p>Diseño: No experimental, transversal, descriptivo, correlacional.</p>	<p>Población: 20 empleados de la unidad minera San Rafael, Puno</p> <p>Muestra: 20 empleados de la unidad minera San Rafael, Puno</p> <p>Muestreo: Aleatorio o probabilístico.</p>	<p>Variable 1: Ciclo de vida de los aceros de perforación</p> <p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario de 12 ítems</p> <p>Variable2: Costos operativos</p> <p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario de 7 ítems</p>	<p>Estadística descriptiva:</p> <p>Los datos se agruparán en niveles de acuerdo a los rangos establecidos, los resultados se presentarán en tablas de frecuencias y figuras estadísticas.</p>

Anexo 2: Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación	De acuerdo con Rodríguez (2022) el ciclo de vida de los aceros se refiere a las diferentes etapas por las que pasa un material desde su producción hasta su eventual desecho o reciclaje.	1. Evaluación de procesos y factores geomecánicos	1.1. Parámetros de perforación	Bares
			1.2. Superficie perforable	RMR-RQD
			1.3. Macizo rocoso	RMR-RQD
			1.4. Grupo de discontinuidades	Planares-Lineales
			1.5. Parámetros	
		2. Tipo de perforación	2.1. Manual	Newton (N)
			2.2. Neumática	Bares
			2.3. Eléctrica	KW
			2.4. Hidráulica	PSI
			3. Método de perforación	3.1. Rotación
3.2. Percusión	Bares			
3.3. Direccional	Grados			
Dependiente: Costos operativos	De acuerdo con Huayta (2023) son los gastos que una empresa incurre en sus actividades diarias para mantener y administrar su negocio.	4. Costos de material empleado	4.1. Costo total de los materiales	(\$)
			4.2. Consumo de aceros	Cantidad dólares
		5. Costo por metro lineal	5.1. Costo total por metro lineal perforado	(\$/metro)
			5.2. Rentabilidad de las operaciones	(\$)

Nota. Elaboración propia

Anexo 3: Instrumento de investigación

Cuestionario

“CICLO DE VIDA DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA UNIDAD MINERA SAN RAFAEL, PUNO, 2023”

La presente encuesta tiene fines únicamente académicos, siendo que los datos de los participantes serán totalmente anónimos. En tal sentido, solicitamos a los mismos responder de forma libre y sincera.

Marcar con una (X) la que corresponde con su opinión aplicando la siguiente valoración.

Totalmente en desacuerdo: 1 En desacuerdo: 2 Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 3 De acuerdo: 4 Totalmente de acuerdo: 5

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
Variable Independiente: Ciclo de vida de los aceros de perforación						
D1 Evaluación de procesos y factores geomecánicos						
Parámetros de perforación						
1	Los aceros de perforación son adecuados para los parámetros de perforación establecidos para el tipo de trabajo que realiza la empresa.					
Superficie perforable						
2	La empresa evalúa de manera previa la superficie perforable para seleccionar los aceros de perforación más adecuados.					
Macizo rocoso						
3	Se realiza un análisis exhaustivo del macizo rocoso para determinar la vida útil esperada de los aceros que se emplearán para su perforación.					
Grupo de discontinuidades						

4	La identificación y clasificación del grupo de discontinuidades se considera en la elección de los aceros que se empleará para la perforación.					
Parámetros						
5	Los parámetros de diseño y fabricación de los aceros de perforación se ajustan a las necesidades específicas de la empresa minera.					
D2 Tipo de perforación						
Manual						
6	La perforación manual es utilizada solo cuando es apropiada y no representa un desgaste innecesario de los aceros.					
Neumática						
7	La perforación neumática se emplea solo cuando el espacio es reducido y de manera controlada para no afectar la vida útil de los aceros.					
Eléctrica						
8	La perforación eléctrica se realiza por medio del uso de una perforadora con barreno helicoidal.					
Hidráulica						
9	La perforación hidráulica se emplea en los casos requeridos por medio de la transmisión, control de fuerzas y movimientos en la perforación.					
D3 Método de perforación						
Rotación						
10	La perforación por rotación es realizada tomando en cuenta los distintos resultados según la roca o suelo con el fin de prolongar la vida útil de los aceros.					
Percusión						
11	La perforación por percusión se emplea en los casos requeridos por medio de un movimiento de vaivén que golpea el fondo para triturar la roca.					
Direccional						

12	La perforación direccional se utiliza cuando es necesario y se controla para minimizar el desgaste innecesario de los aceros de perforación.					
Variable dependiente: Costos operativos						
D1 Costos de material empleado						
Costo total de los materiales						
13	El costo total de los materiales es adecuadamente gestionado y controlado.					
Consumo de aceros						
14	Se lleva un registro del consumo de aceros utilizado en las operaciones.					
15	Se cuenta con medidas para reducir el consumo de aceros.					
D2 Costo por metro lineal						
Costos por metro lineal perforado						
16	El costo total por metro lineal perforado se mantiene dentro de los límites presupuestados.					
17	Se cuenta con estrategias para disminuir los costos por metro lineal perforado.					
Rentabilidad de las operaciones						
18	Existe una asignación adecuada de recursos para maximizar la rentabilidad de las operaciones de la empresa.					
19	Se realizan evaluaciones periódicas de la rentabilidad de las operaciones para tomar decisiones informadas.					

Anexo 4: Análisis de confiabilidad del instrumento

Ciclo de vida de los aceros de perforación y su relación con los costos operativos en la unidad Minera San Rafael, Puno, 2023.

Tabla 15

Estadística de fiabilidad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,789	19

Nota: Elaboración Propia

El resultado obtenido en el análisis de confiabilidad del instrumento arrojó un valor del estadígrafo de 0,789 en su consistencia esto demuestra que este instrumento tiene una confiabilidad ACEPTABLE y por lo tanto puede ser aplicado para recoger los datos y proceder con el análisis estadístico.

Confiabilidad	Valores
Inaceptable	0,01 a 0,49
Pobre	0,50 a 0,59
Cuestionable	0,60 a 0,69
Aceptable	0,70 a 0,79
Bueno	0,80 a 0,89
Excelente	$\geq 0,90$

Anexo 5: Base de datos

ID	Procesos	Tipo	Método	Ciclo de perforación	Costos	Metro	Costos operativos	Ciclo perforación	Proceso 1	Proceso 1	Tipo 1	Método 1
1	1	2	2	2	2	1	2	29	16	9	11	9
2	3	3	3	3	3	3	3	52	31	20	17	15
3	3	2	2	3	3	3	3	44	28	21	13	10
4	2	1	2	2	2	3	2	34	22	15	7	12
5	2	2	2	3	2	2	2	38	20	15	12	11
6	1	1	2	2	1	1	1	29	13	11	8	10
7	3	3	3	3	2	3	3	51	26	21	17	13
8	3	2	2	3	2	3	3	45	26	23	13	9
9	2	3	2	3	2	2	2	44	20	18	18	8
10	2	2	2	3	3	3	3	42	28	18	14	10
11	3	3	2	3	2	2	2	52	24	24	18	10
12	3	3	2	3	2	3	3	48	28	21	16	11
13	3	2	2	3	2	2	2	44	23	20	14	10
14	2	2	3	3	1	3	2	41	21	15	14	12
15	2	2	3	3	2	2	2	42	20	15	13	14
16	2	3	3	3	3	2	3	45	27	18	15	12
17	3	3	2	3	3	2	3	42	27	17	16	9
18	3	2	2	3	2	2	2	42	23	20	11	11
19	2	2	3	3	2	2	2	41	21	16	12	13
20	2	1	1	2	2	3	2	25	25	12	7	6

Anexo 6: Costos operacionales

PERFORACIÓN		
PRODUCCION MENSUAL	4000	tn
Peso específico	3,1193	
Equipo de Perforación	SIMBA S7C-8	
Longitud del tajo	120	metros
Ancho de minado	2,6	metros
Espaciamiento	0,9	metros
Burden	1,5	metros
Altura de corte	13,5	metros
Horas trabajadas por guardia	7	hrs./guardia
Velocidad de perforación	25	metros/hra.
N° Taladros por corte	280	und.
Toneladas por Taladro	57	tn/tal.
Toneladas por corte	15918	tn.
Taladros perforados por hora	1,85	tal/hra.
Horas efectivas de perforación	151	hrs.
Utilización del equipo	25	%
Horas totales de perforación	604,8	hrs.
Guardias de perforación	86,4	guardias
Metros perforados por corte	3780	metros
Costo de perforación por corte	8459,64	US\$
Metros perforados por tonelada	0,237	metros/tn.
Costo operativo de la simba S7C-8	55,95	US\$/hora
Costo maestro perforista x guardia	39,35	US\$/guardia
costo ayudante perforista x guardia	27,62	US\$/guardia
COSTOS FIJOS		
Costo maestro perforista	3541,5	US\$/mes.
Costo ayudante perforista	2485,8	US\$/mes.
Costo Supervisor	3834	US\$/mes.
Costo Jefe de Guardia	5200	US\$/mes.
Costo total Personal	15061,3	US\$/mes.
Costos Variables		
Costos simba	0,531	US\$/tn.
costo barra 4' T38	0,360	US\$/tn.
Costo Broca 64 mm T38	0,272	US\$/tn.
Costo Shank Adapter	0,067	US\$/tn.
Costo Tubo Guía T38	0,173	US\$/tn.
Costo Rimadora	1,211	US\$/tn.

COSTOS FIJOS	2,839	US\$/tn.
COSTOS VARIABLES	2,615	US\$/tn.
COSTO PERFORACIÓN	5,453	US\$/tn.
COSTO TOTAL	21813,08	US\$

ACERO	US\$/und.	und. /mes	Metros/mes	US\$/metro	US\$/tn
BARRA 4' T38	249,07	23	3780	1,516	0,360
BROCA 64 mm T38	144,5	30	3780	1,147	0,272
SHANK ADAPTER	214,7	5	3780	0,284	0,067
TUBO GUIA	687,18	4	3780	0,727	0,173
RIMADORA 127mm	344,19	1	67.5	5,099	1,211

Anexo 7: Análisis de costos operativos mejora

PERFORACIÓN	PANEL 8	
PRODUCCION MENSUAL	4000	tn
	3,1193	
Equipo de Perforación		SIMBA S7C-8
Longitud del tajo	120	metros
Ancho de minado	2,6	metros
Espaciamiento	0,9	metros
Burden	1,5	metros
Altura de corte	13,5	metros
Horas trabajadas por guardia	7	hrs./guardia
Velocidad de perforación	25	metros/hra.
N° Taladros por corte	280	und.
Toneladas por Taladro	57	tn/tal.
Toneladas por corte	15918	tn.
Taladros perforados por hora	1,85	tal/hra.
Horas efectivas de perforación	151	hrs.
Utilización del equipo	25	%
Horas totales de perforación	604,8	hrs.
Guardias de perforación	86,4	guardias
Metros perforados por corte	3780	metros
Costo de perforación por corte	8459,64	US\$
Metros perforados por tonelada	0,237	metros/tn.
Costo operativo del simba S7C-8	55,95	US\$/hora
Costo maestro perforista x guardia	39,35	US\$/guardia
costo ayudante perforista x guardia	27,62	US\$/guardia
COSTOS FIJOS		
Costo maestro perforista	3541,5	US\$/mes.
Costo ayudante perforista	2485,8	US\$/mes.
Costo Supervisor	3834	US\$/mes.
Costo Jefe de Guardia	5200	US\$/mes.
Costo total Personal	15061,3	US\$/mes.
Costos Variables		
Costos simba	0,531	US\$/tn.
costo barra 4' T38	0,235	US\$/tn.
Costo Broca 64 mm T38	0,145	US\$/tn.
Costo Shank Adapter	0,040	US\$/tn.
Costo Tubo Guía T38	0,130	US\$/tn.

Costo Rimadora	1,211	US\$/tn.
COSTOS FIJOS	2,839	US\$/tn.
COSTOS VARIABLES	2,292	US\$/tn.
COSTO PERFORACIÓN	5,131	US\$/tn.
COSTO TOTAL	20523,42	US\$

ACERO	US\$/und.	und. /mes	Metros/mes	US\$/metro	US\$/tn
BARRA 4' T38	249,07	15	3780	0,988	0,235
BROCA 64 mm T38	144,5	16	3780	0,612	0,145
SHANK ADAPTER	214,7	3	3780	0,170	0,040
TUBO GUIA	687,18	3	3780	0,545	0,130
RIMADORA 127mm	344,19	1	67,5	5,099	1,211

ACERO	RENDIMIENTO/und	cantidad/mes	garantizado/mes
BARRA 4' T38	300	15	4500
BROCA 64 mm T38	300	16	4800
SHANK ADAPTER	1800	3	5400
TUBO GUIA	1800	3	5400
RIMADORA 127mm	200	1	200

Ilustración 1

Afilado de brocas



Nota. Uso de cajas para el traslado de brocas

Ilustración 2

Engrasamiento de rocas



Nota. Utilización de grasa para las roscas

Ilustración 3

Posicionamiento del equipo y viga de perforación



Nota. Correcto posicionamiento del equipo y viga de perforación