

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“SELECTIVIDAD DE MINERAL GRUESO PARA
REDUCIR COSTO EN PROCESAMIENTO DE
BLENDING EN LA CANCHA UNO DE UNA MINA
EN PATAZ, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Franco Herry Yampier Gallardo Olguin

Asesor:

Ing. Mg. Ronald Antonio Alvarado Obeso

<https://orcid.org/0000-0001-7264-6490>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Eduardo Manuel Noriega Vidal	43236142
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Elvar Renato Miñano Mera	18130961
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ronald Antonio Alvarado Obeso	44562630
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS GALLARDO-FINAL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues ella es indispensable para culminar esta etapa en mi vida. Sus buenos deseos siempre me protegen y me llevan por el camino del bien. Es por ello que este trabajo te lo dedico a ti madre mía.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme siempre la fortaleza, también a mi abuela que es como una segunda madre para mí sin ella esto no hubiera sido posible, a mis hermanos por apoyarme siempre y a la universidad por brindarme las herramientas necesarias.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	33
CAPÍTULO III: RESULTADOS	41
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	58
ANEXOS	65

Índice de Tablas

Tabla 1	Operacionalizacion de variables.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2	Distribucion de la muestra de mineral	35
Tabla 3	Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperacion de onzas ...	41
Tabla 4	Analisis estadistico	42
Tabla 5	Mineral de Evaluacion seleccionado en cancha 01	43
Tabla 6	Distribucion de selección de mineral grueso y fino,desmote y dilucion	44
Tabla 7	Leyes optimas	46
Tabla 8	Distribucion de leyes del blending despues de la selección	46
Tabla 9	Pruebas de normalidad de las muestras leyes	47
Tabla 10	Recuperacion de onzas antes y despues de la selección de mineral grueso	48
Tabla 11	Costos operativos: Selección mineral grueso.....	49
Tabla 12	Costos operativos antes y despues de seleccionar mineral	50
Tabla 13	Costos operativos blending	51
Tabla 14	Consolidado de leyes selectividad de mineral grueso mejora la recuperacion de onzas	52
Tabla 15	Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperacion de onzas ...	53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar cómo la selectividad de mineral grueso puede reducir los costos de procesamiento de blending en la Cancha Uno, abordando aspectos específicos como el costo por tonelada, la mejora en la ley del blending y la evaluación de la recuperación de onzas. La Planta Santamaría en Pataz, con una capacidad de 1500 toneladas por día, enfrenta un problema con el mineral de las zonas "alta" y "baja", que, aunque mayoritario en el tonelaje diario, no cumple con la ley programada debido a la extracción ilegal, la reducción de potencia de vetas y la falta de preparación de labores de producción. Esto ha resultado en un procesamiento desfavorable, con un alto porcentaje de desmote y costos operativos elevados. En ese sentido, la hipótesis presentada es que la Selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de Blending en la Cancha uno de una mina en Pataz, 2023. La metodología adoptada sigue un enfoque cuantitativo y aplicado, utilizando métodos hipotético-deductivos y cuasiexperimentales para evaluar el impacto de la selectividad. Los resultados revelan una clara diferencia en los costos y la eficiencia entre la operación sin selección y la implementación de la selectividad de mineral grueso en la Cancha Uno, sugiriendo una optimización en la eficiencia y los recursos utilizados.

PALABRAS CLAVES: Mineral grueso, Selectividad, Blending y Costos operativos

ABSTRACT

The objective of this research was to determine how coarse ore selectivity can reduce blending processing costs in Field One, addressing specific aspects such as cost per ton, improvement in blending grade and evaluation of mineral recovery. ounces. The Santamaría Plant in Pataz, with a capacity of 1,500 tons per day, faces a problem with the mineral from the "high" and "low" zones, which, although the majority in the daily tonnage, does not comply with the programmed grade due to the illegal extraction, the reduction of vein power and the lack of preparation for production work. This has resulted in unfavorable processing, with a high percentage of stripping and high operating costs. In this sense, the hypothesis presented is that the Selectivity of coarse mineral reduces the processing cost of Blending in Court One of a mine in Pataz, 2023. The methodology adopted follows a quantitative and applied approach, using hypothetical-deductive and quasi-experimental methods. to evaluate the impact of selectivity. The results reveal a clear difference in costs and efficiency between operation without selection and the implementation of coarse ore selectivity in Field One, suggesting an optimization in efficiency and resources used.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La clasificación del mineral grueso en la minería subterránea, ha resaltado su potencial para reducir los costos de transporte, energía y operación; así como, mejorar el desempeño metalúrgico y económico y reducir la producción de relaves y los riesgos ambientales. A pesar de estas ventajas, la adopción de esta práctica ha sido lenta debido a la falta de comprensión de sus beneficios, esta situación no es ajena a la realidad en La Planta Santamaría en Pataz, donde la falta de una adecuada estrategia de selectividad ha repercutido en los costos operacionales del blending. Del mismo modo, la variabilidad de las leyes se presenta como un prerrequisito esencial para una aplicación exitosa de la selección de mineral grueso, y su escala depende de la variabilidad del depósito de mineral y de los métodos de extracción, manipulación y trituración del mineral. En consecuencia, la clasificación gruesa de minerales proporciona mejores resultados cuando se implementa temprano en la secuencia de extracción, antes de la mezcla intensiva de materiales mineralizados.

Cetin et al. (2023). Señala que la clasificación de minerales grueso puede ser altamente beneficiosa en minas que operan con sistemas de explotación por hundimiento, especialmente cuando las leyes de alimentación en el procesamiento están restringidas por una ley de corte alta. La mina de oro y cobre Cadia East de Australia, emplea una operación de hundimiento de bloques y utiliza dos sensores distintos de minerales para clasificar el mineral grueso en la correa y evaluar los posibles beneficios de esta tecnología. En términos generales, cuando la ley de corte de clasificación es aumentada, se observa una marcada reducción en el potencial de clasificación debido a grandes cantidades de oro y cobre que son desplazadas a los rechazos de clasificación o selección

de minerales gruesos. Los resultados indican que la clasificación de minerales a granel puede ser aplicada eficientemente en un escenario ideal para una mina con una producción menor a 200tn/día, pero existe una disminución significativa en el potencial de clasificación del mineral grueso cuando la ley de corte se eleva más allá de cierto umbral delimitado por los costos de los metales.

Genzhuang et. al. (2021) aborda la selección de mineral grueso como una tecnología de preconcentración en el procesamiento de minerales. A diferencia de la clasificación de partículas individualmente, la clasificación del mineral grueso ofrece ventajas como mayor capacidad de tratamiento y menor gasto de capital y costo operativo unitario. Esto se refleja en la implementación de sensores para la clasificación de mineral grueso en la mina Kiruna en Suecia y a través del sistema ShovelSense™ en Canadá.

Los beneficios de la clasificación de mineral grueso incluyen la reducción de costos de transporte, energía y operación, mejora del rendimiento metalúrgico y económico; así como, la disminución de la producción de relaves y riesgos ambientales. A pesar de estos beneficios, la adopción de la clasificación de mineral grueso ha sido lenta en la minería en block caving, atribuida a la falta de comprensión de la variabilidad de leyes en el material mineral hundido y su impacto económico.

Se destaca que la variabilidad de leyes es un requisito previo para la aplicación exitosa de la clasificación de mineral grueso, y su escala depende de la variabilidad del depósito mineral y de los métodos de extracción, manejo y trituración del mineral. La práctica minera actual tiende a mitigar la variación para proporcionar una alimentación consistente a la planta de procesamiento. Se sugiere que los mejores resultados de clasificación o selección de mineral grueso se logran cuando se implementa en las primeras etapas de la secuencia minera, antes de una mezcla intensiva de materiales del mineral.

Käyhkö et al, (2022) menciona que la implementación creciente del modelamiento geometalúrgico en la planificación y operación de plantas concentradoras destaca la necesidad de abordar desafíos específicos relacionados con la selección del mineral grueso de oro. En este contexto, la predicción y optimización de parámetros de proceso se convierten en objetivos cruciales para lograr la adaptación eficiente de la planta concentradora a la variabilidad en las características de alimentación del mineral. Este estudio se enfoca en simular la respuesta metalúrgica ante distintos tipos de unidades de mineral y sus mezclas mediante modelos cinéticos derivados de pruebas experimentales. Las pruebas, realizadas en minerales de cobre y oro de la mina Madnueli en Georgia, revelan diferencias significativas en el desempeño metalúrgico, especialmente entre los minerales complejos Madnueli XI y V, atribuibles a variaciones en la distribución mineralógica de sulfuros y óxidos de cobre. La mezcla de unidades de mineral afecta la eficiencia del proceso, influenciando la recuperación y la extracción de masa, particularmente debido al óxido-sulfato de cobre en el mineral Madnueli V. La simulación utilizando el software HSC Chemistry® demuestra que la respuesta metalúrgica de las mezclas de minerales puede preverse considerando la cinética de flotación de diferentes tipos de minerales. La correlación exitosa entre los resultados simulados y experimentales sugiere que la simulación predictiva no solo puede ahorrar recursos durante las pruebas de trabajo, sino que también puede mejorar la flexibilidad y certeza en la fase de diseño del proceso.

Fiallos y Loayza, (2020) En el contexto latinoamericano, particularmente en Ecuador, la provincia de Zamora destaca que la extracción de oro aluvial en la región se ha realizado mayormente a través de métodos gravimétricos, es decir, selección de mineral grueso, siendo éste uno de las principales formas de explotación de este metal precioso. A pesar de la riqueza en recursos mineros, se ha observado una falta evidente

de tecnificación en los procesos de beneficio de minerales en el sector minero de Zamora Chinchipe. Además, mencionan que la lección de mineral grueso es ampliamente utilizada, presenta desafíos operativos significativos, como distancias cortas recorridas por el mineral en el lavado, escape de oro libre fino en la corriente. Se tomaron muestras de nueve plantas de beneficio en la región, con el objetivo de evaluar la eficiencia de recuperación de oro analizando detalladamente la configuración de los concentradores tipo Z, los parámetros de operación y la presencia de mercurio en las colas de descarga. Los resultados mostraron tasas de recuperación de oro observadas, que varían significativamente desde un 12% hasta un 98%, concluyendo que la insuficiencia de los métodos actuales de recuperación de minerales, particularmente en lo que respecta al oro fino.

Arredondo Peña, (2021), en Chile aborda la integración de técnicas de clasificación mineral, conocidas como sorting, en la operación de procesamiento de minerales, enfocándose especialmente en la selección de mineral grueso. Se resalta que la aplicación de sorting conlleva diversos beneficios potenciales, destacándose la capacidad para elevar la ley del material valioso en la alimentación hacia la planta concentradora. Este aumento en la ley resulta en una reducción de la cantidad de material procesado por tonelada de producto, lo que a su vez se traduce en una disminución de los costos operativos.

Un factor clave considerado, es la inclusión de etapas de preconcentración, las cuales contribuyen a minimizar la energía empleada en la conminución. Se señala que la dureza del mineral de ganga generalmente supera a la del mineral valioso, y al descartar previamente el material de ganga, se logra reducir la dureza del material tratado. Esto resulta en una optimización de la capacidad de tratamiento disponible y en una reducción del consumo energético asociado con la reducción de tamaño.

La importancia de las técnicas de preclasificación, o sorting, para abordar diluciones más elevada mediante tecnologías automatizadas basadas en sensores, facilita la separación temprana de las partículas de mineral que contienen material valioso de aquellas que no lo contienen en las primeras etapas de los circuitos de procesamiento de minerales.

Adicionalmente, el estado actual en el campo del sorting de minerales gruesos, examinando las tecnologías utilizadas, la importancia de la escala de operación y las incertidumbres relacionadas con la eficiencia del proceso, destacando aspectos como el tipo de mineral de interés, la distribución de tamaño del mineral, la técnica de análisis, entre otros.

Sanhueza Passache,(2021) destaca que la estrategia predominante para optimizar la rentabilidad ha consistido en incrementar el procesamiento de mineral, incluso permitiendo la manipulación de minerales de baja ley. Esta focalización, en algunas instancias, ha resultado en la falta de consideración de posibles enfoques más selectivos en las fases iniciales de la operación minera, como la extracción en la mina y las etapas de chancado previas a la molienda. Actualmente, se observa un cambio de paradigma hacia soluciones de selección y separación de minerales más eficientes, motivado por la búsqueda de métodos sostenibles y económicamente viables para la extracción y procesamiento de depósitos de baja ley.

Aunque la atención se ha centrado principalmente en depósitos de baja ley, se reconoce la relevancia de explorar estas tecnologías también en depósitos de ley más alta con el propósito de obtener mejoras significativas en el valor del negocio. Para que el tratamiento de un yacimiento sea económicamente sostenible, se requiere la extracción y procesamiento de grandes volúmenes de roca, lo cual implica costos considerables de infraestructura (instalaciones de mina y planta, energía, suministro de agua, entre otros).

A lo largo del tiempo, se han empleado tecnologías de selección de minerales gruesos en proyectos más pequeños o menos convencionales, contribuyendo a la mejora del rendimiento económico de dichas empresas. Estas técnicas, basadas en atributos físicos como la ley, peso específico y tamaño de partícula, han demostrado ser eficaces para clasificar y seleccionar la mena más rentable económicamente. Sin embargo, para operaciones mineras ya consolidadas, el desafío consiste en buscar la máxima eficiencia en la gestión de activos valiosos, especialmente en el caso de minas que procesan sulfuros primarios.

Fernández Torrez et al., (2013) señala que, en el tratamiento de materiales sólidos, a menudo es necesario reducir su tamaño para facilitar la separación de sus componentes. Los términos trituración y molienda se emplean para indicar la subdivisión de partículas sólidas grandes en partículas más pequeñas. La etapa crucial de chancado tiene como objetivo obtener un producto con la granulometría deseada, y cada fase de chancado se divide posteriormente en dos o tres subetapas, formando circuitos completos con el fin de lograr un producto de granulometría uniforme y una producción mínima de finos.

Los costos sustanciales asociados al chancado se atribuyen a los elevados consumos de energía requeridos para reducir el tamaño del mineral. Para asegurar la eficiencia del chancado, resulta crucial evitar que las partículas de mineral se reduzcan más allá de lo necesario. Esto se consigue mediante una clasificación adecuada que implica la separación de partículas según su tamaño, generando un material grueso denominado descarga (que retorna al chancado) y un material fino conocido como reblase (que se dirige al siguiente proceso).

En las operaciones de molienda, que son comunes en industrias minerales como la del cobre, se reduce el tamaño de los sólidos mediante diversos métodos. Las tolvas de gruesos, depósitos que almacenan el mineral bruto procedente de la mina para alimentar

de manera regular a las chancadoras, desempeñan un papel fundamental en este proceso. Estas tolvas, generalmente construidas de concreto armado y con una forma cuadrada que culmina en un cono piramidal, están equipadas en la parte superior con una parrilla de rieles. Estos rieles o parrillas evitan que el mineral grande pase dentro de la tolva, evitando así problemas en el alimentador, la faja transportadora y la chancadora primaria. La gestión adecuada de estas etapas es esencial para optimizar la eficiencia y reducir los costos asociados al procesamiento de minerales.

A nivel nacional, Espinoza y Vásquez, (2019) menciona que elección del cut-off grade en proyectos mineros se convierte en una realidad problemática que afecta directamente al rendimiento económico de la operación. La toma de decisiones sobre el cut-off grade impacta en indicadores financieros clave, como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor de Beneficio/Costo (BC) y la Tasa de Retorno de Crecimiento, lo que genera una serie de desafíos económicos.

La optimización del cut-off grade, esencial para el éxito económico, se vuelve compleja debido a la interdependencia con la secuencia de minado y las capacidades del sistema minero. Esta optimización no solo afecta las etapas de la mina, sino también el molino/planta de procesamiento y la planta de refinación/comercialización. Además, la elección de la ley de corte impacta directamente en el programa de planeamiento de la mina, añadiendo una capa adicional de complejidad a la toma de decisiones estratégicas.

La productividad minera se ve afectada por la reducción de la productividad y los bajos precios de los productos básicos, la búsqueda de estrategias que creen valor se vuelve crucial en reducir costos de operaciones.

Localmente la capacidad operativa de la Planta Santamaría es de 1500 toneladas por día y recibe suministro de dos zonas, denominadas "alta" y "baja". La zona alta contribuye mayoritariamente con un 60 por ciento del tonelaje diario requerido por la

planta. Esta zona abastece tanto mineral de alta ley, con un promedio de (18 g/tn – 23 g/tn), como mineral de evaluación, con un promedio de (7 g/tn – 10 g/tn). La Planta Santamaria tiene una tasa de recuperación que oscila entre el 89.8 y el 90.1 por ciento, y el objetivo diario es alcanzar las 400 onzas con una ley promedio de 14 g/tn, considerando la producción combinada de ambas zonas.

Sin embargo, surge un problema significativo con el mineral de evaluación, ya que no está cumpliendo con la ley programada mensualmente, que debería situarse en el rango de (7 g/tn – 10 g/tn). Desde el mes de abril, la ley ha disminuido considerablemente debido a diversos factores, como la extracción ilegal, la reducción de potencia de vetas, la falta de preparación de labores de producción (tajos), un control deficiente de la dilución en los tajos de producción y un mal manejo en la extracción de mineral por parte de las empresas contratistas en la selectividad del mineral. Como resultado, la ley del mineral de evaluación se sitúa en un rango de (2.88 g/tn – 4.88 g/tn). Esta situación ha llevado a que la planta procese un porcentaje mayor de desmonte que de mineral, incumpliendo tanto la ley programada mensual como las onzas objetivo. Esto se ve reflejado en los altos costos operativos del procesamiento de mineral aurífero.

La presente investigación aporta significativamente al conocimiento académico en el campo de la minería, al abordar el procesamiento de blending y la selectividad de mineral grueso. El estudio busca llenar una brecha existente en la literatura minera. La comprensión detallada de estos procesos contribuirá a mejorar las prácticas de procesamiento y gestión de minerales, beneficiando así a la comunidad académica y al sector minero en general.

Desde una perspectiva práctica, esta investigación tiene implicaciones directas en la eficiencia operativa de las minas, al identificar estrategias para mejorar la selectividad del mineral grueso en el blending; se espera reducir los costos asociados con el procesamiento y mejorar la rentabilidad de la operación minera. Los resultados prácticos

derivados de este estudio pueden ser implementados directamente por empresas mineras, contribuyendo a la sostenibilidad económica y operativa del sector minero en la región de Pataz.

En términos teóricos, la investigación contribuirá a la construcción y desarrollo de teorías relacionadas con el procesamiento de minerales y blending en la minería, al profundizar en la selectividad del mineral grueso; se pueden establecer nuevas perspectivas teóricas sobre cómo optimizar la mezcla de minerales para mejorar la eficiencia y reducir costos. Este enfoque teórico fortalecerá el conocimiento existente en el campo y proporcionará una base conceptual sólida para futuras investigaciones.

La metodología seleccionada para este estudio se justifica por su enfoque en la optimización de procesos y la reducción de costos en el procesamiento de blending. La elección de métodos específicos para evaluar la selectividad de mineral grueso se basa en su idoneidad para abordar las preguntas de investigación planteadas. La utilización de herramientas analíticas y experimentos específicos se alinea con los objetivos del estudio, asegurando la obtención de datos confiables y relevantes. La metodología propuesta permite un análisis riguroso de la relación entre la selectividad del mineral grueso y los costos asociados al blending en la cancha uno de la mina en Pataz.

Con el objetivo de abordar este problema se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de blending en la cancha uno de una mina en Pataz, 2023?

Como antecedentes para la investigación se pueden mencionar a nivel internacional a: Cetin et al, (2023) llevaron a cabo un estudio en la mina australiana Cadia East centrado en la mejora de la caracterización de la liberación de minerales gruesos a través de un enfoque cuantitativo en análisis mineralógico. El diseño de investigación experimental incluyó el desarrollo de un algoritmo de aprendizaje automático destinado a la segmentación de

imágenes mineralógicas, implementado posteriormente en muestras de menas auríferas. Los objetivos principales de la investigación fueron desarrollar un método avanzado para caracterizar rápidamente la liberación de minerales gruesos en diversas menas complejas, mejorar la segmentación de fases minerales y optimizar los procesos downstream de chancado, molienda y flotación mediante una caracterización mejorada de la liberación mineral. Los resultados obtenidos fueron significativos y prometedores. Se logró desarrollar un método automatizado novedoso para la caracterización de liberación mineral, utilizando análisis de imágenes y aprendizaje automático. Este método permitió una caracterización rápida y precisa en comparación con las técnicas manuales tradicionales.

Wu y Jung (2019) llevaron a cabo una investigación sobre la caracterización de minerales de grano grueso en una mina de China; es decir, aquellos minerales que presentan un tamaño de grano superior a los 2 mm. El objetivo del estudio fue entender mejor las propiedades físicas y químicas de este tipo de minerales, dado que tienen implicaciones importantes en los procesos de y procesamiento de minerales. A través de enfoque cuantitativo la metodología analítica que incluyó el uso de microscopía óptica, difracción de rayos X y espectroscopía Mössbauer, de diseño experimental lograron caracterizar en detalle la mineralogía, estructura cristalina y composición de diferentes especies minerales de grano grueso. Los resultados obtenidos permitieron proponer estrategias optimizadas de chancado, molienda, clasificación y concentración de minerales, que pueden mejorar los rendimientos en la recuperación de minerales económicos de interés. Se concluye que una caracterización mineralógica adecuada es esencial para el diseño eficiente de procesos de beneficio de minerales y reducir costos operativos.

Berna et. al. (2021), realizaron la investigación cuantitativa enfocada en la mejora de la caracterización de la liberación de minerales en operaciones mineras subterráneas. De diseño experimental, se ha implementado los sistemas de clasificación de minerales a

granel (BOS) basados en sensores que permitió la clasificación automática de la calidad del mineral en tiempo real de un tamaño de muestra de 402 tn. Además, la clasificación de minerales a granel se considera una tecnología de preconcentración que podría mejorar significativamente la eficiencia y la economía de la operación. Los resultados indicaron que la variabilidad de las leyes y la posible implementación de la clasificación de minerales a granel pueden variar significativamente entre distintos puntos de extracción y áreas mineras.

Käyhkö et al, (2022), en Canadá, elaboro un estudio que propone simular la respuesta metalúrgica ante diversos tipos y mezclas de unidades minerales, utilizando modelos experimentales. Se llevaron a cabo pruebas con tamaño de muestra de 774 kg de mineral grueso y fino, en cuatro tipos de minerales con distintas proporciones de calcopirita, calcocita y minerales de óxido de cobre provenientes de la mina Madneuli de Rich Metal Group. El objetivo fue evaluar el desempeño metalúrgico de los minerales complejos Madneuli XI y V, los cuales presentaron notables diferencias debido a la variada distribución mineralógica de los sulfuros y óxidos de cobre. La mezcla de unidades minerales en distintas proporciones afectó la eficiencia del proceso, disminuyendo la recuperación y la extracción de masa, particularmente debido al óxido-sulfato de cobre presente en el mineral Madneuli V. Los resultados de las pruebas simuladas y experimentales, mostraron una correlación significativa con valores de R^2 superiores a 0,95. Los resultados en Madneuli XI logra una elevada recuperación (86%) debido a una mayor mineralización primaria de sulfuro de cobre, con calcopirita y calcocita mostrando una marcada flotabilidad. Por otro lado, Madneuli V presenta una recuperación más baja (68,4%) pero con una alta ley. Esta combinación de minerales gruesos de alta ley con minerales finos de baja ley resulta en un concentrado de mineral de alta ley.

Sanhueza, (2021), en Chile elaboraron una investigación destinada a mejorar la selectividad del mineral antes de los procesos en la planta (Ore Sorting), con el objetivo de reducir el procesamiento de mineral de bajo valor y maximizar la utilización de activos, generando aumentos de producción y mejoras en el valor. El enfoque de la investigación fue mixto, en este contexto en la mina Collahuasi de diseño experimental donde se construyeron tres casos de negocio basados en datos internos de la compañía, permitiendo dimensionar la magnitud de la oportunidad y visualizar futuros pasos. Los resultados de la evaluación económica de los casos revelaron un Valor Actual Neto (VAN) positivo para cada uno, con un valor acumulado de 887 millones de dólares y un gasto acumulado de capital (Capex) de 160 millones de dólares. Este resultado sugiere que, dadas las características propias del yacimiento de Collahuasi, existe un potencial significativo para la aplicación exitosa de estas tecnologías correspondientes a la selectividad de mineral.

Oliva (2019), desarrollo en Oruro una investigación cuantitativa de ingeniería conceptual, con el objetivo de elaborar un plan de ejecución para el tratamiento de mineral grueso, mediante operaciones de Chancado, blending y curado. El diseño fue experimental con una muestra de 1282 toneladas por mes. Los resultados mostraron una recuperación de 65%, obteniendo 2 477 905 dólares en cuatro años de beneficio con ROI del 24,03%.

Hinostroza y Yabar, (2023), llevaron a cabo en la zona de Pablo, ubicada dentro de la unidad minera Pallancata, que presenta variabilidad en los anchos de veta (0.8 metros a 10 metros). El objetivo principal fue reducir la dilución en los tajeos de breasting, actualmente en un 250%, específicamente en secciones de 3.5m x 3.5m con potencias de veta menores a 2 metros. La metodología se basó en el uso de voladura diferenciada, y el estudio se realizó en dos tajeos pilotos (GL 2087 y BA 1905) de la veta Pablo, utilizando los recursos y materiales existentes en la empresa para evitar costos adicionales. La veta Pablo se caracteriza por tener una zona baja con potencias de 2 a 5 metros y buzamientos de 70 a 90 grados, donde se aplica

el método Bench and fill, y una zona alta con potencias de 80 centímetros a 2 metros y buzamientos de 50 a 70 grados, donde se utiliza corte y relleno mecanizado. Este último enfoque se seleccionó para reducir la dilución, logrando una disminución cercana al 80%.

Santana, (2020) desarrolló una investigación para determinar la ley de corte óptima en operaciones mineras subterráneas con el objetivo de maximizar el valor presente neto (VPN) de la operación. Con un enfoque cuantitativo y con metodología basada principalmente en la fórmula matemática propuesta por K. Lane. La investigación utilizó un diseño experimental sobre la distribución de la curva ley-tonelaje del depósito para desarrollar un plan de explotación subterránea con la ley de corte óptima, generando una variación del algoritmo original. La optimización de la ley de corte se realiza considerando la relación entre el valor presente neto y el cut-off grade a lo largo de la vida útil de la mina. Se compara el modelo tradicional (Modelo Break-Even) con el modelo propuesto (Lane-Heurístico), evaluando su viabilidad económica mediante indicadores como el VPN y la TIR. Los resultados obtenidos con ambos enfoques se contrastan, analizando la sensibilidad del VPN de la mina.

Huayanay, (2022) llevó a cabo una investigación en la planta concentradora San Expedito, enfocada en la gestión del circuito de molienda-clasificación de minerales gruesos mediante la implementación de la función Rosin Rammler. Se realizaron pruebas experimentales directamente en la planta de carga circulante y su relación con el D50. El objetivo principal consistió en aplicar la función Rosin Rammler para supervisar el circuito mencionado. La determinación de la carga circulante del circuito se basó en análisis granulométricos del alimento, el rebose y las arenas de retorno, resultando en un valor de 1,568. Al aplicar la ecuación de Rosin Rammler y reemplazar los valores del tamaño crítico D50 en el alimento del clasificador de minerales, los resultados fueron porcentaje de las arenas de retorno era del 60,10% (Ac +), mientras que las arenas del rebose representaban el 39,90% (Ac +), esto ha obtenido una reducción en los costos operativos.

Aguirre (2023), elaboro una investigación llevada a cabo con el propósito de optimizar el factor de acoplamiento y reducir los costos de producción en una mina, se empleó una metodología cuantitativa de diseño no experimental, con un enfoque descriptivo de corte transversal. La comprobación de hipótesis se realizó mediante ANOVA, arrojando un estadístico de prueba $F=754,3$ y un F (valor crítico) de 7,7. El factor de acoplamiento óptimo identificado fue de 1,02, indicando una proximidad cercana a la unidad. Los resultados de los costos de producción de mineral revelaron que, las muestras tomadas desde octubre a diciembre de 2021, la opción con 18 unidades de transporte alcanzó US\$ 1,651,371,75, mientras que la opción con 16 unidades registró US\$ 1,467,886,00. En última instancia, la investigación evidenció una reducción significativa de US\$ 183,485,75 en los costos de producción de mineral al optimizar el factor de acoplamiento.

La investigación se respalda en los fundamentos teóricos que se detallan a continuación. La fragmentación es una etapa crucial en el proceso minero donde se produce la división completa del cuerpo de rocas en fragmentos dando origen a la granulometría el cual se refiere al tamaño de las diferentes partículas que componen un agregado. Este tamaño se selecciona y determina a través de un análisis de tamizaje (Villavicencio, 2024).

Tal como menciona Peralta (2019), la correcta y uniforme fragmentación de un material en una mina conlleva mejoras notables en las labores de carga, excavación y transporte. Además de los beneficios operativos mencionados, se resalta la importancia del fenómeno de las microfracturas en el material volado, lo cual incrementa el consumo específico de explosivos.

Según López (2019), la clasificación de minerales implica el agrupamiento de estos en clases y categorías considerando sus características físicas, químicas y estructurales. Esta categorización facilita el estudio sistemático e identificación de la amplia variedad de especies minerales existentes. La base de la clasificación mineral se

encuentra en aspectos como la composición química, la estructura cristalina, las propiedades físicas y ópticas, el origen y la ocurrencia de los minerales, entre otros criterios significativos. A través de un sistema de categorías jerárquicas, es posible ordenar los minerales para lograr una comprensión más completa de sus características, distribución y utilidad.

Por otro lado, cuando el material se fragmenta, su estructura se vuelve más débil, lo que significa que necesita menos energía para ser triturado. Esto, a su vez, resulta en un menor consumo de energía en relación con la carga promedio dividida por la carga máxima en un período de tiempo determinado. En otras palabras, un material de calidad similar ofrece menos resistencia a la trituración, lo que afecta su solidez estructural debido a la explosión (Apolitano,2022).

El estudio granulométrico determina el tamaño y la distribución de las partículas en material fragmentado. En una voladura, es esencial evitar resultados negativos en la fragmentación, considerando tres aspectos clave. Primero, los fragmentos demasiado grandes requieren fragmentación secundaria, lo que aumenta los costos y el tiempo, daña el equipo, causa atascos en la quebradora y afecta la proyección y acumulación de escombros. Segundo, un exceso de finos dificulta el rezagado, dispersa polvo, provoca desperdicio de material por mala clasificación y genera lamas en procesos de concentración. Finalmente, la variabilidad en la distribución granulométrica complica la clasificación y el tratamiento del mineral, ya que algunos procesos requieren una distribución específica del tamaño de las partículas (Ccahuana, 2022).

La clasificación granulométrica de minerales implica organizar los minerales según el tamaño de sus partículas, diferenciándolos principalmente en minerales gruesos, cuyos granos tienen un diámetro superior a los 2 mm, y minerales finos, que presentan granos con un diámetro menor a 2 mm. Esta clasificación es crucial debido a que el tamaño de las

partículas influye en las propiedades y en el comportamiento de los minerales durante procesos como trituración, molienda, clasificación y concentración. La clasificación textural desempeña un papel esencial en el diseño y la optimización de los procesos de beneficio mineral Hassanzadeh et al.,(2022).

Tamaño de los minerales: Se menciona que los minerales de gran tamaño son aquellos con granos que miden más de 2 mm.

Procesos geológicos: Se describe cómo estos minerales se forman a través de procesos geológicos específicos, como el enfriamiento lento del magma o el metamorfismo regional de baja intensidad (Skinner, 2003).

El blending de minerales es un procedimiento que involucra la combinación de dos o más minerales, comúnmente en forma pulverizada. Su objetivo principal es la obtención de un producto final caracterizado por su homogeneidad y valor comercial. Este proceso, también denominado mezcla o homogeneización, se lleva a cabo con la intención de lograr un concentrado que cumpla con especificaciones precisas en cuanto a granulometría, composición química y mineralogía. La selección cuidadosa y la combinación estratégica de diferentes tipos de minerales durante el blending buscan optimizar la calidad y el valor del concentrado resultante. Este enfoque contribuye a la eficiencia en los procesos industriales al asegurar que el producto final cumpla con los estándares requeridos para su procesamiento o aplicación específica (Fernández, 2018 y Gaudin, 1939).

Santana (2020) menciona que, en operaciones subterráneas, la roca comprende el total del material mineralizado, el cual es luego separado en mineral y desmonte mediante la planificación que utiliza modelos de bloques para determinar los límites de extracción según la ley de corte. Esto implica que la roca dentro de estos límites se extraiga como

mineral, mientras que el resto permanece en su lugar como desmonte, lo que incluye tanto la dilución planificada como la no planificada.

Otro concepto importante en la recuperación del mineral es la dilución de mineral el cual consiste en la combinación del mineral extraído con material estéril o de baja ley, lo que resulta en una disminución del grado del mineral obtenido. Este proceso implica la incorporación de un porcentaje de material de baja calidad en el mineral producido mediante el método de explotación empleado, así como en las actividades complementarias relacionadas (Aymachoque y Perez, 2024).

Además, Jang (2015) indica que, al evaluar la dilución en el método de extracción de corte y relleno, comúnmente aplicado en vetas de oro por su alta selectividad, el cual la recuperación típica se sitúa entre el 90% y el 95%. Respecto a la dilución, esta varía en promedio entre el 15% y el 20%, señalando la proporción de material estéril o de baja ley que se incorpora al mineral de interés durante la operación de extracción.

Para Villar, (2020) señala que la gestión de la producción a través de indicadores de desempeño permite optimizar la operación de carguío y acarreo, incrementando así la cantidad de toneladas de mineral movidas diariamente. Implementar estos indicadores en la unidad minera facilita el establecimiento de un benchmarking, permitiendo comparar nuestros indicadores de desempeño con los de otras empresas de producción similar.

Los indicadores de desempeño son estrategias operativas que permiten identificar los principales defectos en las operaciones de minado, facilitando su medición después de realizar modificaciones en el proceso (Villar, 2020).

Por otro lado, la producción en minería se refiere a la cantidad de toneladas extraídas o vendidas durante un período específico. La productividad, por otro lado, se evalúa considerando los resultados obtenidos en relación con el tiempo y los recursos empleados

para alcanzarlos. La gestión de costos consiste en administrar de manera eficiente los recursos económicos junto con el equipo de trabajo correspondiente, lo cual es crucial para asegurar la competitividad y la sostenibilidad de las organizaciones (Reyes, 2022).

Para Ortega et al. (2020) definen que, la gestión de costos consiste en diversas estrategias que una empresa utiliza para administrar sus finanzas y maximizar el uso de sus recursos económicos. Para una gestión efectiva de los costos, es esencial manejar la información de las distintas fases de producción, con el objetivo de cumplir las metas establecidas o, al menos, mantener el funcionamiento operativo. Esto requiere conocer y categorizar todos los costos y gastos de la empresa, distinguiendo entre costos fijos y variables.

Los gastos de operación se describen como aquellos que surgen de manera constante durante el desarrollo de una operación minera y están estrechamente relacionados con la cantidad de producción, pudiendo ser clasificados en costos que se pueden atribuir directamente al proceso de producción y costos que no guardan una relación directa, pero son necesarios para el funcionamiento general de la operación (Cordero, 2022).

Anastares, (2023) menciona que los costos se refieren a los gastos económicos asociados con la producción de un producto o la prestación de un servicio. Esto incluye el esfuerzo financiero necesario para adquirir materiales, fabricar productos, obtener fondos para financiamiento, administrar la empresa y pagar salarios, entre otros, con el objetivo de alcanzar una meta operativa.

Así mismo, el costo asociado al proceso de mezcla, conocido como blending, se refiere a los fondos que una empresa debe invertir para combinar diversas materias primas que poseen características diferentes. Este proceso se realiza con el objetivo de crear un producto final que tenga propiedades uniformes (Rodríguez, 2021).

Además, se debe tener presente el índice de utilización del personal se determina al comparar el total de trabajadores presentes en la mina con aquellos que están efectivamente realizando la tarea asignada. Este índice, que puede expresarse en una escala de 0 a 1 o de 0% a 100%, permite ajustar el costo final del ciclo de trabajo al identificar el costo asociado con el tiempo en que la mano de obra no está activa (Rojas y Villacís, 2020).

Por otro lado, el mantenimiento de maquinaria se centra en examinar los equipos y procesos susceptibles a fallos. Para ello, se emplean técnicas estadísticas, métodos de medición, gestión económica de procedimientos y la colaboración entre diferentes departamentos. Estas prácticas permiten planificar de manera eficiente las tareas y recursos necesarios para evitar fallos o interrupciones en la producción generando costos de pérdida (Prado, 2022).

El financiamiento para un proyecto en minería se define como el proceso mediante el cual se obtienen recursos económicos de diversas fuentes con el propósito de respaldar las actividades relacionadas con la exploración, desarrollo y operación de proyectos mineros. Este respaldo financiero abarca aspectos como la adquisición de equipos, construcción de infraestructuras, contratación de personal especializado y otros gastos asociados a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. La obtención exitosa de financiamiento se considera crucial para la viabilidad y ejecución del proyecto minero, garantizando su rentabilidad a lo largo del tiempo (Arrázola, 2020).

Contar con un financiamiento apropiado resulta esencial para dar inicio y sostener las operaciones mineras, considerando las significativas inversiones necesarias. Las alternativas más frecuentes incluyen la deuda, acciones comunes o preferentes, regalías basadas en la producción y estructuras de financiamiento híbridas. La planificación financiera tiene como objetivo principal reducir los costos de capital y mitigar los riesgos asociados al proyecto.

Costo Técnica/Operativa: Se describe el proceso de mezclar diversas materias primas con diferentes características para obtener un producto final uniforme. Esta dimensión técnica implica la manipulación y combinación de las materias primas, lo que tiene implicaciones operativas y técnicas para asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones deseadas (Tomás y León, 2020).

Calidad del blending: La uniformidad en las propiedades del mineral es esencial para satisfacer las expectativas de planta y garantizar la consistencia en su desempeño y recuperación del metal, así como la ley del blending, que debe ser igual o mayor a la ley de corte operacional.

Así mismo, la presencia excesiva de partículas finas puede llevar a la formación de conglomerados más grandes, causando una clasificación ineficiente y una separación inadecuada de las partículas gruesas y finas, lo que resulta en una mayor cantidad de partículas finas en el producto final (Colorado et al., 2023).

La política de ley de corte se encarga de diferenciar entre el mineral valioso y el material sin valor. Para establecer esta ley, se consideran factores económicos como el precio de los metales, los costos operativos y fijos de la mina, y la tasa de producción. También se toman en cuenta factores metalúrgicos, como el tipo de material, las técnicas de procesamiento, las capacidades y las tasas de recuperación (Rojas, 2024).

Ley del blending.: Se refiere a la composición química o mineralógica resultante de la mezcla de diferentes tipos de minerales o materiales. Esta concentración se mide en unidades como gramos por tonelada (g/tn) o porcentajes.

Costo por tonelada blendig: Esta dimensión técnica implica la manipulación y combinación de las materias primas, lo que tiene implicaciones operativas y técnicas para asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones deseadas.

Recuperación de onzas: Se refiere a la cantidad de onzas de un metal valioso, como el oro o la plata, que se recupera exitosamente en un proceso de extracción o procesamiento mineral.

En numerosas operaciones, la mezcla de minerales se lleva a cabo de manera manual, asignando manualmente la contribución de cada frente de mineral y siguiendo un proceso interactivo hasta alcanzar los objetivos establecidos en cuanto a volumen y calidad (Pastor, 2018).

Transporte de mineral; juega un papel crucial, con dos funciones principales: mover el mineral dentro de la mina y llevarlo fuera para su procesamiento. La elección del sistema de transporte debe considerar costos económicos y la seguridad del personal. Se clasifican dos tipos de sistemas: para minas poco profundas con niveles de carreteras, y para minas subterráneas con ejes verticales o pendientes inclinadas. En las minas subterráneas, se requiere un sistema específico desde el nivel de explotación hasta la superficie. La diversidad del sistema de transporte subterráneo depende de la profundidad y el método de minado, con la necesidad de analizar la relación entre la ganancia económica y los costos involucrados en la operación dentro de la mina (Tomas y León, 2020).

Fórmula general para el costo de transporte de mineral en una mina subterránea:

$$\text{Costo de Transporte} = \frac{\text{Distancia de Transporte} \times \text{Costo por Tn por Km}}{\text{Rendimiento del Equipo}}$$

Esta fórmula se basa en conceptos generales de costos de transporte y puede variar según las características específicas de la operación minera. Es fundamental ajustarla en función de factores como el tipo de equipo utilizado, la topografía de la mina, los costos específicos asociados con la operación y cualquier otro factor pertinente.

Para Surco (2022), señala que la configuración de las partículas del mineral es fundamental para comprender el concepto de tamaño crítico, que se describe como un tamaño muy próximo al de las aberturas de las mallas empleadas en la clasificación para el mineral grueso. La correcta clasificación de las partículas como excesivamente grandes o pequeñas está fuertemente influenciada por su presentación en las aberturas y su orientación.

Equipos para la preparación del blending seleccionando mineral grueso:

Cargador Frontal, un cargador frontal es una máquina de construcción utilizada para cargar materiales a granel, como tierra, grava o mineral, en camiones u otros vehículos de transporte. Suele tener una pala frontal que puede levantar y cargar materiales con eficiencia.

Mini retroexcavadora, es una máquina de construcción que combina las funciones de una excavadora y una retroexcavadora en un solo equipo más pequeño. Es utilizada para excavar, cargar y manipular materiales en áreas de espacio limitado.

Rompebancos, es un equipo utilizado en minería para fragmentar o romper grandes bloques de roca en tamaños más manejables para su posterior procesamiento. Puede incluir herramientas como perforadoras o martillos hidráulicos.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de blending en la cancha uno de una mina en Pataz, 2023?

1.3. Objetivos:

1.3.1 Objetivo General:

Determinar como la selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de blending en la Cancha uno de una mina en Pataz, 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el costo por tonelada del procesamiento del blending.
- Determinar la mejor ley de mineral de ingreso a planta para la mejora del blending.
- Determinar el costo beneficio de la planta en el proceso de recuperación.
- Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperación de onzas.

1.4 Hipótesis

La selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de Blending en la Cancha uno de una mina en Pataz, 2023.

1.4.1 Hipótesis específicas

- La selectividad de mineral grueso reduce el costo por tonelada del procesamiento del blending.
- La selectividad de mineral grueso mejora en la ley del blending.
- La elección de minerales gruesos afecta en la recuperación de onzas.
- La elección de minerales gruesos de mineral grueso mejora la recuperación de onzas.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

De acuerdo con Sánchez y Murillo (2021), la investigación cuantitativa propone la unificación de la ciencia mediante la aplicación de una metodología idéntica a la utilizada en las ciencias exactas y naturales. Esta metodología típicamente se fundamenta en cuerpos teóricos previamente aceptados por la comunidad científica, a partir de los cuales se generan hipótesis sobre las posibles relaciones entre las variables que componen el problema de estudio. En este enfoque, la medición y cuantificación de los datos se consideran como el procedimiento esencial para lograr la objetividad en el proceso de generación de conocimiento.

El análisis documental es una herramienta clave para comprender el entorno actual de las operaciones mineras en cuanto al manejo de índices de costos. Al recopilar información de documentos e informes, se pueden identificar y respaldar hallazgos relevantes sobre los costos operativos y las horas hombre en la industria minera (Westreicher, 2021).

La investigación aplicada, de acuerdo con Hernández et al. (2018), se caracteriza por orientarse hacia la resolución de problemas prácticos y situaciones reales que se presentan en la sociedad o en el contexto de una organización. Este tipo de investigación tiene como objetivo principal encontrar soluciones concretas y aplicar los conocimientos adquiridos para abordar cuestiones específicas.

Según Escudero y Cortez (2017), un método de procesos implica la obtención de resultados que se ajusten a los objetivos establecidos mediante técnicas como la observación de campo y el análisis de documentos. Este enfoque representa un conjunto de métodos que emplean las herramientas adecuadas para resolver e investigar los problemas de investigación de un grupo específico, para esta investigación se utilizó de forma conjunta el método de procesos.

El enfoque metodológico seleccionado es el hipotético-deductivo, siguiendo la metodología propuesta por Rodríguez y Pérez (2017). Este método implica el inicio con una hipótesis derivada de principios, leyes o datos empíricos. A través del proceso de deducción, se formulan nuevas predicciones que son sometidas a verificación empírica. La confirmación de la hipótesis original ocurre cuando las predicciones se alinean consistentemente con los hechos observados. Incluso si las predicciones resultan contradictorias, este hallazgo es significativo, ya que evidencia la inconsistencia lógica de la hipótesis original y la necesidad de reformularla.

De acuerdo con Sampieri et al. (2016), la investigación de tipo cuasiexperimental con preprueba y posprueba en el grupo de control se emplea en diseños que buscan evaluar el cambio experimentado por el grupo de control mediante un estímulo, y determinar si este estímulo verifica o confirma la hipótesis planteada. Es importante destacar que el diseño implica la administración de pruebas pretest a los grupos que conforman el experimento. El procedimiento implica la selección de dos grupos de trabajo: uno experimental, al cual se le aplica el estímulo, y otro de control. Luego, ambos grupos son sometidos simultáneamente a la preprueba.

Este estudio utilizó un diseño cuasi experimental, que incluyó pruebas previas y posteriores en grupos intactos, con el objetivo de verificar los resultados obtenidos. Según Ñaupas et al. (2018), este tipo de diseño trabaja con grupos preexistentes que no son seleccionados de manera aleatoria.

En este contexto, el diseño sigue el esquema:

$$G.E = O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

$$G.C = O3 \rightarrow O4$$

Donde:

G. E (Grupo Experimental): Seleccionaremos un área específica de la cancha uno de la mina en Pataz, donde se aplicará el proceso de selectividad de mineral grueso.

O1 y O2 : Representa los resultados de la aplicación del método.

X: Representa el método.

G. C (Grupo de Control): Otra área de la cancha uno, que seguirá el proceso de blending convencional sin la aplicación de selectividad de mineral grueso.

03 y 04 : Representa los resultados de la aplicación del método.

Arias y Covinos (2021) sostienen que, en un estudio, el concepto de población se refiere al conjunto total de elementos que son objeto de estudio, y su definición recae en la decisión del investigador. Además, señalan que los términos población y universo pueden emplearse de manera intercambiable, dado que comparten similitudes en sus características. De esta manera, la población puede ser considerada como equivalente al universo y viceversa.

De acuerdo con Valverde (2021), este método se caracteriza por la elección deliberada de una parte de la población que se cree representa adecuadamente el fenómeno que se desea investigar.

Para Otzen y Manterola (2017), menciona que la muestra es un subgrupo seleccionado de una población específica, cuyo análisis resulta de gran interés. Para llevar a cabo el estudio, esta muestra se extrae de la población general.

En el contexto de la investigación, se ha definido una población constituida por 30 volquetes que transportan mineral aurífero, con una muestra conformada por la totalidad de dichos volquetes distribuidos según lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla 1

Distribución de la muestra de mineral

Nº	MATERIAL	VOLQUETE	ZONA	NETO (TON)	LEY BRUTO (g/TON)
1	M. Evaluación	1	SG	35.28	7.28

2	M. Evaluación	1	MS	25.29	3.47
3	M. Evaluación	1	MS	28.59	4.37
4	M. Evaluación	1	SG	21.84	5.86
5	M. Evaluación	1	JB 2120	26.6	12.54
6	M. Evaluación	1	SG	28.81	7.39
7	M. Evaluación	1	SG	28.2	6.98
8	M. Evaluación	1	MS	37.28	6.23
9	M. Evaluación	1	MS	28.81	4.85
10	M. Evaluación	1	SG	23.56	7.59
11	M. Evaluación	1	MS	43.05	7.14
12	M. Evaluación	1	MS	43.16	9.36
13	M. Evaluación	1	MS	39.69	6.66
14	M. Evaluación	1	MS	37.57	7.85
15	M. Evaluación	1	MS	38.46	4.86
16	M. Evaluación	1	MS	38.51	7.76
17	M. Evaluación	1	MS	29.99	7.03
18	M. Evaluación	1	SG	29.8	4.9
19	M. Evaluación	1	MS	27.01	5.67
20	M. Evaluación	1	MS	37.39	5.04
21	M. Evaluación	2	MS	62.57	6.73
22	M. Evaluación	2	MS	63.88	6.45
23	M. Evaluación	3	MS	96.47	6.85
24	M. Evaluación	3	SG	90.16	4.31
25	M. Evaluación	3	MS	98.6	9.91
26	M. Evaluación	2	MS	56.78	6.29
27	M. Evaluación	1	SG	30.75	4.16
28	M. Evaluación	3	SG	88.28	5.65
29	M. Evaluación	3	SG	85.95	4.99
30	M. Evaluación	3	SG	83.68	5.23

En cuanto al proceso de muestreo, se aplicó la técnica no probabilística por conveniencia, la cual, según lo explicado por Arias y Covinos (2021), se utiliza cuando se pretende seleccionar una población basándose en características comunes o cuando el investigador se encuentra en una posición de conveniencia determinada por la naturaleza de la población. En esta modalidad, no se utiliza un método de muestreo estadístico, y no todos los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

El muestreo no probabilístico por juicio consiste en elegir una muestra basándose en criterios específicos y relevantes de la región en estudio. Esto significa que la selección de los individuos de la muestra no se realiza al azar, sino que se decide de manera

intencionada y cuidadosa, tomando en cuenta características particulares que se consideran importantes (Barboza y Gonzales, 2023).

En la misma línea Reales et al., (2022), señalan que el muestreo por conveniencia, conocido como uno de los métodos no probabilísticos menos recomendables, se basa en la inclusión de elementos de la población que cumplen ciertos criterios prácticos, como la disponibilidad, la facilidad de acceso, la proximidad geográfica o la disposición de las personas a participar. También se le llama muestreo accidental, ya que los elementos se seleccionan por estar accesibles temporal, espacial o administrativamente al investigador durante la recolección de datos.

Medina et al. (2023) menciona que, para recolectar información sobre las variables del estudio, es necesario emplear una técnica de investigación. Este método estructurado se utiliza para reunir y analizar datos con el objetivo de resolver problemas o responder a preguntas de investigación

En la selección de los datos para la investigación, se han establecido criterios de inclusión que determinan las características esenciales que deben cumplir el mineral transportado por los volquetes analizados. Se considerarán aquellos que transporten mineral con granulometría mayor al tamaño específico necesario para el procesamiento de la mina, que van exclusivamente hacia Cancha Uno en la mina ubicada en Pataz. Además, se limitará la muestra a datos y operaciones recopiladas durante el ciclo operativo anterior, asegurando que la información refleje de manera precisa la situación actual y relevante del proceso de selección de mineral grueso. Para garantizar la calidad de los datos, se incluirán solo aquellos volquetes que cuenten con información detallada y completa sobre su contenido y el contenido de minerales finos y gruesos.

En contraste, se han establecido criterios de exclusión para filtrar los datos que no cumplen con los requisitos específicos de la investigación. Se excluirán los volquetes que transporten mineral con alto porcentaje de mineral ganga o desmonte. También se descartarán aquellos volquetes provenientes de zonas distintas que no sean hacia la Cancha Uno de la mina en Pataz, así como los registros que presenten datos incompletos, inexactos o no confiables sobre su contenido o el proceso de selección. Asimismo, se eliminarán operaciones y datos recopilados en años anteriores al 2023, ya que no serán representativos de la situación actual del proceso de selección de mineral grueso en la Cancha Uno.

Las técnicas de investigación, junto con los instrumentos, se utilizan con el propósito de generar datos que posibilitan una visión completa de la investigación, abarcando diversas dimensiones metodológicas. Esto culmina en una contribución técnica y experiencial derivada del trabajo de campo. En este contexto, los instrumentos representan el medio tangible a través del cual se registran los datos, constituyendo la faceta más concreta del proceso de investigación (Hernández et. al., 2018).

Se emplearán diversas técnicas e instrumentos de recopilación de datos provenientes de los laboratorios de la empresa para determinar las leyes del mineral grueso y fino. Entre las técnicas destacadas se encuentran la observación directa en la Cancha Uno de la mina, permitiendo un análisis detallado de la selección de mineral grueso durante el proceso de blending. Además, se utilizará la revisión documental, examinando registros y documentos relacionados con las operaciones de la Cancha Uno durante el año 2023.

En cuanto a los instrumentos, se emplearán cuestionarios estructurados para obtener información directa de los operadores y personal involucrado en el proceso de selección de mineral grueso. Estos cuestionarios estarán diseñados de manera específica para abordar los criterios de inclusión establecidos. Asimismo, se utilizarán registros de operaciones y datos

recopilados por el sistema de monitoreo de la mina para obtener información cuantitativa detallada sobre la cantidad y características del mineral grueso seleccionado. La combinación de estas técnicas e instrumentos proporcionará una visión integral y precisa de la selectividad de mineral grueso en la Cancha Uno para reducir costos en el procesamiento de blending.

El procedimiento implica la extracción selectiva de todo el mineral de la zona alta de las vetas Maren y Sammy – Sammy Guadalupe. Este material extraído se transporta y deposita en la cancha UNO de Santa María. Diariamente, un equipo de tres trabajadores lleva a cabo el pesaje y la selección del mineral, obteniendo así un concentrado de alta ley (22 gramos por tonelada).

El procedimiento de análisis se llevó a cabo mediante el uso de distintas herramientas e instrumentos, entre los cuales se incluyen programas como Excel y Word, facilitando así la realización de diversos cálculos y la organización sistemática de la información recopilada. Además, el análisis de datos se basó principalmente en un enfoque estadístico descriptivo y se utilizará la información recopilada para realizar comparaciones de datos.

La ética en la investigación es esencial para garantizar la integridad y la validez de los resultados. En palabras de Belmont, (2010), "la ética en la investigación implica el respeto por la autonomía, la beneficencia y la justicia, asegurando la protección de los participantes y la integridad científica del estudio" (p. 45). Seguir principios éticos rigurosos ayuda a mantener la confianza pública en la investigación y promueve la responsabilidad profesional del investigador.

Es así que la investigación se ajustó a las normativas establecidas por la Universidad Privada del Norte, siguiendo rigurosamente el proceso de elaboración del trabajo y respetando las reglas para la obtención de grados académicos según la Ley Universitaria

N°30220 y el estatuto de la universidad. En este estudio, se garantiza la autenticidad del autor, quien realizó una investigación exhaustiva utilizando diversas fuentes y recopilando información pertinente al tema. El acceso a los datos para la realización del estudio en la empresa minera en Pataz a cabo de manera consciente y formal, siendo proporcionada por el área de costos y el jefe de guardia. Además, el documento se elaboró siguiendo las Normas APA de Séptima edición.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Objetivo1: Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperación de onzas

Tabla 2

N°	VOLQUETE	ZONA	NETO (tn)	GRUESOS (tn)	LEY GRUESOS (g/tn)	FINOS (tn)	LEY FINOS (g/tn)
1	1	SG	35.28	21.02	6.21	14.26	6.37
2	1	MS	25.29	16.94	2.65	8.35	3.83
3	1	MS	28.59	14.73	10.72	13.86	4.76
4	1	SG	21.84	13.91	20.03	7.93	7.27
5	1	JB 2120	26.6	11.66	36.04	14.94	9.18
6	1	SG	28.81	11.96	5.72	16.85	6.51
7	1	SG	28.2	3.55	9.85	24.65	7
8	1	MS	37.28	22.62	4.51	14.66	5.08
9	1	MS	28.81	15.98	6.33	12.83	5.06
10	1	SG	23.56	11.02	7.62	12.54	7.03
11	1	MS	43.05	20.19	6.33	22.86	7.31
12	1	MS	43.16	24.91	5.95	18.25	8.66
13	1	MS	39.69	19.29	6.88	20.4	6.09
14	1	MS	37.57	16.33	2.43	21.24	8.24
15	1	MS	38.46	16.36	3.66	22.1	7.77
16	1	MS	38.51	15.5	6.31	23.01	8.75
17	1	MS	29.99	13.56	10.7	16.43	6.08
18	1	SG	29.8	10.54	6.16	19.26	5.63
19	1	MS	27.01	14.72	6.35	12.29	6.52
20	1	MS	37.39	17.09	6.84	20.3	5.97
21	2	MS	62.57	22.76	6.02	39.81	6.16
22	2	MS	63.88	27.14	7.4	36.74	6.55
23	3	MS	96.47	42.49	6.52	53.98	6.05
24	3	SG	90.16	45.43	0.56	44.73	4.67
25	3	MS	98.6	50.71	5.12	47.89	6.15
26	2	MS	56.78	28.92	8.15	27.86	5.75
27	1	SG	30.75	17.25	8.13	13.5	5.47
28	3	SG	88.28	50.69	6.45	37.59	5.74
29	3	SG	85.95	61.17	6.11	24.78	5.22
30	3	SG	83.68	51.72	3.59	31.96	6.76

Cada línea representa un camión de carga específico, y las columnas contienen información crucial, como el número de identificación del camión, la ubicación de carga, el peso neto total (expresado en toneladas), la cantidad de mineral grueso (medida en toneladas), la concentración del mineral grueso (indicada en gramos por tonelada), la cantidad de mineral fino (en toneladas), y la concentración del mineral fino (expresada en gramos por tonelada). Estos datos resultan fundamentales para examinar la composición y las propiedades del mineral transportado, particularmente en lo que respecta a la distinción entre el mineral grueso y fino, así como sus respectivas concentraciones.

Tabla 3

	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Ley gruesos (g/tn)	,599	30	,000
Gruesos (tn)	,825	30	,000
Finos (tn)	,892	30	,005
Ley finos (g/tn)	,972	30	,602

Los resultados de la prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk para cuatro conjuntos de datos relacionados con la minería. En la "Ley gruesos (g/tn)" y "gruesos (tn)", se obtienen estadísticos de 0,599 y 0,825, respectivamente, ambos con valores p significativamente bajos de 0,000, lo que indica que ambas variables no siguen una distribución normal.

Para la variable "Finos (tn)", a pesar de que el estadístico de Shapiro-Wilk es de 0,892, se observa un valor p de 0,005, señalando una falta de normalidad, aunque con un nivel de significancia menor. Por último, la variable "Ley finos (g/tn)" presenta un estadístico de 0,972,

con un valor p elevado de 0,602, sugiriendo que, en este caso, los datos podrían aproximarse a una distribución normal.

Objetivo 2; Determinar el costo por tonelada del procesamiento del blending

Tabla 4

Mineral de Evaluación seleccionado en cancha 01 (ley y desmonte)	
ITEMS	COSTO
1. Mineral a seleccionar	\$68,684.42
1.1 Transporte de Mineral a Zona de selección(cancha1-Balanza-cancha1)	\$390.36
Cargador Frontal	\$175.85
Volquetes	\$214.51
1.2 Selección de Mineral	\$7,709.32
Botcat	\$3,040.00
Mano de Obra	\$4,669.32
1.3 Transporte de mineral de Mineral fino - Mineral de ley	\$8,883.39
Planta Santa Maria	\$18.51
Planta Marañon	\$8,864.89
1.4 Tratamiento de Mineral Fino - Mineral de ley	\$45,055.91
Planta Santa Maria	\$4,941.99
Planta Marañon	\$40,113.92
1.5 Traslado de Relave	\$4,050.83
Planta Santa Maria a relavera Hualanga	\$850.55
Carguio	\$111.44
Transporte	\$627.68
Conformacion	\$111.44
Planta Marañon a relavela Livias	\$3,200.28
Carguio	\$640.06
Transporte	\$1,920.17
Conformacion	\$640.06
1.6 Transporte de Desmonte a Hualanga	\$2,594.62
Cargador Frontal	\$56.80
Volquetes	\$2,537.83
COSTO TOTAL (\$/tn)	\$49.79

El objetivo de determinar el costo por tonelada del procesamiento del blending en la Cancha 01 ha sido calculado mediante la evaluación detallada de cada componente del proceso.

Los costos totales asociados al manejo del mineral de evaluación seleccionado ascienden a \$68,684.42. Este costo incluye el transporte del mineral a la zona de selección (\$390.36), la selección del mineral (\$7,709.32), el transporte del mineral fino y de ley (\$8,883.39), el tratamiento del mineral fino y de ley (\$45,055.91), el traslado de relave (\$4,050.83) y el transporte del desmote a Hualanga (\$2,594.62). Dividiendo este costo total entre el tonelaje procesado, se obtiene un costo unitario de \$49.79 por tonelada. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para mejorar la eficiencia del proceso de blending y reducir los costos operativos asociados, sugiriendo que la selectividad del mineral es una estrategia viable para optimizar la operación.

Objetivo 2: Determinar la mejor ley de mineral de ingreso a planta para la mejora del blending.

Para determinar la mejor ley de mineral de ingreso a la planta y en consecuencia la mejora del blending, se consideró la distribución de mineral grueso y fino, el desmote y la dilución así mismo, teniendo en cuenta el costo por tonelada de calculado en el objetivo 1 \$49.79.

Tabla 5

Distribución de selección de mineral grueso y fino, desmote y dilución.

Volquete	Zona	Neto_(tn)	Gruesos_(tn)	Finos_(ton)	Mineral_(tn)	Desmote_(tn)	% Dilución
1	SG	35.28	21.02	14.26	2.64	18.38	52.10%
2	MS	25.29	16.94	8.35	1.34	15.6	61.68%
1	MS	28.59	14.73	13.86	1.08	13.65	47.74%
2	SG	21.84	13.91	7.93	1.42	12.49	57.19%
2	JB 2120	26.6	11.66	14.94	1.05	10.61	39.89%
1	SG	28.81	11.96	16.85	1.65	10.31	35.79%
2	SG	28.2	3.55	24.65	1.59	1.96	6.95%
1	MS	37.28	22.62	14.66	2.33	20.29	54.43%
2	MS	28.81	15.98	12.83	1.61	14.37	49.88%
3	SG	23.56	11.02	12.54	1.58	9.44	40.07%
1	MS	43.05	20.19	22.86	4.2	15.99	37.14%

2	MS	43.16	24.91	18.25	5.88	19.03	44.09%
1	MS	39.69	19.29	20.4	3.81	15.48	39.00%
2	MS	37.57	16.33	21.24	4.82	11.51	30.64%
1	MS	38.46	16.36	22.1	3.38	12.98	33.75%
2	MS	38.51	15.5	23.01	4.77	10.73	27.86%
1	MS	29.99	13.56	16.43	2.87	10.69	35.65%
2	SG	29.8	10.54	19.26	2.59	7.95	26.68%
1	MS	27.01	14.72	12.29	2.31	12.41	45.95%
2	MS	37.39	17.09	20.3	4.37	12.72	34.02%
1	MS	62.57	22.76	39.81	5.61	17.15	27.41%
1	MS	63.88	27.14	36.74	5.44	21.7	33.97%
1	MS	96.47	42.49	53.98	6.58	35.91	37.22%
1	SG	90.16	45.43	44.73	4.72	40.71	45.15%
1	MS	98.6	50.71	47.89	7.52	43.19	43.80%
1	MS	56.78	28.92	27.86	4.97	23.95	42.18%
2	SG	30.75	17.25	13.5	2.53	14.72	47.87%
1	SG	88.28	50.69	37.59	6.98	43.71	49.51%
1	SG	85.95	61.17	24.78	7.69	53.48	62.22%
1	SG	83.68	51.72	31.96	7.43	44.29	52.93%
Total, general		1434.61	710.16	695.85	114.76	595.4	40.09%

La información revela la diversidad en la cantidad neta transportada por cada volquete, documentando toneladas tanto de materiales gruesos como finos, junto con las leyes en gramos por tonelada para ambas categorías. Estas leyes ofrecen una valiosa perspectiva sobre la concentración de minerales de interés en cada tipo de material. La presencia de dilución se detecta en situaciones donde la ley de finos es notablemente inferior a la ley de gruesos, indicando una mezcla con materiales menos concentrados. Esta variabilidad en las leyes de los materiales sugiere implicaciones importantes para el procesamiento y la eficiencia operativa en la mina. Algunos volquetes presentan proporciones más elevadas de finos en comparación con otros, sugiriendo posibles diferencias en la calidad del material procesado. Asimismo, la presencia de volquetes con tonelajes netos considerables, llegando hasta 98.6 toneladas, resalta la magnitud de la operación y la diversidad en las condiciones de transporte de los materiales. La expresión matemática que permitió realizar el cálculo es:

$$Ley\ Optima = \frac{(CostoMina + CostoPlanta)100}{[Precio - CostoRe\ fino].RM.2200}$$

Teniendo presente que para el procesamiento del blending no está en función de costo de Planta, así como la Recuperación metalúrgica no depende de ley del mineral, la mina trabajó con 90.83%, el precio del oro manejado por la empresa minera fue 1848.43 \$ /oz, del mismo modo el costo de fundición manejado 82 \$/oz. Por lo tanto, las leyes optimas:

Tabla 6

Leyes optimas

LEYES MINERAL (FINO - LEY) SELECCIONADO (MS - SG)

		Promedio
Mineral Fino MS - AU g/tn	6.38	6.26
Mineral Fino SG - AU g/tn	6.15	
Mineral Ley MS - AU g/tn	18.08	18.49
Mineral Ley SG - AU g/tn	18.9	

Tabla 7

Distribución de leyes del blending después de la selección.

N°	VOLQUETE	ZONA	LEY_BRUTO (g/tn)	LEY_FINOS (g/tn)	LEY_Blendig (g/tn)	LEY_FINAL (g/tn)	VAR_LEY (g/tn)
1	1	SG	3.47	3.83	19.36	5.98	2.51
2	1	MS	7.28	6.37	59.12	14.61	7.33
3	1	MS	5.38	10.20	39.24	20.42	9.67
4	1	SG	4.37	4.76	19.45	5.82	1.45
5	1	JB 2120	5.86	7.27	22.99	9.66	3.80
6	1	SG	5.12	12.03	21.22	15.16	4.93
7	1	SG	12.54	9.18	34.78	10.86	-1.68
8	1	MS	6.95	9.18	17.39	10.86	-3.04
9	1	MS	7.19	13.51	31.79	17.14	2.77
10	1	SG	7.19	13.51	31.79	17.14	2.77
11	1	MS	5.54	10.14	22.17	14.43	3.35
12	1	MS	7.59	7.03	15.96	8.03	0.44
13	1	MS	6.22	17.17	20.10	22.40	3.73
14	1	MS	8.25	15.97	20.27	20.81	4.31
15	1	MS	8.25	15.97	20.27	20.81	4.31
16	1	MS	7.26	14.33	22.77	19.69	5.18
17	1	MS	7.26	14.33	22.77	19.69	5.18
18	1	SG	6.31	16.52	40.89	26.50	13.88

19	1	MS	6.31	16.52	40.89	26.50	13.88
20	1	MS	7.03	6.08	27.60	9.28	2.25
21	2	MS	4.90	5.63	18.19	7.12	2.22
22	2	MS	5.97	11.71	22.90	16.23	4.30
23	3	MS	5.36	12.49	16.08	15.83	5.12
24	3	SG	5.36	12.49	16.08	15.83	5.12
25	3	MS	6.73	6.16	29.01	8.98	2.25
26	2	MS	6.73	6.16	29.01	8.98	2.25
27	1	SG	6.45	6.55	21.53	8.48	2.03
28	3	SG	6.45	6.55	21.53	8.48	2.03
29	3	SG	6.85	6.05	31.72	8.84	1.99
30	3	SG	4.31	4.67	27.17	6.82	2.51

La tabla proporciona información detallada sobre la ley de distintos minerales por tonelada en volquetes de diversas zonas de operación, con un enfoque especial en la ley de blending, la cual se obtiene a partir de la selección de mineral grueso. Las columnas incluyen la ley bruta, ley de finos, ley de blending y ley final en gramos por tonelada para cada volquete. La variación en la ley destaca fluctuaciones, con valores positivos indicando un aumento y valores negativos, una disminución en la concentración del mineral final. La ley de blending proporciona información crucial sobre la calidad del material seleccionado para el procesamiento. Se observa una variabilidad considerable en las leyes de los minerales, lo que sugiere la importancia de un proceso de blending efectivo para garantizar una concentración adecuada en el mineral final y mejorar la eficiencia del procesamiento.

Tabla 8

Pruebas de normalidad de las muestras Leyes

	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
LEY_BRUTO (g/tn)	,873	30	,002
LEY_FINOS (g/tn)	,915	30	,020
LEY_Blending (g/tn)	,842	30	,000
LEY_FINAL (g/tn)	,927	30	,040

Los resultados de la prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk en cuatro conjuntos de datos relacionados con la minería. Para "LEY_BRUTO (g/tn)", se obtiene un estadístico de 0,873, un tamaño de muestra de 30 y un valor p significativo de 0,002, indicando que los datos de esta variable no siguen una distribución normal. En cuanto a "LEY_FINOS (g/tn)", el estadístico es de 0,915, con un valor p de 0,020, sugiriendo cierta aproximación a una distribución normal a pesar de que el valor p es menor al nivel común de significancia de 0,05.

Para la "LEY_Blending (g/tn)", el estadístico de Shapiro-Wilk es de 0,842, con un valor p de 0,000, lo que indica fuertemente la falta de normalidad en estos datos. Finalmente, la "LEY_FINAL (g/tn)" presenta un estadístico de 0,927, con un valor p de 0,040. Aunque el valor p es menor al nivel de significancia de 0,05, el estadístico sugiere cierta tendencia hacia la normalidad.

Objetivo 3. Determinar el costo beneficio de la planta en el proceso de recuperación.

Tabla 9

Recuperación en onzas antes y después de la selección de mineral grueso.

N°	VOLQUETE	ZONA	Onz_(Inicio)	Onz_(Final)	VAR_Onz
1	1	SG	1.86	2.82	0.96
2	1	MS	7.94	8.26	0.32
3	1	MS	9.80	11.08	1.28
4	1	SG	2.80	4.02	1.22
5	1	JB 2120	2.90	4.11	1.21
6	1	SG	5.70	8.13	2.43
7	1	SG	5.58	10.72	5.14
8	1	MS	6.83	11.97	5.14
9	1	MS	12.39	13.17	0.79
10	1	SG	12.39	13.17	0.79
11	1	MS	7.28	11.96	4.68
12	1	MS	3.65	5.75	2.10
13	1	MS	10.92	17.71	6.79

14	1	MS	17.04	22.87	5.83
15	1	MS	17.04	22.87	5.83
16	1	MS	15.68	17.98	2.30
17	1	MS	15.68	17.98	2.30
18	1	SG	22.67	15.62	7.05
19	1	MS	22.67	15.62	7.05
20	1	MS	5.76	6.78	1.02
21	2	MS	5.00	4.69	0.31
22	2	MS	10.76	11.47	0.71
23	3	MS	9.84	10.98	1.14
24	3	SG	9.84	10.98	1.14
25	3	MS	13.12	13.54	0.42
26	2	MS	13.12	13.54	0.42
27	1	SG	11.50	13.25	1.74
28	3	SG	11.50	13.25	1.74
29	3	SG	17.21	21.25	4.04
30	3	SG	10.84	12.49	1.65
Promedios			10.64	12.27	1.62

La tabla presenta información cantidad de onzas recuperadas antes y después de realizar el blending con la selección de mineral grueso del mineral en volquetes de diversas zonas de operación. Además, se incluye la variación en onzas (VAR_Onz) entre el inicio y el final del proceso. Estos datos son esenciales para evaluar la eficiencia del procesamiento y la concentración del mineral. Las variaciones positivas indican un aumento en la concentración del mineral, mientras que las variaciones negativas sugieren una disminución. Se observa una variabilidad en la cantidad de onzas, lo que destaca la importancia de un proceso de blending efectivo para garantizar una concentración adecuada del mineral final.

Tabla 10

Costos operativos: Selección Mineral Grueso.

ITEM (\$)	U.P SANTA MARÍA	U.P MARAÑÓN
Transporte (\$/tn.km)	0.36	0.36
Procesamiento (\$/ton)	44.81	60.73
Cargador Frontal (\$/h)	65.53	
Mini retroexcavadora (\$/hora)	45.93	
Rompe bancos (\$/h)	56.33	
CM&M (\$/tarea)	245.75	

Teniendo presente los costos operativos antes y después de seleccionar mineral grueso, se expresada en la siguiente tabla:

Tabla 11

Costos operativos antes y después de seleccionar mineral

SITUACION 1						
Utilidad de Mineral de Evaluación sin ser seleccionado	g /tn	ONZAS	M.evaluacion de 5g/tn	Onzas	M.evaluacion de 4g/tn	Onzas
Onzas Generadas	8774.79	282.12	6690.1385	215.10	5352.1108	172.08
Utilidad Onza/dólar		\$112,405.17				
SITUACION 2						
Utilidad de Mineral de Evaluación seleccionado Fino - Ley	g /tn	ONZAS				
Onzas Generadas (Finos)	4137.42					
Onzas Generadas (ley)	2039.42					
Onzas Totales generadas	6176.85	198.59				
Utilidad Onza/dólar		\$79,125.52				
DIFERENCIA DE ONZAS SITUACION 1 - SITUACION 2	-2597.94	-83.53	-513.29	-16.50	824.74	26.52

El análisis revela que seleccionar el mineral fino y de ley (Situación 2) resulta en una menor cantidad total de onzas generadas y una menor utilidad en comparación con no seleccionar el mineral (Situación 1), especialmente cuando la ley del mineral de evaluación es alta (5 g/tn y 4 g/tn). Al seleccionar el mineral, la planta genera 2597.94 onzas menos, lo que reduce significativamente la utilidad. Sin selección, la utilidad por onza es mayor, mostrando una mayor eficiencia en términos de utilidad total con una ley de 5 g/tn. No obstante, con una ley de 3 g/tn, el proceso de selección parece ser más beneficioso, ya que muestra una ganancia en onzas generadas (26.52 onzas adicionales). Para optimizar el costo-beneficio de la planta, se recomienda evitar la selección del mineral cuando se maneja una ley alta (5 g/tn o 4 g/tn), pero considerar la selección del mineral fino y de ley para leyes más bajas (3 g/tn). Esta estrategia

asegura que la planta maximice la recuperación de onzas y optimice los costos operativos, logrando un equilibrio entre la calidad del mineral procesado y la rentabilidad de la operación.

Objetivo 4. Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperación de onzas.

Tabla 12

Costos operativos blending

Mineral de Evaluación seleccionado en cancha 01

ITEMS	COSTO
1. Mineral a seleccionar	\$68,684.42
1.1 Transporte de Mineral a Zona de selección(cancha1-Balanza-cancha1)	\$390.36
Cargador Frontal	\$175.85
Volquetes	\$214.51
1.2 Selección de Mineral	\$7,709.32
Botcat	\$3,040.00
Mano de Obra	\$4,669.32
1.3 Transporte de mineral de Mineral fino - Mineral de ley	\$8,883.39
Planta Santa María	\$18.51
Planta Marañón	\$8,864.89
1.4 Tratamiento de Mineral Fino - Mineral de ley	\$45,055.91
Planta Santa María	\$4,941.99
Planta Marañón	\$40,113.92
1.5 Traslado de Relave	\$4,050.83
Planta Santa María a relavera Hualanga	\$850.55
Carguío	\$111.44
Transporte	\$627.68
Conformación	\$111.44
Planta Marañón a relávela Livias	\$3,200.28
Carguío	\$640.06
Transporte	\$1,920.17
Conformación	\$640.06
1.6 Transporte de Desmonte a Hualanga	\$2,594.62
Cargador Frontal	\$56.80
Volquetes	\$2,537.83
COSTO TOTAL (\$/tn)	\$49.79

En la fase inicial, se detallan los costos relacionados con la evaluación de un mineral no seleccionado, abarcando aspectos como el transporte a Marañón, el tratamiento en la Planta Marañón y el traslado de relave a la relavera libias-Marañón. Los costos específicos incluyen cargador frontal, volquetes, carguío, transporte y conformación, estableciendo un costo total de \$76.77 por tonelada. En contraste, en la etapa posterior se presentan los resultados financieros asociados con un mineral de evaluación seleccionado en la cancha 01. Los elementos comprenden transporte, selección, tratamiento y traslado, con costos específicos de cargador frontal, volquetes, Botcat, mano de obra, transporte de mineral fino, tratamiento en plantas y traslado de relave. El costo total por tonelada en la fase posterior es de \$49.79.

Tabla 13

Consolidado de leyes Selectividad de mineral grueso mejora la recuperación de onzas.

LEYES SAMY MAREN ESPECIAL- SAMY GUADALUPE ESPECIAL

Fecha	MS - AU g/tn	SG - AU g/tn
9/09/2023	3.68	15.9
10/09/2023	4.68	4.56
12/09/2023	9.58	5.37
13/09/2023	6.03	7.04
14/09/2023	5.53	7.05
15/09/2023	6.7	10.04
16/09/2023	-	7.1
17/09/2023	8.2	6.7
18/09/2023	9.9	6.2
19/09/2023	10.07	11.51
20/09/2023	5.34	8.05
21/09/2023	13.71	7.03
22/09/2023	7.66	7.78
23/09/2023	6.86	8.64
24/09/2023	6.52	8.83
25/09/2023	6.92	8.6
26/09/2023	-	6.99
27/09/2023	-	7.15
Promedio	6.19	7.11

La recuperación de onzas, al aplicar la selectividad de mineral grueso, se ve afectado significativamente a lo largo de prueba cuasiexperimental y se consolidan en la siguiente tabla:

Tabla 14

Determinar como la selectividad de mineral grueso mejora la recuperación de onzas

Bruto	1379.41	TMH	
Mineral Fino	680.91	TMH	
Mineral de Ley	113.71	TMH	100%
Desmonte	584.79	TMH	
Mineral Fino MS	432.86	TMH	
Mineral Fino SG	248.05	TMH	
Mineral de Ley MS	72.89	TMH	64.10%
Mineral de Ley SG	40.82	TMH	35.80%

El análisis de los datos de la planta revela que la selectividad del mineral grueso mejora significativamente la recuperación de onzas al diferenciar y procesar adecuadamente el mineral de mayor ley. Con un bruto de 1379.41 TMH, la planta logra segregar 680.91 TMH de mineral fino, del cual 113.71 TMH son de mineral de ley, alcanzando el 100% de recuperación de mineral valioso en esta categoría.

La selectividad permite distinguir entre el mineral fino de las zonas MS y SG, con 432.86 TMH y 248.05 TMH, respectivamente. Esta separación detallada resulta en la recuperación de 72.89 TMH de mineral de ley de la zona MS, representando un 64.10% de recuperación, y 40.82 TMH de la zona SG, que corresponde al 35.80% de recuperación.

Así mismo, de selectividad del mineral grueso minimiza la cantidad de desmonte procesado, que asciende a 584.79 TMH, evitando costos adicionales y permitiendo que la planta concentre sus esfuerzos en el procesamiento del mineral más valioso. Esta mejora en la eficiencia del procesamiento se traduce en una mayor recuperación de onzas y optimización de los recursos, destacando la importancia de una adecuada segregación y manejo del mineral desde su ingreso a la planta hasta su procesamiento final.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN:

En el estudio de Berna et al. (2021), se destaca la importancia de la clasificación de minerales a granel (BOS) basada en sensores para mejorar la caracterización de la liberación de minerales en operaciones mineras subterráneas. Los resultados sugieren que la implementación de esta tecnología puede tener un impacto significativo en la eficiencia y la economía de la operación al permitir la clasificación automática de la calidad del mineral en tiempo real. Además, se resalta la variabilidad en las leyes y la necesidad de considerar las diferencias entre distintos puntos de extracción y áreas mineras al implementar esta tecnología.

Por otro lado, el estudio de Khizanishvili et al. (2022) se centra en la simulación de la respuesta metalúrgica ante diferentes tipos de minerales y blending de unidades minerales. Se destaca la influencia de la distribución mineralógica en el desempeño metalúrgico, y se observa cómo el blending de unidades minerales en distintas proporciones puede afectar la eficiencia del proceso, disminuyendo la recuperación de las onzas del metal y la extracción de masa en ciertos casos.

En relación a ambos estudios sobre la selectividad del mineral grueso y su impacto en la ley del blending, se destaca que la mejora en la concentración del mineral final después de la selección se traduce en un aumento significativo en la cantidad de onzas recuperadas. Además, se observa que la implementación de la selectividad del mineral grueso tiene un impacto positivo en los costos operativos, con una disminución sustancial en los costos de transporte y procesamiento después de la selección, indicando una optimización en la eficiencia y los recursos utilizados en estas operaciones. Sin embargo, se sugiere que, aunque la selectividad del mineral grueso puede influir en la ley del blending, otros factores también pueden desempeñar un papel

importante en este proceso, destacando la complejidad de las operaciones mineras y la necesidad de un enfoque integral para la optimización.

Sanhueza (2021) se centra en la aplicación de tecnologías de Ore Sorting para mejorar la selectividad del mineral y, por ende, reducir el procesamiento de mineral de bajo valor. Los resultados económicos obtenidos en la mina Collahuasi indican un potencial significativo para la aplicación exitosa de estas tecnologías, con un Valor Actual Neto positivo y un impacto positivo en la producción y el valor del yacimiento.

Oliva (2019) lleva a cabo un estudio experimental en Oruro, con el objetivo de elaborar un plan de ejecución para el tratamiento de mineral grueso mediante operaciones de chancado, blending y curado. Los resultados muestran una recuperación del 65% y beneficios económicos significativos, con un retorno de la inversión (ROI) del 24.03% en cuatro años.

Hinostroza y Yabar (2023) se enfocan en reducir la dilución en los tajeos de breasting en la zona de Pablo, utilizando la voladura diferenciada y métodos específicos para distintas secciones de la veta. Este enfoque logra una disminución cercana al 80% en la dilución, destacando la importancia de estrategias específicas para abordar las características particulares de cada yacimiento.

En relación con los estudios, se destaca la importancia de la evaluación de la selectividad del mineral grueso para lograr una concentración adecuada en el mineral final y mejorar la eficiencia del procesamiento. La comparación de costos entre la operación sin selección y la introducción de la selección de mineral grueso en la cancha 01 refleja una disminución significativa en los costos por tonelada, respaldando la efectividad de la estrategia de selección de mineral grueso en términos de eficiencia y optimización de recursos. Además, se subraya la variabilidad en las leyes de los materiales y la necesidad de un proceso de blending eficaz para mantener la calidad del mineral final.

CONCLUSIONES

- La evaluación de la selectividad de mineral grueso muestra una clara diferencia en la distribución del mineral grueso y fino en los volquetes de diversas zonas de operación. Esta variabilidad en las leyes de los materiales indica la necesidad de un proceso de blending eficaz para mantener una concentración adecuada en el mineral final y mejorar la eficiencia del procesamiento. En la operación de minería sin selección, los costos totales son de \$76.77 por tonelada, incluyendo gastos de transporte, tratamiento y traslado de relave. Este enfoque no optimizado muestra una inversión significativa, señalando la falta de eficiencia en el manejo del mineral. En contraste, al introducir la selección de mineral grueso en la cancha 01, los costos disminuyen a \$49.79 por tonelada, abarcando etapas como transporte, selección, y tratamiento en plantas específicas. Esta reducción indica mayor eficiencia y optimización de recursos, respaldando la efectividad de la estrategia de selección de mineral grueso.
- La aplicación de la selectividad del mineral grueso tiene implicaciones directas en la calidad del blending. La variación en las leyes del mineral antes y después de la selección destaca la importancia de este proceso para lograr una concentración óptima del mineral final. La mejora en la concentración se refleja en un aumento significativo en la cantidad de onzas recuperadas representando un 64.10%. Por otro lado, aunque la selectividad del mineral grueso puede influir en la calidad del blending en algunos casos, otros factores también pueden estar desempeñando un papel importante en este proceso.
- La implementación de la selectividad de mineral grueso tiene un impacto positivo en los costos operativos. Se observó una disminución sustancial en los costos de transporte y procesamiento después de la selección, lo que sugiere una optimización en la eficiencia y los recursos utilizados en estas operaciones. Los promedios revelan que los

volquetes mantienen recuperación promedio de aproximadamente 10.64 onzas por tonelada antes de la selección de mineral grueso y 12.27 onzas por tonelada después de la implementación de la selectividad, con una variación promedio de 1.62 onzas.

REFERENCIAS

- Anastares, R. (2023). Reducción y optimización de costos operativos en aceros de perforación en la RPA. (±)944W de la Empresa Especializada IESA S.A. – Unidad Minera Atacocha S.A. Nexa Resources [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3198>
- Apolitano, J. (2022). Determinar el pasante, P80 Y P50 mediante la fragmentación de mineral con respecto a la dureza en los bancos (P3680 73) (P3690 90) (P3690 98) En Hualgayoc - Cajamarca 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la UPN. <https://hdl.handle.net/11537/33622>
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Metodología de la investigación. Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Arredondo Peña, C. R. (2021). Análisis de eficiencia metalúrgica de operaciones de sorting de minerales e impacto energético en la línea de conminución. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181212>
- Arrázola Bustillo, P. (2020). Mecanismos Alternativos para la Financiación de Proyectos Mineros: En busca de Soluciones a la medida. *Revista De Derecho Administrativo*, (19), 109-132. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/24305>
- Barboza, K., y Gonzales, N. (2023). Diseño de malla de perforación para la mejora de la fragmentación en la minera Iscaycruz – Lima [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/134582>

- Belmont, J. (1979). Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25951677/>
- Cetin, M. C., Li, G., Klein, B., & Fitcher, W. (2023). Key factors determining the bulk ore sorting potential in a caving mine. *Minerals Engineering*, 201, 108237. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2023.108237>
- Ccahuana, J. (2022). Control granulométrico utilizando el modelo de predicción de KUZ RAM para reducir la fragmentación y los costos operativos en la compañía minera MINSUR U.M San Rafael-Puno [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6994>
- Colorado, L., Osorio, A., Bedoya, C., Pérez, S., Gil, J., Muñoz-, A., y Bustamante, O. (2023). Evaluación de la eficiencia de molienda y clasificación de materias primas: caso de estudio de una planta cementera. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 90(229), 148-158. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9246415>
- Corona, J. (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *Medisur*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000100016
- Cordero, J. (2022). Perforación y voladura para la reducción de costos operativos en el cruce 10014 de la empresa minera aurífera retamas Marsa S.A. - 2021 [Título de grado]. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Repositorio institucional UNASAM <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5120>

Escudero, C. y Cortez, C. (2017). Técnicas y Métodos Cualitativos para la Investigación Científica. *Editorial* *UTMACH.*

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>

Esteban Huayanay, C. E. (2022). Aplicación de la función Rosin Rammler para el control del circuito de molienda—Clasificación de la planta concentradora San Expedito – Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2657>

Fernandez Torrez, J., Pinto Ramos, O. G., Valencia Tapia, F., & Tutor. (2013). Auditoria especial de la ejecución presupuestaria de recursos y gastos del nacional de solidaridad y equidad del Ministerio de Justicia gestión 2013 [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andres]. *Repositorio* *Institucional* *UMSA*

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/3246>

Fiallos, F. A., & Loayza, C. F. (2020). FIGEMPA: Investigación y Desarrollo. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.2283>

Guevera, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción). *Revista RECIMUNDO*. [https://doi:10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi:10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Granadillo, H., Orozco, E., & Mart, D. (2018). Diseño de un modelo de factores clave de capacidad logística para las pequeñas y medianas empresas del sector de confecciones de Cartagena, Colombia. *Revista de ciencia y tecnología de América*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6352526>

Hassanzadeh, A., Safari, M., Hoang, D. H., Khoshdast, H., Albijanic, B., & Kowalczyk, P. B. (2022). Technological assessments on recent developments in fine and coarse particle

flotation systems. Minerals *Engineering*, 180, 107509.
<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107509>

Hinostroza Araujo, F., & Yabar Encarnacion, G. P. (2023). Reducción de dilución mediante la aplicación de voladura diferenciada en labores de Breasting dentro de la mina Pallancata [Tesis de grado, Universidad Pontificia Católica del Perú]. Repositorio institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/24638>

Jang, H., Topal, E., y Kawamura, Y. (2015). Unplanned dilution and ore loss prediction in longhole stoping mines via multiple regression and artificial neural network analyses. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 115(5), <http://dx.doi.org/10.17159/2411-9717/2015/v115n5a4>

Käyhkö, T., Sinche-Gonzalez, M., Khizanishvili, S., & Liipo, J. (2022). Validation of predictive flotation models in blended ores for concentrator process design. *Minerals Engineering*, 185, 107685. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107685>

Li, F., Sandanayaka, ASD y Zhang, L. (2015). Separación de minerales gruesos de ilmenita mediante separador magnético de banda seca. *Revista de Magnetismos*, 20(2), 253-256.

Li, G., Klein, B., Sun, C., & Kou, J. (2021). Insight in ore grade heterogeneity and potential of bulk ore sorting application for block cave mining. *Minerals Engineering*, 170, 106999. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.106999>

Medina, M., Rojas, R., y Bustamante, W. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>

- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. y Villagómez, A. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa- Cualitativa y Redacción de la Tesis. *Ediciones de la U.*
<http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación. *Journal of the Selva Andina Research Society.*
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361353711008>
- Ortega, W., Narváez, C., Ormaza, J. y Erazo, J. (2020). Sistema de costeo basado en actividades ABC/ABM para la industria minería; caso Promine Cía. Ltda. *Dominio de las Ciencias, 6(Extra 1)*, 369-395. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7351795>
- Otzen, T., & Manterola C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology.*
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
- Peralta, E. (2019). Estudio de los Procesos de Perforación y Voladura y su Implicancia en el Rendimiento y Seguridad en Sociedad Minera Cerro Verde. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional UNAS.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10271>
- Prado, J. (2022). Gestión de mantenimiento para reducir costos por paradas no planificadas en la flota de palas hidráulicas Hitachi en minería superficial en Minera Yanacocha 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS.
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/10240>
- Protections (OHRP), O. for H. R. (2010, enero 28). The Belmont Report [Text].
<https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/index.html>

- Reales, L., Robalino, G., Peñafiel, A., Cárdenas, J. y Cantuña, F. (2022). El Muestreo Intencional No Probabilístico como herramienta de la investigación científica en carreras de Ciencias de la Salud. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S5), 681-691.
- Reyes, P. (2022). Implementación de indicadores de gestión para mejorar la eficiencia en el uso de los equipos de producción y reducir los costos operativos en la Compañía Minera Summa Gold Corporation S.A.C – 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo"]. Repositorio institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5886>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (82), 1-26. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rojas, C. y Zúñiga, C. (2020). Análisis de costos operativos en pequeña minería y minería artesanal en Nambija. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 10(2). <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.2568>
- Rojas, F. (2024). Evaluación de algoritmos de Lane para el cálculo de ley de corte con inclusión de concepto de drenaje ácido de mina en minería a cielo abierto [Memoria de título, Universidad de Concepción]. Repositorio institucional UDEC. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/12162>
- Sanhueza Passache, A. (2021). Evaluación económica de técnicas de selectividad de mineral (Ore Sorting) para su aplicación en Collahuasi [Tesis de maestría]. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181626>
- Santana Perez, M. (2020). Maximización de valor presente neto a través de la optimización de la ley de corte en una mina subterránea [Tesis de grado, Universidad Pontificia Católica

del Perú]. Repositorio institucional PUCP.

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/16967>

Singh, R., Radjagobalou, R. y Rahimi, A. (2017). Clasificación de minerales de grano grueso basada en sensores: oportunidades y desafíos. *Tecnologías de detección para minas y estructuras geológicas*, 561-592.

Surco, C. (2022). Evaluación del tamaño de partícula óptimo en molienda para la concentración por flotación en Minera Coripuno [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA.

<https://hdl.handle.net/20.500.12773/15813>

Tomás Porras, J. D., & León Huamán, C. (2020). Optimización de costos unitarios en el transporte de mineral y desmonte en la zona Esperanza de la Compañía Minera Raura. Universidad Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8516>

Valverde, K. (2021). Reducción de los tiempos de cambio en una línea de producción de explosivos [Tesis de Título Profesional, Universidad de Ingeniería y Tecnología]. Repositorio Institucional UTEC. <https://hdl.handle.net/20.500.12815/248>

Villavicencio, H. (2024). Relación de la fragmentación del mineral con los procesos unitarios de la explotación, al usar Emulsiones Gasificantes San – G, en la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa – COMARSA [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4329>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE:	(Concepto de la variable ¿Qué es? Colocar la cita según las normas APA)	(Son procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente, se utiliza cita APA)	(Es un componente significativo de una variable. Es un agregado de elementos que dan un producto único, de carácter sintético, son los componentes de la variable, para una mejor medición)	(Son los parámetros utilizados para medir las variables o sus dimensiones).	(Depende de la naturaleza de las variables, puede ser nominal, ordinal, de intervalo, o de razón).
VARIABLE INDEPENDIENTE:	(Concepto de la variable ¿Qué es? Colocar la cita según las normas APA)	Son procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente, se utiliza cita APA)	Es un componente significativo de una variable. Es un agregado de elementos que dan un producto único, de carácter sintético, son los componentes de la variable, para una mejor medición)	Son los parámetros utilizados para medir las variables o sus dimensiones).	(Depende de la naturaleza de las variables, puede ser nominal, ordinal, de intervalo, o de razón).

Anexo 02: Matriz de Consistencia

“SELECTIVIDAD DE MINERAL GRUESO PARA REDUCIR COSTO EN PROCESAMIENTO DE BLENDING EN LA CANCHA UNO DE UNA MINA EN PATAZ, 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	CATEGORÍA/VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿ERA LA SELECTIVIDAD DE MINERAL GRUESO REDUCE EL COSTO DE PROCESAMIENTO DE BLENDING EN LA CANCHA UNO DE UNA MINA EN PATAZ, 2023?	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar como la selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de Blending en la Cancha uno de una mina en Pataz, 20</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La selectividad de mineral grueso reduce el costo de procesamiento de Blending en la Cancha uno de ua mina en Pataz, 2023.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Mineral Grueso</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Costo de procesamiento de Blending</p>	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Planificación de investigación: Descriptiva.</p> <p>Según el número de mediciones en un determinado tiempo: Transversal.</p> <p>Según la intervención del investigador: Documental.</p> <p>Diseño de investigación: Cuasiexperimental.</p> <p>Técnica: Análisis documental.</p> <p>Instrumento: Ficha de costos, Ficha de leyes del mineral.</p>	<p>Población: Treinta volquetes con mineral aurífero.</p> <p>Muestra: Treinta volquetes con mineral aurífero.</p>
	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el costo por tonelada del procesamiento del blending. • Analizar como la selección del mineral grueso mejora en la ley del blending. • Evaluar como la selectividad del mineral mejora en la recuperación de onzas. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>La selectividad de mineral grueso reduce el costo por tonelada del procesamiento del blending.</p> <p>La selectividad de mineral grueso mejora en la ley del blending.</p> <p>La elección de minerales gruesos afecta en la recuperación de onzas.</p>			

Anexo 03:

	SELECCIÓN DE MINERAL DE EVALUACIÓN EN CANCHA DE GRUESOS		
	Área: Mina	Revisión:	U.E.A. La Poderosa de Trujillo U.E.A. Libertad
	Código:	Página 1 de 2	

1. PERSONAL

- 1.1. Pallaquero.
- 1.2. Operador de la mini retroexcavadora.

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Casco con protector de cuello y barbiquejo, botas de jebe con punta de acero, guantes de cuero o neoprene, protectores auditivos, y lentes de seguridad de malla.

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

- 3.1 Carretillas
- 3.2 Pico
- 3.3 Lampa
- 3.4 Combos de 8 lb

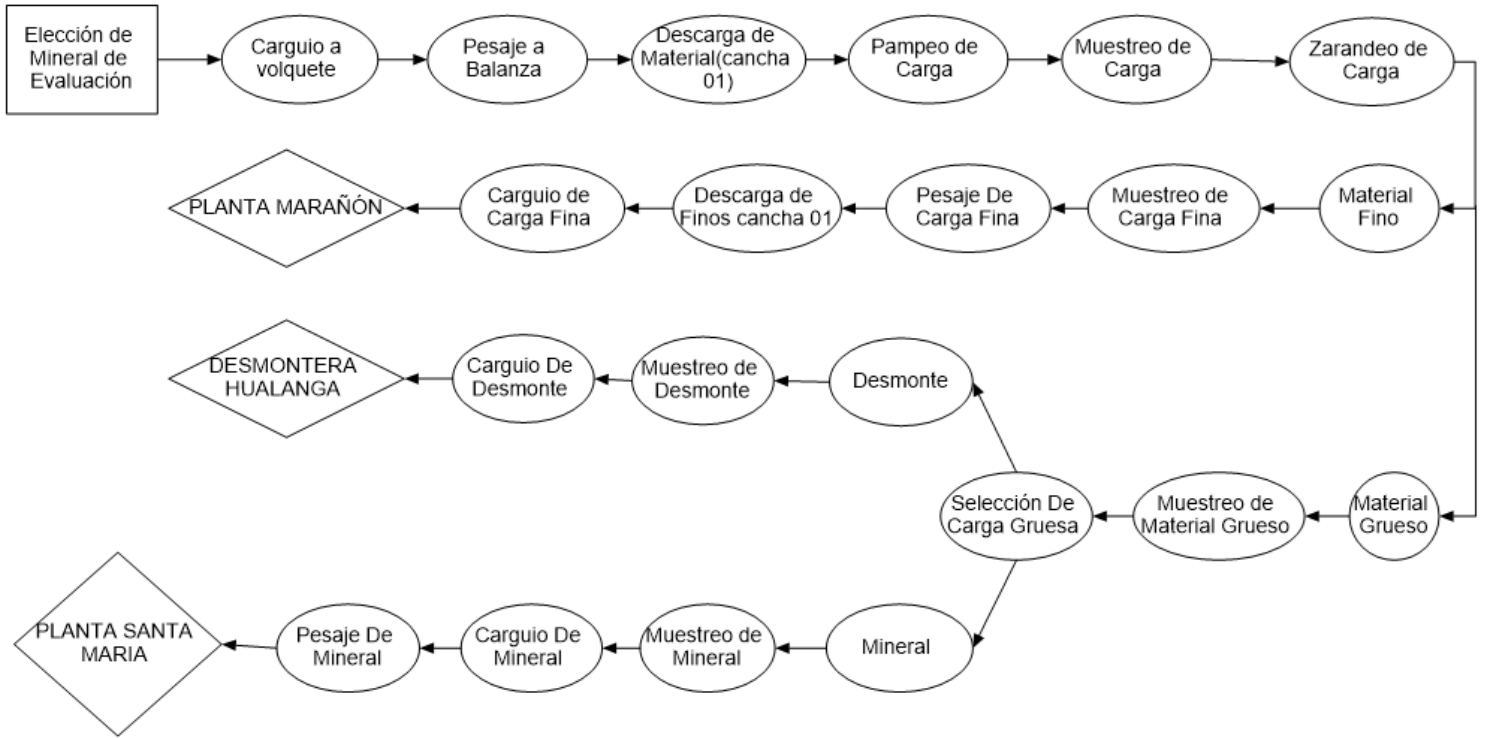
4. PROCEDIMIENTO

- 4.1 Los trabajadores deben verificar sus EPP, antes de ingresar al turno de trabajo.
- 4.2 Verificar herramientas y materiales, en caso no esté en buen estado realizar el cambio correspondiente.
- 4.3 Inspeccionar el área de trabajo y registrar en el formato de IPERC continuo.
- 4.4 El personal que seleccionará el mineral tendrá que esperar que el cargador frontal realice la actividad del zarandeo.
- 4.5 Una vez zarandeado la mini retroexcavadora esparcirá los gruesos sobre el área de trabajo.
- 4.6 Regar las parcelas extendidas.
- 4.7 Iniciar el escogido de mineral.
- 4.8 Trasladar el mineral seleccionado.
- 4.9 Retirar el desmonte con la mini retroexcavadora.
- 4.10 Cargar y pesar el mineral pallaqueado.
- 4.11 Transporte a planta.
- 4.12 Muestrear los finos.
- 4.13 Cargar y pesar los finos.
- 4.14 Transporte a planta.
- 4.15 Selección y transporte de carga nueva a zona de pallaqueo.
- 4.16 Expansión de la carga con cargador frontal.
- 4.17 Realizar surcos.
- 4.18 Al finalizar la tarea realizar orden y limpieza.

5. RESTRICCIONES

Anexo 04:

FLUJOGRAMA DE SELECCIÓN DE MINERAL CANCHA 01



Anexo 05:



Anexo 06:



Anexo 07:



Anexo 8: Mineral grueso



Anexo 09: Mineral Grueso Seleccionado



Anexo 10: Cargador frontal separando finos y gruesos.



Anexo 11: Volquete trayendo mineral.



Anexo 12: Muestreo de mineral fino.



Anexo 13: Equipo mini retro.

