



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA DE MINAS

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CIANURO DE SODIO, ECO GOLDEX O y LIX-PLUS 80 PARA LA EXTRACCIÓN DEL ORO POR LIXIVIACIÓN”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Victor Jair Vigo Tamayo

Asesor:

Ms. Ing. Jairo Pinedo Taquia

<https://orcid.org/0000-0001-9684-0140>

Cajamarca - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ELIZABETH CATHELINE MEJIA NARRO Nombre y Apellidos
Jurado 2	DANNY DANIEL VALDERRAMA GUTIERREZ Nombre y Apellidos
Jurado 3	JAIRO PINEDO TAQUIA Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 57 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trn:oid::1:3199368934

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Exclusions

- ▶ 5 Excluded Sources

Top Sources

- 14%  Internet sources
- 1%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**
27 suspect characters on 1 page
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios, por darme la vida y permitirme alcanzar este importante momento en mi formación profesional.

De igual manera, quiero hacer un reconocimiento especial a mi madre, Bertha Tamayo Pérez, y a mi padre, Víctor Vigo Córdova, quienes con su esfuerzo y dedicación me acompañaron en cada paso de este proceso, brindándome el apoyo necesario para no rendirme cuando las dificultades parecían insuperables.

A mi hermana, Jhoes Vigo Tamayo, quien siempre estuvo a mi lado, orientándome y respaldándome en todos los aspectos de mi vida, tanto emocional, económico como académico. Sus palabras de aliento fueron el impulso que me mantuvo firme a lo largo de mi carrera. Espero algún día ser esa fuerza para ella, tal como lo ha sido para mí.

A mi querida hija, Alizee, quien ha sido mi principal fuente de motivación e inspiración, impulsándome a superarme cada día con el deseo de crear un futuro mejor para ambas.

A mis compañeros y amigos, tanto actuales como pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y penas. Y a todas aquellas personas que me acompañaron durante estos cinco años, brindándome su apoyo y haciendo posible que este sueño se hiciera realidad.

AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar este trabajo a Dios, a quien agradezco por ser mi guía y acompañarme a lo largo de mi vida, otorgándome sabiduría y paciencia para alcanzar con éxito las metas que me propuse, enseñándome que su tiempo siempre es perfecto.

A mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida y brindarme su apoyo incondicional, a pesar de las adversidades y dificultades que hemos enfrentado juntos.

De manera especial, agradezco a mi asesor de tesis, por su orientación no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino también a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias a su apoyo, he podido desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores. También agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería de Minas, quienes me han visto crecer tanto personal como profesionalmente. Sus conocimientos y apoyo me han inspirado a seguir superándome.

A la Universidad Privada del Norte, por ofrecerme tantas oportunidades y enriquecer mi formación académica.

Finalmente, quiero dar las gracias a todos aquellos que han sido parte de este proceso.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
CAPITULO III. RESULTADOS	30
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	44
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: CL50 y DL50 del NaCN y Eco-Goldex en peces y ratas.....	15
Tabla 2: Análisis Químico de la Muestra de Cabeza	30
Tabla 3: Balance metalúrgico de la prueba lixiviación flash con NaCN durante 4 horas..	30
Tabla 4: Balance metalúrgico de la prueba lixiviación flash con Eco Goldex O durante 4 horas	33
Tabla 5: Balance metalúrgico de la prueba lixiviación flash con Lixiv-Plus 80 durante 4horas	36
Tabla 6: Comparación de extracciones de oro con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80.....	36
Tabla 7: Parámetros de operación en la lixiviación del mineral en estudio	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flow sheet de la preparación de la muestra de mineral	27
Figura 2: Flow sheet de la prueba de lixiviación flash.....	28
Figura 3: Contenido de Oro y Plata en la Muestra de Cabeza	30
Figura 4: Distribución de Oro y Plata en Etapas del Proceso Metalúrgico con NaCN.....	31
Figura 5: Comparación de la Ley de Oro y Plata entre Cabeza y Relave con NaCN	32
Figura 6: Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con NaCN	32
Figura 7: Distribución del Contenido Metálico entre Solución y Cola con NaCN.....	33
Figura 8: Contenido de Oro y Plata en Solución en Diferentes Etapas del Proceso con Eco Goldex O	34
Figura 9: Ley Ensayada de Oro y Plata en Cabeza y Relave con Eco Goldex	34
Figura 10: Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con Eco Goldex	35
Figura 11: Balance de Metal entre Solución y Cola para Oro y Plata con Eco Goldex.....	35
Figura 12: Ley de Oro y Plata en Solución durante el Proceso Metalúrgico con Lixiv-Plus 80	36
Figura 13: Comparación de Ley Ensayada en Cabeza y Relave para Oro y Plata con Lixiv-Plus 80.....	37
Figura 14: Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con Lixiv-Plus 80	37
Figura 15: Distribución del Metal entre Solución y Cola para Oro y Plata con Lixiv-Plus 80	38
Figura 16: Comparación del Porcentaje de Extracción de Oro y Plata con Diferentes Reactivos Lixiviantes	39

RESUMEN

En los últimos años en la minería, han aparecido muchos agentes lixiviantes patentados por empresas chinas y canadienses, quienes afirman poder sustituir al cianuro de sodio en la lixiviación del oro, con características de ser productos ecológicos, menos tóxicos y nocivos para la salud de los trabajadores. Teniendo como objetivo general comparar los parámetros de operación del cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv-Plus 80 para la extracción del oro por lixiviación. La metodología adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño no experimental, manteniendo un corte transversal. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa y el análisis documental. Los instrumentos consistieron en fichas de cotejo y fichas de monitoreo de resultados. Como resultado, se alcanzaron datos significativos, en los cuales se mostró que la ley de cabeza en oro fue de 26.50 g/TM y la ley de plata 6.22 g/TM. Las pruebas se realizaron a una granulometría 80% -malla 200, con dosificaciones a los tres tipos de lixivante a una concentración de 10,000 ppm. Concluyendo que las extracciones durante las 4 horas de lixiviación con cianuro de sodio alcanzaron 51.99%, mientras que con el lixivante Eco Goldex O se obtuvo 44.79%, y finalmente con el Lixiv-Plus 80 se llegó a una extracción del 12.36%.

Palabras clave: Cianuro de sodio, Eco Goldex, Lixiv- Plus 80, Extracción, lixiviación

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La industria minera de oro ha empleado el cianuro en sus procesos productivos durante muchas décadas, siendo esta una sustancia química fundamental para el desarrollo moderno. No obstante, su utilización debe estar acompañada de prácticas rigurosas para garantizar su manejo seguro. El descubrimiento de Elsner, un químico alemán, en 1846, de que el oro podía disolverse en soluciones acuosas diluidas de cianuro de sodio, constituyó un avance clave para la hidrometalurgia. Posteriormente, la primera aplicación comercial de esta sustancia se dio en la Mina Crown, ubicada en Nueva Zelanda, en 1889. Esta tecnología experimentó un notable crecimiento, especialmente en Estados Unidos, donde se desarrollaron gran parte de los equipos necesarios para los procesos hidrometalúrgicos en ese periodo. Herramientas como agitadores, espesadores y filtros, que siguen siendo utilizadas hoy en día, fueron perfeccionadas en esa época (Uceda, 2019, p. 28).

A nivel internacional, el empleo del cianuro de sodio en el proceso de lixiviación para la extracción del oro se realiza a concentraciones que varían entre 100 ppm y 2000 ppm de NaCN, las cuales son muy peligrosas y pueden provocar accidentes laborales. Por lo tanto, es fundamental mantener los parámetros adecuados y aplicar eficientemente el Plan de Manejo Ambiental. Sin embargo, esta realidad es diferente en la pequeña minería y minería artesanal, donde se hace un uso inadecuado del cianuro de sodio y no se sigue ningún plan de manejo ambiental (Arapa, 2019). El avance tecnológico aplicado a la extracción del oro a partir de la lixiviación de minerales con cianuro de sodio se refleja en diversos aspectos, tanto económicos como medioambientales. En el ámbito económico, se destaca la reducción de costos en el proceso, mientras que, en el aspecto medioambiental, se observan mejoras, especialmente en la emisión de gas cianhídrico y en el tratamiento de los efluentes cianurados (Nina, 2021).

El cianuro pudo llegar al medio ambiente de dos maneras diferentes: por evaporación en cuencas de lixiviación abiertas o por fuga. Mediante la lixiviación con cianuro, además del oro, también se pudieron extraer de los recursos auríferos otros metales pesados como arsénico, níquel, cadmio, cobalto, cobre y mercurio. Estos metales disueltos tuvieron impactos significativos sobre el medio ambiente. En áreas cercanas a las zonas de lixiviación de oro, el cianuro pudo pasar al suelo e incluso contaminar el agua subterránea. La concentración de cianuro en estas áreas fue tan alta que impidió la transformación de los microorganismos en complejos menos dañinos, lo que generó problemas ambientales a largo plazo. El impacto del cianuro en las plantas y los seres vivos fue muy variable y dependió en gran medida de la cantidad absorbida. Para los humanos y los animales, el cianuro fue extremadamente tóxico; sin embargo, cantidades menores pudieron transformarse en componentes menos nocivos, como el tiocianato, que, en dosis mayores, causaron daños irreversibles. Por ingesta oral, el cianuro, perjudica el estómago, lo cual inhibió la respiración intracelular y causó muerte celular intermedia. La dosis letal fue de 1.5 mg de CN^- por kg de peso corporal. El cianuro utilizado en la extracción de oro representó el 20% del consumo global de cianuro, mientras que el 80% restante se utilizó en la producción de productos químicos orgánicos. Por lo tanto, también fue importante motivar a otras áreas de aplicación a reducir el consumo de cianuro o sustituirlo por otros reactivos (Logsdon et al., 2019).

Hace algunos años, se introdujeron en el mercado varios productos químicos para la lixiviación de minerales de oro que sus fabricantes promocionaban como alternativas al cianuro de sodio. Estos productos, menos peligrosos para la salud y el medio ambiente, no están sujetos a regulación y, al igual que el cianuro de sodio, permiten extraer oro y plata disolviéndolos en soluciones alcalinas, pero con tiempos de lixiviación más cortos y menores costos operativos. Estos productos cumplen la misma función que el cianuro de sodio y es posible reemplazarlo para mejorar las extracciones de oro y evitar la contaminación

ambiental, la cual, en muchos casos, ha dado lugar a conflictos sociales entre la población y las empresas mineras (Nina, 2021).

Eco Goldex es una empresa canadiense dedicada a la innovación tecnológica, y en los últimos años se ha enfocado en desarrollar y suministrar su innovadora tecnología Eco-Goldex, compuesta por productos para la extracción de metales preciosos tanto en minas de oro como en desechos electrónicos con metales preciosos (PGM). El agente Eco Goldex puede reemplazar fácilmente al NaCN en la lixiviación de los metales preciosos sin necesidad de modificar los diagramas de flujo ni los equipos utilizados en el proceso de extracción. La serie S de Eco Goldex está constituida por productos diseñados con el propósito de reemplazar NaCN en la lixiviación de minerales en roca que contienen oro, plata y PGM (Eco Goldex, 2024).

Ecochem Group Co. Ltd. es una empresa china dedicada a la innovación tecnológica, que ha fabricado su producto lixivante ecológico llamado Lixiv-Plus 80, compuesto por glicina, para uso exclusivo en la extracción de metales preciosos en minas de oro (Ecochem, 2024).

Dentro del marco teórico, se consideró que el oro en la naturaleza se encuentra en estado nativo, diseminado en rocas cuarcíferas, en vetas y en depósitos tipo placer. También se encuentra, con frecuencia, asociado a minerales de fierro, plomo y sulfoarseniuros más complejos. El tratamiento metalúrgico de los minerales auríferos se realiza mediante procesos como flotación por espumas, concentración gravimétrica y lixiviación, en sus diferentes técnicas, como agitación en pulpa y en pilas o pads.

De acuerdo con la caracterización mineralógica y metalúrgica, el oro presente en el mineral tiene un tamaño promedio de partículas inferior a 75 μm , lo que sugiere que el proceso de cianuración por agitación sería el más apropiado. Los resultados del diagnóstico de lixiviación fueron altamente positivos, ya que el 94% del oro en las muestras se presentó

como oro libre, lo que podría favorecer tiempos reducidos en el proceso de cianuración (Córdova, 2019).

En el proceso de extracción de oro y plata de sus minerales, el NaCN actúa de manera selectiva para disolver estos metales al ser combinado con una solución alcalina de cianuro de sodio, formando complejos metálicos. Este método de lixiviación se emplea principalmente debido a su bajo costo y a la alta eficiencia con la que disuelve estos metales preciosos. El oxígeno presente en la solución acuosa actúa como oxidante, junto con el cianuro de sodio, y contribuye a mejorar la extracción del oro. Siendo el proceso hidrometalúrgico más ampliamente utilizado, también es el que tiene un alto impacto en los costos operativos del área de lixiviación (Mendoza, 2019).

Para seleccionar la concentración óptima de cianuro para la lixiviación, se deben plantear dosificaciones con concentraciones de 0,5; 0,6; 0,8; 1 y 1,2 g/l, para evitar un consumo excesivo o, en todo caso, lixiviar impurezas. Asimismo, el pH más apropiado para la lixiviación se encuentra entre 11 y 12, y se puede ajustar con soda cáustica o cal (Mendoza, 2019).

Existe una diferencia en los mecanismos de lixiviación del oro en solución de NaCN, en el cual el ión CN^- es el único componente potente que ataca (disuelve) el oro y forma iones solubles $\text{Au}(\text{CN})_2^-$. Por otro lado, la solución Eco-Goldex contiene varios componentes, y aunque cada componente individual puede no ser tan fuerte como el CN^- , en conjunto implican un proceso de disolución del oro y forman complejos solubles de Au. La capacidad combinada de disolución de oro de estos componentes individuales liberados por Eco-Goldex es equivalente o incluso más fuerte que la del cianuro.

Las pruebas metalúrgicas de lixiviación sirven para evaluar las extracciones de metales preciosos con agentes lixiviantes son tres: la prueba de lixiviación Flash, la prueba en botella y la prueba de lixiviación en columna. La prueba de lixiviación Flash tiene como objetivo

lograr la máxima extracción de oro mediante el uso de una alta concentración de cianuro (10,000 ppm), empleando un tiempo de lixiviación corto (2 horas) y una granulometría fina de 60% - 200 malla Tyler. Por otro lado, la prueba de lixiviación en botella se lleva a cabo con una concentración de cianuro de 200 ppm. En la prueba de lixiviación en columna, también se utiliza una concentración de cianuro de 200 ppm y mineral ROM (Mendoza, 2019).

La serie O de Eco Goldex fue un producto lixivante ecológico formulado para la extracción de oro en minerales oxidados, semi - oxidados y minerales de fácil molienda con un contenido menor al 5% en sulfuros. Eco Goldex O fue fabricado para minimizar los riesgos ambientales y toxicológicos; no contenía mercurio ni cianuro de sodio, y se recomendaba su aplicación en minas de la pequeña y mediana minería. Tenía baja toxicidad, lo que lo hacía un producto seguro para la manipulación por parte de los trabajadores, con menos riesgos para la salud en comparación con el NaCN. Además, era económico, con costos operativos competitivos y un menor costo en el manejo de residuos. Un paquete de 5 kg de Eco Goldex O podía procesar entre 5 y 10 TM de mineral, es decir, entre 0,5 y 1,0 kg de Eco Goldex O/TM de mineral. Asimismo, cada paquete de 5 kg de Eco Goldex O costaba US\$ 35,00; la bolsa de 25 kg costaba US\$ 150,00, y el big bag de 1000 kg costaba US\$ 1900,00 (Eco Goldex, 2024).

El análisis comparativo de las pruebas metalúrgicas y eco toxicológicas de los productos Eco-Goldex, frente al cianuro y al agua regia en términos de toxicidad, efectividad y costos operativos, mostró que Eco-Goldex presentaba una serie de ventajas en comparación con el cianuro y el agua regia en la extracción del oro a partir de los minerales. Estas ventajas se pueden generalizar de la siguiente manera: baja toxicidad, no requería permisos especiales para la compra y transporte del producto, tenía una función selectiva en la extracción del oro y era sumamente rápida. Los resultados de las pruebas eco toxicológicas

indicaron que la toxicidad de los productos Eco-Goldex era solo del 1 al 2% en comparación con el NaCN.

Tabla 1

CL50 y DL50 del NaCN y Eco-Goldex en peces y ratas

Químico	NaCN	CuSO4.H2O	ZincCl2	Eco-Goldex (O)	Eco-Goldex (E)	K4Fe (CN) 6
Especie de prueba	Trucha arcoíris	COBIA	COBIA	Trucha arcoíris, Daphnia magna	Pez dorado	BAJO
CL50 (ug/l)	27	60	313	1000-4999	6500	13900
Especie de prueba	Rata	Rata	Rata	Rata	Rata	Rata
DL50 (mg/kg)	10	482	329	584	680	5000

Nota: Se presentó que el CL50, o concentración letal media, se refiere a la concentración de una sustancia a la cual el 50% de los organismos mueren en un periodo de exposición determinado, y el DL50, o dosis letal media, con el NaCN, es mucho más tóxico para la trucha y la rata en comparación con el Eco-Goldex (Eco-Goldex, 2024).

Para sustentar los hallazgos de la investigación se han recopilado los siguientes **antecedentes**, a nivel internacional:

En Santiago de Cuba-Cuba, Arias (2017), en su investigación, tuvo como objetivo evaluar todas las variables que pudieran afectar el proceso de lixiviación en pilas del mineral de oro con cianuro de sodio en la Mina de Oro Barita. Por ello, evaluaron varios parámetros, como la granulometría del mineral (80 % -12 mm), la dosificación de cal (12 kg/TM), el pH (de 10 a 11.5), la relación líquido/mineral (de 1.2 a 1.8 veces), la tasa de irrigación (de 8 a 10 L/m² h durante los primeros 10 días), la altura de la pila (3.30 m), la ley de oro en el mineral (en promedio 1.33 g/TM), la presencia de minerales de cobre como calcopirita y el

consumo de cianuro de sodio (0.6 kg/TM). Se concluyó que no se alcanzó la recuperación de oro esperada según los parámetros del proceso, los cuales estaban planificados para un 63%. Sin embargo, solo se logró extraer el 46.14% del oro en 97 días de lixiviación. La baja extracción de oro se atribuyó a la presencia de cobre en el mineral, ya que la cinética de disolución del cobre mostró un aumento significativo de su concentración durante la lixiviación, alcanzando valores de 100 a 160 g/m³, lo que es indeseable tanto para una cianuración eficiente del oro como para los procesos posteriores, ya que afecta la calidad del doré final. La disolución del cobre resulta problemática en la lixiviación de minerales con oro y plata, ya que puede consumir cianuro de sodio, disminuir la concentración de oxígeno, retrasar la cinética de disolución del oro y, además, remover el oro de la solución mediante reducción en la superficie del mineral, lo que pone de manifiesto las características reversibles del proceso en soluciones con bajo contenido de cianuro. Se realizó también una evaluación económica del consumo de cianuro de sodio, y se encontró que el sobreconsumo de este reactivo fue de 1.39 TM de NaCN, lo que representa un gasto superior al planificado, sumando gastos no previstos por un total de USD 8,087.23.

En una planta de lixiviación en Ecuador, en el año 2017, se llevaron a cabo pruebas experimentales a nivel de laboratorio en baldes con agitación tipo paleta, con el objetivo de comparar extracciones de oro de un mineral utilizando NaCN, Goldmax y Sandios. El mineral aurífero, con una ley de oro de 0.5210 g/TC en la cabeza, fue pulverizado a una granulometría de 96% -200 mallas. Se prepararon tres baldes de plástico de 5 litros, colocando en cada uno 1 kg de mineral y 0.5 litros de agua. A continuación, se pesaron los gramos de reactivo de cianuro de sodio, Goldmax y Sandios, utilizando la misma cantidad inicial para cada uno, y luego se agregaron a los baldes, que fueron identificados con el nombre de cada reactivo para evitar confusiones posteriores. Una vez retiradas las muestras de pulpa, estas se filtraron hasta obtener 25 ml de solución rica de cada tanque, de los cuales

15 ml se destinaron al análisis de oro y 10 ml al proceso de titulación. Los tiempos de monitoreo fueron a las 2, 6, 12, 18, 24 y 30 horas. Al finalizar este tiempo, con los resultados de los análisis de oro en la solución y en el relave final, se determinó la extracción de oro para cada reactivo. Los resultados mostraron que, a las 30 horas de lixiviación, la extracción de oro con Goldmax alcanzó el 98.47%, en segundo lugar, el cianuro de sodio logró una extracción del 82.27%, en tercer lugar, el Sandios alcanzó un 68.30% de extracción a las 30 horas (Royal Chemical, 2021).

La revista *Mining and Metallurgical Engineering* (2018) en su estudio, la muestra fue tostada y luego se procedió a lixiviarla con el reactivo ecológico Sandioss. Los resultados de la prueba de laboratorio demostraron que la extracción de oro alcanzó el 97.47% en un tiempo de lixiviación de 48 horas, utilizando una dosis de Sandioss de 10 kg/TM, hidróxido de sodio como modificador de pH hasta 10.5, y una relación sólida/líquido de 1.5. Los resultados de esta investigación proporcionaron un aporte técnico significativo para la sustitución del cianuro de sodio en la extracción del oro.

Ruiz et al. (2019) mostraron que la cianuración de un mineral aurífero en pruebas de agitación en botellas rotatorias a 100 RPM. Colombia. Las botellas fueron cargadas para trabajar con una pulpa al 35, 40 y 45% de sólidos, con concentraciones de NaCN de 1.5, 2.0 y 2.5 g NaCN/L. El tiempo de cianuración fue de 6, 9 y 12 horas, y se alcalinizó con adición de cal para mantener un pH entre 10 y 12. La granulometría fue de un tamaño de partícula del 95% pasante por 200 mallas Tyler, y las leyes de oro y plata fueron del orden de 18 g/TM y 57.75 g/TM, respectivamente. En conclusión, al aumentar tanto la concentración de NaCN como el tiempo de lixiviación, se observó un incremento en la extracción de oro. Se determinó que, para una pulpa de mineral con un 35% de sólidos, una concentración de NaCN de 2.5 g/L y un tiempo de lixiviación de 12 horas, se podría lograr una extracción máxima de oro del 93.65%.

También en Chile, Andrews (2012), en su tesis titulada “*Diseño de procesos para recuperación de oro y plata desde el depósito de relaves de Minera Meridian*”, El objetivo principal fue determinar la relación entre algunos procesos aplicados a los relaves y las recuperaciones de oro y plata. Tras realizar todas las pruebas de cianuración en botellas en rodillo, se determinó que la granulometría adecuada era del 100% pasante por menos de 200 mallas. Posteriormente, se llevó a cabo la lixiviación a una concentración de cianuro de sodio de 2000 ppm durante 24 horas, con un contenido de sólidos entre el 45 y el 55%. Las leyes promedio de oro y plata fueron de 0.54 g/TM y 23.40 g/TM, respectivamente. La recuperación del oro alcanzó el 74.47% y la recuperación de la plata fue del 38.56%.

En Ecuador, se ha reemplazado el cianuro de sodio en la lixiviación de minerales para la extracción de oro de minerales de óxido, minerales de sulfuro y relaves, debido a su alta eficiencia en la extracción de oro en comparación con otros reactivos. Además, se ha adoptado debido a que es un reactivo ecológico que favorece al medio ambiente, ya que sus ripios son utilizados como abono para la agricultura. Los relaves generados tras emplear el Goldmax como agente lixivante contienen urea y fosfatos, productos que son la materia prima de los fertilizantes agrícolas. Este enfoque es comprendido por empresas mineras como la Sociedad Minera Liga de Oro S.A., conocida comercialmente como SOMILOR, que tiene una planta de lixiviación en tanques de minerales de oro en la provincia de Azuay. De igual manera, se aplica el Goldmax en la Empresa Minera Agriplaza S.A. (Royal Chemical, 2021).

Royal Chemical realizó tres pruebas metalúrgicas de lixiviación en tanques con Eco-Goldex en muestras de minerales de baja ley, mediana ley y alta ley de oro. En las pruebas de lixiviación con minerales de baja ley, la ley de oro fue de 1,4 g/TM, la concentración de Eco-Goldex fue de 0,80 kg/tonelada y la densidad de la pulpa se mantuvo en 37%. Los resultados de la prueba a 48 horas de lixiviación mostraron una extracción de oro del 75%,

dejando una ley de oro en los relaves de 0,35 g/TM. En las pruebas con minerales de mediana ley, la ley de oro fue de 5,45 g/TM, la concentración de Eco-Goldex fue de 2,03 kg/tonelada y la densidad de la pulpa también se mantuvo en 37%. A las 48 horas de lixiviación, se obtuvo una extracción de oro del 91%, dejando una ley de oro en los relaves de 0,48 g/TM. Finalmente, en las pruebas de lixiviación con minerales de alta ley, la ley de oro fue de 7,29 g/TM, la concentración de Eco-Goldex fue de 0,80 kg/tonelada y la densidad de la pulpa se mantuvo en 37%. Los resultados a las 48 horas de lixiviación mostraron una extracción de oro del 84%, dejando una ley de oro en los relaves de 1,16 g/TM (Royal Chemical, 2024).

Por otro lado, a nivel nacional, Romero y Carrasco (2020), en su investigación tuvieron como objetivo general determinar el porcentaje de extracción de oro mediante el proceso de lixiviación con el reactivo Sandioss, aplicado a minerales de oro tipo placer eluvial, asociado principalmente al cuarzo y con contenidos secundarios de grava, arena y limo. Para ello, se prepararon 10 muestras de 1 kg de mineral aurífero, con una granulometría de 65% pasante por 200 mallas. Las condiciones operativas de las pruebas de lixiviación con agitación mecánica en botella a 40 RPM fueron: concentración de Sandioss de 0.03 – 0.0.

Arapa (2019), analizó el uso del reactivo ecológico Goldmax en la lixiviación de minerales auríferos con bajo impacto ambiental. La muestra de mineral de la Mina Jordan, en Yanaquihua, contenía minerales como pirita, goethita, calcopirita, hematita, electrum, argentita y galena, con una ley de oro de 36.99 g Au/TM. Se realizaron dos pruebas de agitación en botellas con cianuro de sodio durante 12 y 36 horas, utilizando granulometrías de 80% y 75% pasante por 200 mallas, respectivamente. Con una relación L/S de 2 y 2.5, y concentraciones de cianuro de 3 y 2 kg/TM, el pH se mantuvo en 11. Los resultados mostraron una extracción de oro del 80.02% en la prueba 1 y del 79.41% en la prueba 2. En las pruebas con Goldmax, también a 12 y 36 horas, con granulometrías de 75% y 80% pasante por 200 mallas, y relaciones L/S de 2 y 2.5, la concentración de Goldmax fue de

0.25 y 0.75 g/L, manteniéndose el pH en 11. En este caso, la extracción de oro fue del 36.22% en la prueba 1 y del 94.15% en la prueba 2. En conclusión, el estudio demostró que el reactivo ecológico Goldmax es efectivo en la lixiviación de minerales auríferos.

En su estudio, Rehnfed (2023) comparó el consumo de Eco Gold (con peróxido), Eco Gold (sin peróxido) y NaCN. Se adoptó una metodología cuantitativa con diseño experimental, utilizando tres tanques de 19 m³ en los que se dosificaron los productos a 1,5 kg, 2,5 kg y 3,5 kg, manteniendo un pH de 10,5 a 11,5. Se realizaron muestreos cada 2 horas para medir el pH, el consumo de reactivos y la concentración de oro durante 8 horas de lixiviación. Los resultados mostraron que en los tanques con Eco Gold (con peróxido), el pH operativo varió entre 10,2 y 10,6 y la densidad de la pulpa entre 1280 y 1290. La mayor concentración de oro se registró en el tanque con 3,5 kg, alcanzando 0,184 ppm. En los tanques con Eco Gold (sin peróxido), el pH varió entre 11,55 y 11,80, y la densidad de la pulpa fue de entre 1300 y 1350. La concentración de oro más alta en estos tanques fue de 0,232 ppm en el tanque de 3,5 kg. Por último, en los tanques con NaCN, el pH estuvo entre 10,00 y 10,20, y la densidad de la pulpa fue de 1280 a 1320. La mayor concentración de oro se obtuvo en el tanque con 2,5 kg, con 0,281 ppm. Se concluyó que las extracciones de oro con NaCN fueron superiores a las de Eco Gold (con peróxido) y Eco Gold (sin peróxido). Además, el NaCN logró una mejor extracción de oro a una densidad de pulpa más baja (1280), superando a Eco Gold (sin peróxido), que presentó una mayor densidad. También se destacó que el consumo de cal fue mayor con Eco Gold (sin peróxido), con 200 kg para alcanzar un pH de 11,7, en comparación con los 100 kg de cal utilizados con NaCN para obtener un pH de 3.

En la investigación de Mendoza (2019), cuyo objetivo fue realizar la evaluación metalúrgica de la sílice granular para mejorar el proceso de tratamiento de los minerales en la mina Anama, se llevaron a cabo cuatro pruebas de lixiviación flash con 17 gramos de

mineral a una granulometría de 60% pasante por 200 mallas, utilizando 10,000 ppm de NaCN, 3,000 ppm de NaOH y una relación sólida/líquido de aproximadamente 1/2. Las pruebas se realizaron con agitación en rodillo durante dos horas. Los resultados indicaron que las extracciones de oro fueron, en promedio, del 88,11% con un tiempo de lixiviación de 72 horas. Se concluyó que esta prueba se realizó para observar el comportamiento del mineral en el proceso de cianuración.

Orcoapaza y Taype (2019), en su investigación *"Evaluación de variables en la lixiviación por agitación con Goldmax para la extracción de oro del yacimiento de Ayahuay-Apurimac, en el Cuzco"*, utilizaron una metodología cualitativa experimental de carácter descriptivo explicativo. Se concluyó que, con una concentración de Goldmax al 0,025%, un tiempo de lixiviación por agitación de 40 horas y una granulometría del mineral del 83,1% pasante por 200 mallas, se alcanzó una extracción de oro del 96,16%. Los resultados demostraron que la variable de mayor influencia en la lixiviación con Goldmax fue la granulometría, seguida del tiempo de lixiviación, mientras que la concentración de Goldmax resultó ser irrelevante.

Huaco (2017), en Arequipa su estudio tuvo como objetivo general sustituir el cianuro de sodio por el reactivo ecológico Sandioss, con el fin de encontrar tecnologías limpias y eficientes para la extracción de oro. Para ello, se llevaron a cabo pruebas a nivel de laboratorio con muestras de mineral tipo óxido del proyecto minero Alccavictoria, ubicado en la provincia de Chumbivilcas. Las muestras fueron lixiviadas en botellas con agitación durante 48 horas, utilizando una concentración de Sandioss de 0,4 kg/TM y un pH de 11. Los resultados indicaron una extracción máxima de oro del 83,77%. En conclusión, se determinó que las variables que más influyen en el proceso son la concentración del reactivo y el tiempo de lixiviación.

Chuquilin y Rengifo (2019), en su tesis titulada *"Influencia del cianuro de sodio, Goldmax y Sandioss en la recuperación de oro por lixiviación de un mineral oxidado de Sayapullo, La Libertad"*, se enfocaron en determinar la recuperación de oro y el tiempo de lixiviación utilizando Goldmax, Sandioss y cianuro de sodio, comparando los resultados de la lixiviación en columna del mineral oxidado de Sayapullo. La investigación, de tipo aplicada y experimental, se realizó a nivel de laboratorio con una muestra de 200 kg de mineral extraído de una ruma de 50 TM. El mineral, con una granulometría de p80 de 1.2” y una ley de cabeza de 7 g/TM de oro y 20 g/TM de plata, fue sometido a lixiviación en columna con los tres reactivos a una concentración de 500 ppm durante 7 días. La granulometría utilizada fue 100% pasante por 1/4”. Los resultados indicaron que el cianuro de sodio logró una extracción de oro del 80.91%, mientras que Goldmax alcanzó un 74.29% y Sandioss un 65.29%.

Finalmente, la **justificación** se relaciona con la importancia de la extracción de mineral en relación al crecimiento de la economía del país, ya que este recurso es fundamental para el desarrollo económico y, por tanto, es crucial contar con investigaciones actualizadas sobre los productos utilizados en la lixiviación de minerales de oro. Esto contribuirá a lograr altas recuperaciones de oro, haciendo más eficiente el proceso de extracción y reduciendo los costos operativos (Arias et al., 2017). En este contexto, se propone el uso de reactivos ecológicos como Eco Goldex O y Lixiv-Plus 80, que representan una alternativa más sostenible para la lixiviación de minerales auríferos, ayudando a minimizar el impacto ambiental y los riesgos asociados con el uso del cianuro.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida notaremos que incrementa la recuperación del oro y disminuye la contaminación al comparar los parámetros de operación del cianuro de sodio, Goldmax y Sandioss?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Comparar los parámetros de operación del cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80 para la extracción del oro por lixiviación.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar el balance metalúrgico de la lixiviación con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80.

Comparar las extracciones de oro con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80.

Describir los diferentes parámetros de operación empleados con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80, en la extracción de oro por lixiviación.

1.4. Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

La investigación no presentó hipótesis, debido a que su desarrollo se basó estrictamente en ser un estudio descriptivo, es decir, su principal interés radica en comprender cómo se manifiestan determinadas características o condiciones, o un conjunto de ellas, en lugar de prever o probar una relación entre variables (Hurtado de Barrera, 2013). Según Martínez (2020, p. 283), Un estudio descriptivo, también denominado no experimental, "*solo describe una realidad*". Esto significa que en este tipo de investigación no se manipulan ni se modifican las variables, sino que se limita a observar, comparando los resultados obtenidos con los reactivos Cianuro de sodio y los ecológicos Eco Goldex O y Lixiv-Plus 80, con el fin de identificar cuál de estos reactivos presenta mejores recuperaciones de oro por lixiviación.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo explicativa, no experimental, ya que tuvo como objetivo comparar tres reactivos utilizados en la extracción de oro mediante lixiviación. Según Muguira (2023), la investigación explicativa busca comprender las razones detrás de las diferencias en la efectividad de estos en la recuperación del mineral, proporcionando una explicación sobre cómo cada reactivo impactó el proceso de lixiviación y sus resultados.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la investigación, según su manipulación de variables, fue no experimental, ya que no se manipularon deliberadamente las variables y se limitó a observar los eventos en su argumento originario para analizarlos (Hernández et al., 2016). Esto implicó que, en lugar de intervenir o controlar las variables en un entorno controlado, el estudio se centró en examinar los reactivos utilizados en la lixiviación de oro tal como se emplean en el proceso real, comparando sus efectos sin alterarlos de manera artificial.

La investigación descriptiva se utilizó para detallar las particularidades que representa una población o fenómeno en estudio, sin abordar cuestiones sobre cómo, cuándo o por qué se dieron esas características. En su lugar, se centró en la pregunta ¿qué? (Hernández, Fernández y Baptista, 2016). El objetivo principal de este tipo de investigación fue observar y registrar las propiedades o comportamientos de los elementos en estudio.

2.2. Población y muestra

Para la población, se consideraron los parámetros de operación de todos los reactivos químicos manejados en la recuperación de mineral por lixiviación. La muestra estuvo compuesta por los parámetros de operación del cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv-Plus 80.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la recopilación de datos, se empleó la técnica de revisión documental, que consistió en realizar una búsqueda exhaustiva de información en revistas científicas, artículos académicos, libros, tesis y otras publicaciones especializadas.

En cuanto al **análisis de datos**, se organizó y sistematizó la información recopilada mediante la creación de tablas y gráficos estadísticos utilizando Excel, con el propósito de facilitar la interpretación y presentación de los resultados obtenidos. El instrumento para el análisis de datos fue el siguiente:

- ✓ Instrumento 1: Parámetros de operación empleados con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80, en la extracción de oro por lixiviación (ANEXO N° 1).
- ✓ Instrumento 2: Recuperaciones de oro más óptimas en función de los parámetros de operación de los reactivos Cianuro de sodio, Eco-Goldex O y Lixiv-Plus 80 (ANEXO N°2).
- ✓ Instrumento 3: Resultados de reportes de análisis químico (ANEXO N°3).
- ✓ Instrumento 4: Cuarteo de la muestra de mineral para análisis de cabeza (ANEXO N°4).

2.4. Procedimiento

El procedimiento de la investigación se llevó a cabo mediante etapas, las cuales fueron las siguientes:

En la etapa 1, se realizó la búsqueda de la información, seleccionando temas relacionados con el objeto de investigación y consolidando la información de los investigadores que habían realizado trabajos afines. Para ello, se utilizaron buscadores virtuales de información, como Scielo, Redalyc, Google Académico y repositorios de universidades.

En la etapa 2, se llevó a cabo el análisis de los resultados, que consistió en la recopilación de los datos obtenidos de las investigaciones previas. A continuación, se procedió a analizar y comparar todos los resultados, los cuales fueron compilados en un archivo de Excel.

En la etapa 3, se realizó la fase final de discutir y concluir los objetivos establecidos al inicio de la investigación, con el fin de contrastarlos con los antecedentes presentados. De esta manera, en las conclusiones se determinó el reactivo lixivante más eficiente para la extracción de oro y que, además, fuera amigable con el medio ambiente.

Procedimiento Experimental

1. Preparación de la muestra de mineral

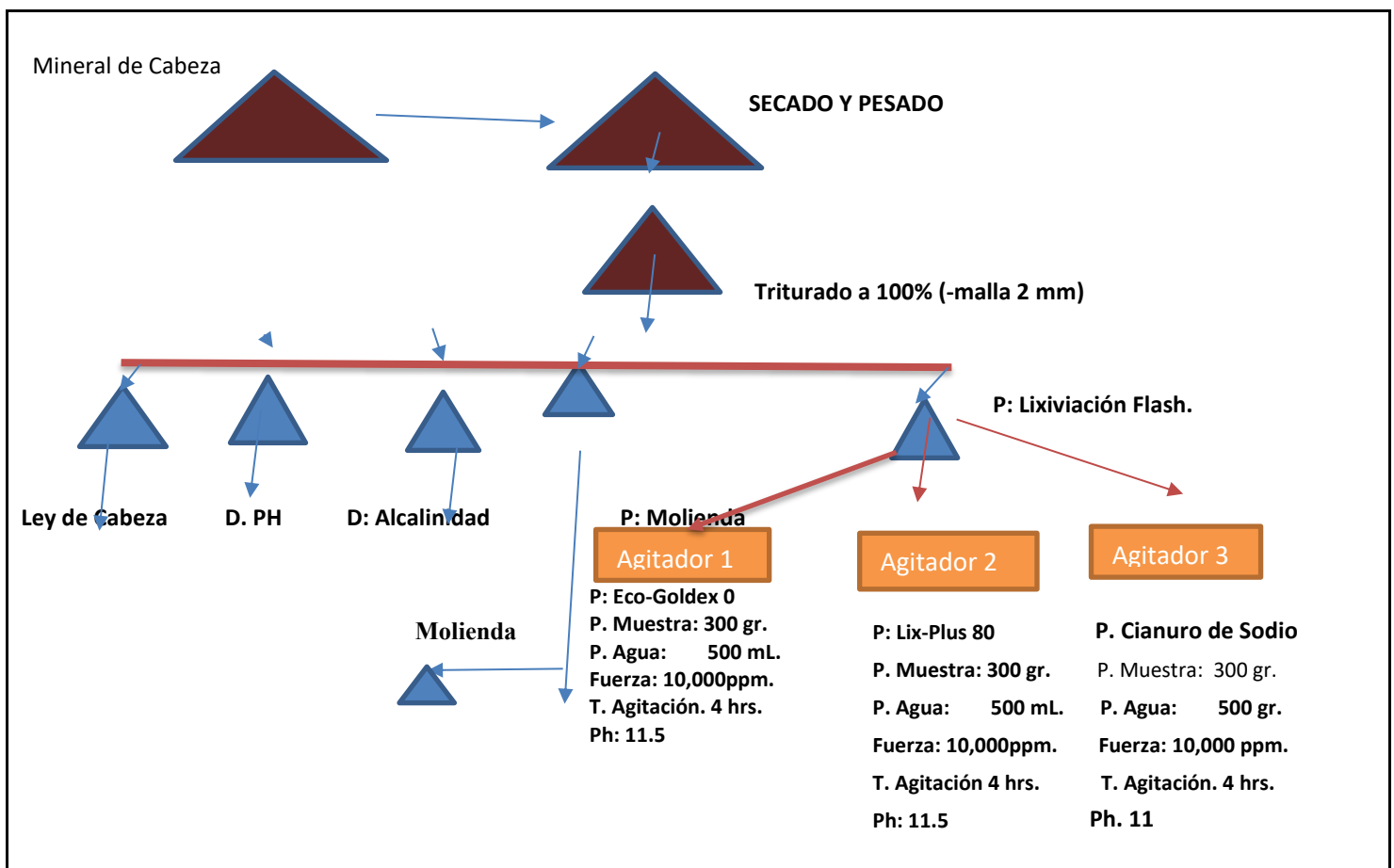
- La muestra representativa consistió en 200 kg de mineral oxidado proveniente del caserío de Huancajanga, ubicado en Sayapullo, en la Provincia Gran Chimú, La Libertad.
- La muestra fue secada y triturada a una granulometría de 100% (-malla 2 mm)
- Luego se obtuvo muestras para, ley de cabeza, determinación de pH natural, determinación de pH de trabajo determinación de grado de molienda y finalmente muestra para la lixiviación flash.
- Se obtuvieron tres muestras de lixiviación flash, una para la lixiviación flash con Eco- Goldex 0, otra para la Lixiviación flash con el Lix-Plus 80 y finalmente una para la lixiviación flash con cianuro de sodio.

Los pasos para la **lixiviación flash** fueron:

- Se pesó la muestra de 300 gr. Cada una.
- Se pesó el agua potable 500 gr.
- Luego se puso en agitación y se adicionó 4 gramos de cal, para cada reactor.
- Finalmente se adicionó los reactivos lixivantes; 5 gramos a cada reactor.

- Se agitó durante 4 horas.
- Después se dejó decantar la pulpa para extraer una muestra líquida llamada solución rica.
- Al relave sólido se hizo 5 lavadas con agua potable.
- El relave fue secado para su posterior envío al laboratorio químico- metalúrgico para ensaye de leyes de oro.

Figura 1: Flow sheet de la preparación de la muestra de mineral



2. Condiciones prueba de lixiviación flash

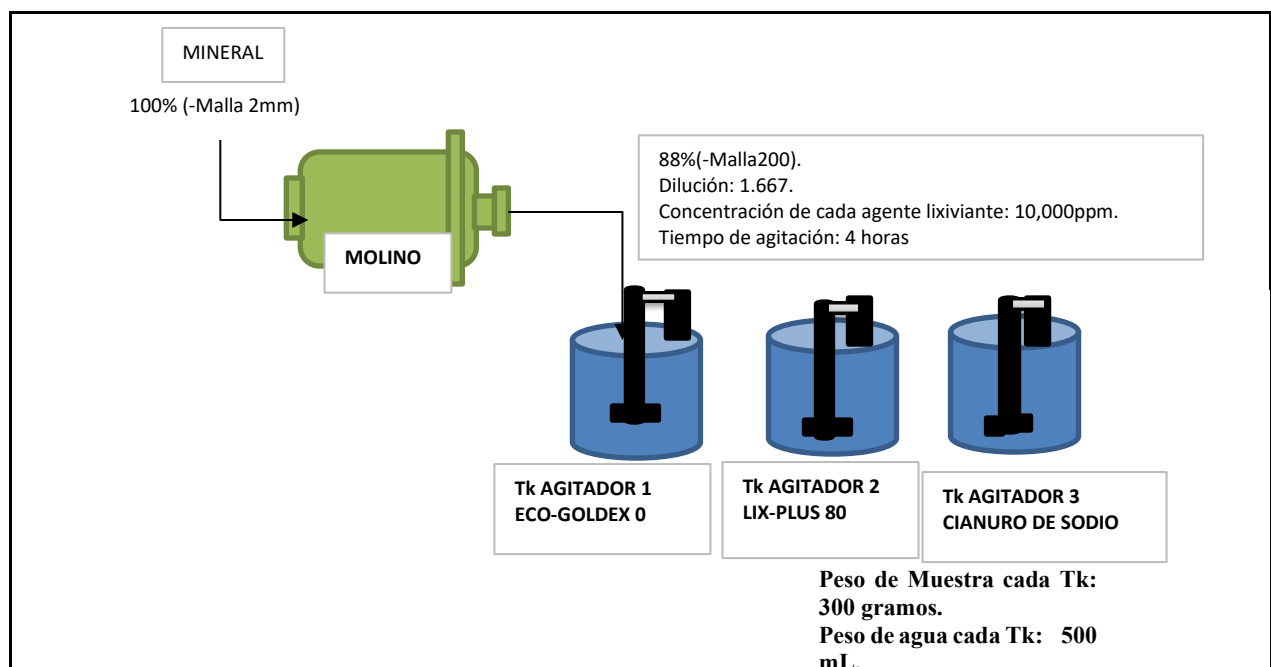
Las condiciones son las mismas para cada prueba metalúrgica, ya sea con agentes oxidantes ecológicos como para el cianuro de sodio.

- Granulometría: 80% (-malla 200).

- Tiempo de molienda (30 minutos.)
- Peso de Muestra: 300 gr.
- Relación (L/S. 1.667:1)
- Concentración de los reactivos lixiviantes. 10,000 ppm.
- pH Natural del mineral: 6
- Dosificación de cal: 4.0 gr/kg.
- pH de la pulpa: 11.5 para el Eco-Goldex 0 y Lix-plus 80; para el cianuro de sodio el pH 11.
- Tiempo de Agitación: 4 horas
- Gravedad especifica del mineral: 2.6 TM/m³.
- Porcentaje de Solidos: 37.5%.

3. Lixiviación flash por agitación

Figura 2: Flow sheet de la prueba de lixiviación flash



2.5. Aspectos éticos

Seguido a ello, se cumplió con los aspectos éticos requeridos en una investigación, se adoptó el protocolo aplicado por la Universidad Privada del Norte para redactar adecuadamente en formato APA, evitando el plagio y garantizando una citación correcta de los autores y coautores de los trabajos previos. De este modo, se aseguró la confiabilidad de la investigación, ya que se presentaron datos precisos, conforme a las pruebas metalúrgicas realizadas en investigaciones experimentales previas. Cabe resaltar que no fue necesario solicitar permisos, dado que la información utilizada está disponible de manera libre y ha sido citada de acuerdo con los derechos de autor. Los autores de las investigaciones previas que se emplearon como base para el estudio fueron mencionados de forma adecuada en cada tabla o sección correspondiente.

Por otro lado, el trabajo cumple con los principios éticos establecidos, citando correctamente las fuentes y manteniendo un nivel de similitud inferior al 15%. Una revisión realizada con el software Turnitin indicó que las coincidencias se encontraban por debajo del 1%.

CAPITULO III. RESULTADOS

De acuerdo al primer objetivo específico, se procedió a realizar el balance metalúrgico de la lixiviación con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80.

Tabla 2

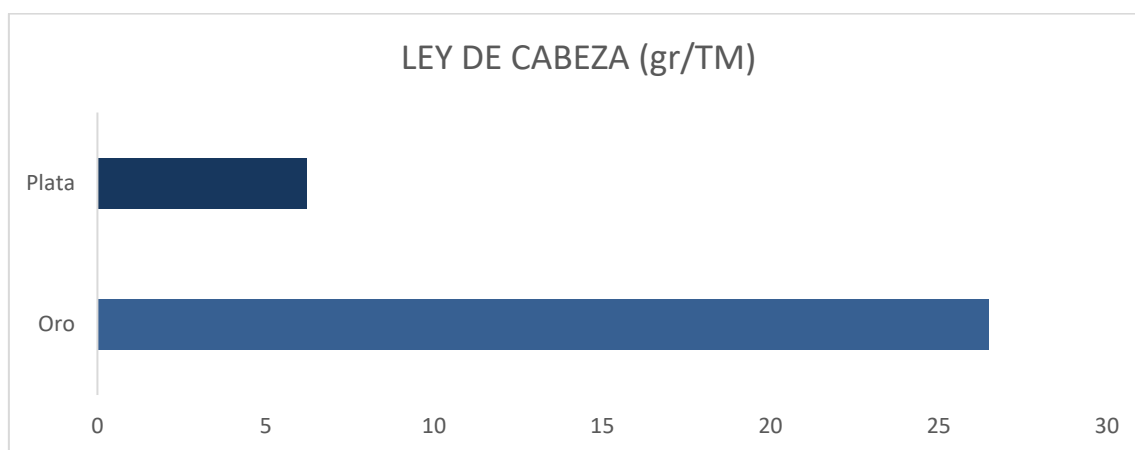
Análisis Químico de la Muestra de Cabeza

Metales	LEY DE CABEZA (gr/TM)
Oro	26.50
Plata	6.22

Nota. La tabla evidenció el análisis químico de la muestra de cabeza donde los contenidos son dos metales preciosos: Oro y Plata, expresados en términos de ley de cabeza, lo que indica que la muestra de cabeza tuvo una ley de 26.50 gramos de oro por tonelada métrica (gr/TM) y 6.22 gramos de plata por tonelada métrica (gr/TM), precisando el grado de concentración de estos metales preciosos en el material antes de su procesamiento.

Figura 3

Contenido de Oro y Plata en la Muestra de Cabeza



Nota. La gráfica presento un análisis químico realizado a la muestra de cabeza, donde visualmente se evidencia que la muestra presenta mayor porcentaje de oro, estas leyes están expresadas en gramos por tonelada métrica (gr/TM).

Tabla 3

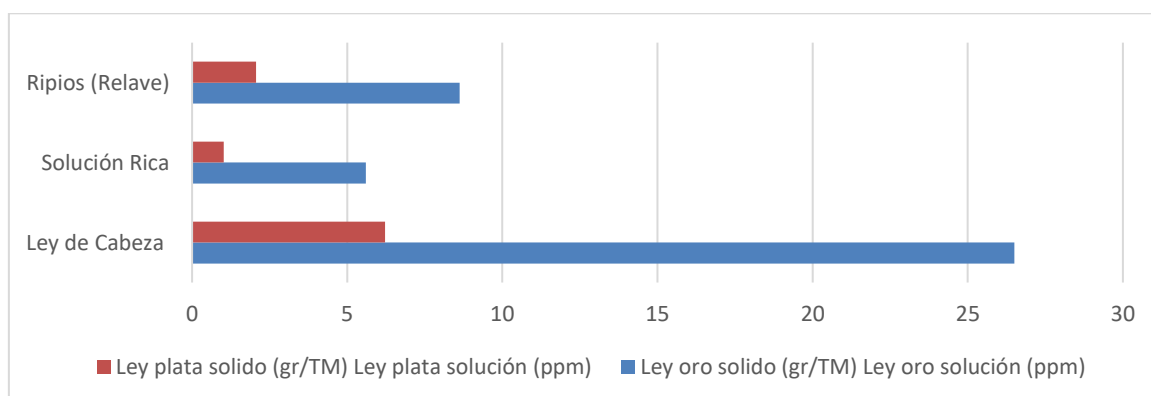
Balance metalúrgico de la prueba lixiviación flash con NaCN durante 4 horas

DESCRIPCION	PESO / VOLUMEN	Ley oro solido (gr/TM) Ley oro solución (ppm)	Ley plata solido (gr/TM) Ley plata solución (ppm)
Ley de Cabeza	300.00	26.50	6.22
Solución Rica	500.00	5.60	1.02
Ripios (Relave)	300.00	8.62	2.06
METALES		Au	Ag
CABEZA ENSAYADA	[gr/TM]	26.50	6.22
RELAVE ENSAYADA	[gr/TM]	8.62	2.06
EXTRACCIÓN ENSAYADA	[%]	67.47	66.88
CABEZA CALCULADA	[gr/TM]	17.953	3.760
EXTRACCIÓN CALCULADA	[%]	51.99	45.21
METAL EN SOLUCIÓN	[mg]	2.800	0.510
METAL EN COLA	[mg]	2.586	0.618
METAL TOTAL	[mg]	5.386	1.13

Nota. En el balance metalúrgico de la prueba de lixiviación flash con NaCN durante 4 horas, se logró una extracción de 67.47% de oro y 66.88% de plata a partir de la cabeza ensayada. La extracción calculada fue de 51.99% de oro y 45.21% de plata. Los metales en solución fueron 2.800 mg de oro y 0.510 mg de plata, mientras que en cola se encontraron 2.586 mg de oro y 0.618 mg de plata.

Figura 4

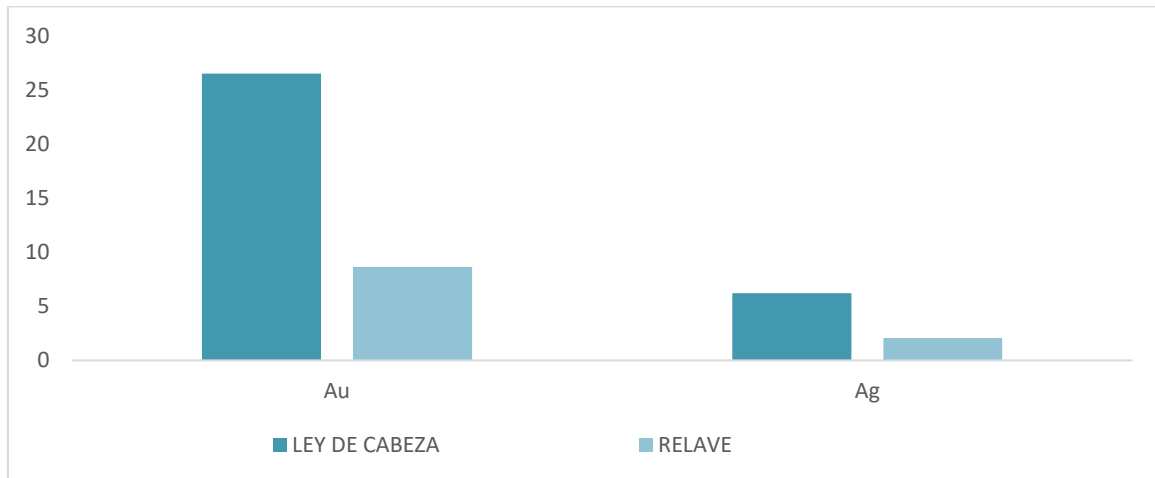
Distribución de Oro y Plata en Etapas del Proceso Metalúrgico con NaCN



Nota. Análisis químico de las muestras, las leyes en sólidos están expresadas en gramos por tonelada métrica (gr/TM) y las leyes en solución en partes por millón (ppm).

Figura 5

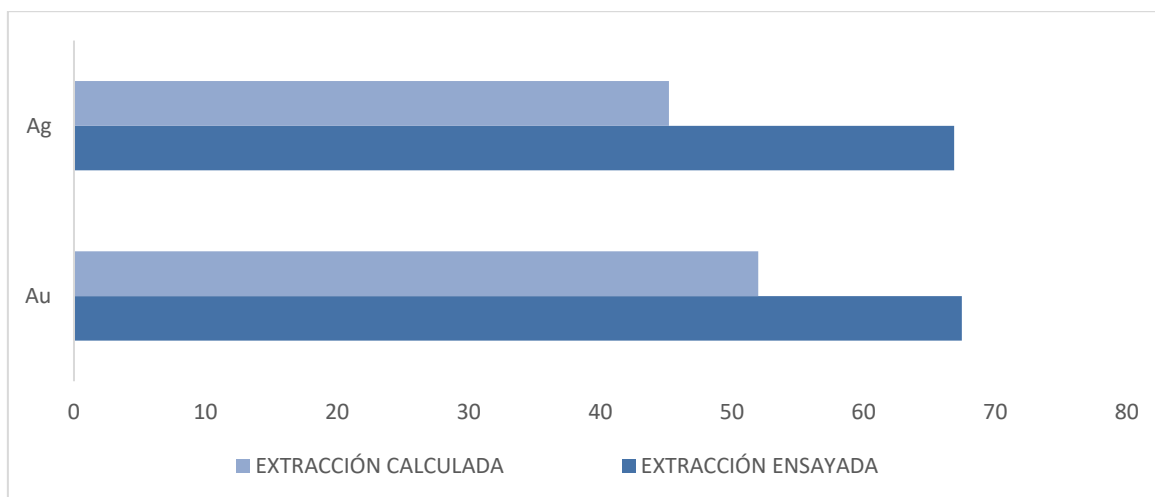
Comparación de la Ley de Oro y Plata entre Cabeza y Relave con NaCN



Nota. Se estima una recuperación metalúrgica del 67.49% para el oro y del 66.88% para la plata, basada en la diferencia de contenido metálico entre la muestra de cabeza y el relave (Recuperación $\approx [(Cabeza - Relave) / Cabeza] \times 100$).

Figura 6

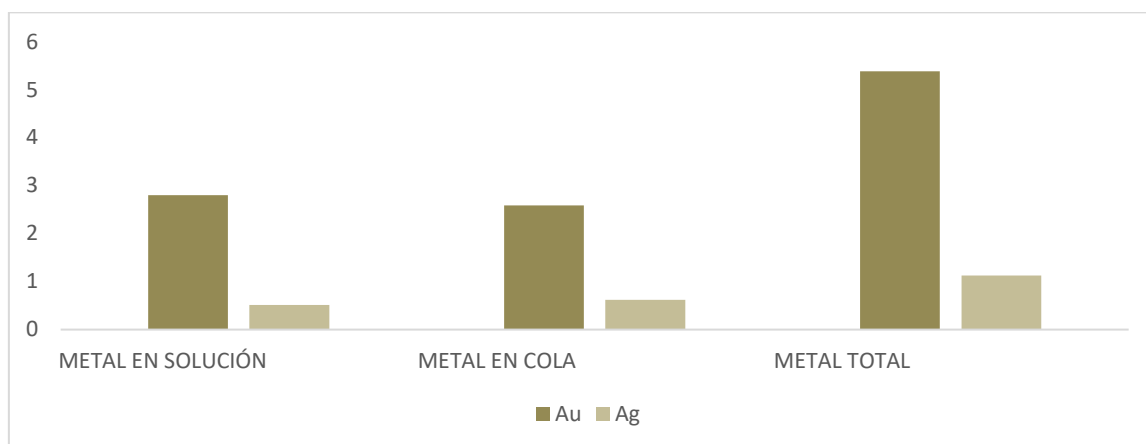
Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con NaCN



Nota. Los valores representan el porcentaje de extracción metalúrgica del oro (Au) y la plata (Ag) durante el proceso se obtuvo a partir del balance de masas (leyes de cabeza y relave), fue de 51.99% para el oro y 45.21% para la plata.

Figura 7

Distribución del Contenido Metálico entre Solución y Cola con NaCN



Nota. Los valores representan el contenido total de oro (Au) y plata (Ag) en las diferentes fases del proceso. Para el oro, se recuperaron 2.8 unidades en solución, mientras que 2.586 unidades quedaron en la cola, sumando un total de 5.386 unidades.

Tabla 4

Balace metalúrgico de la prueba lixiviación flash con Eco Goldex O durante 4 horas

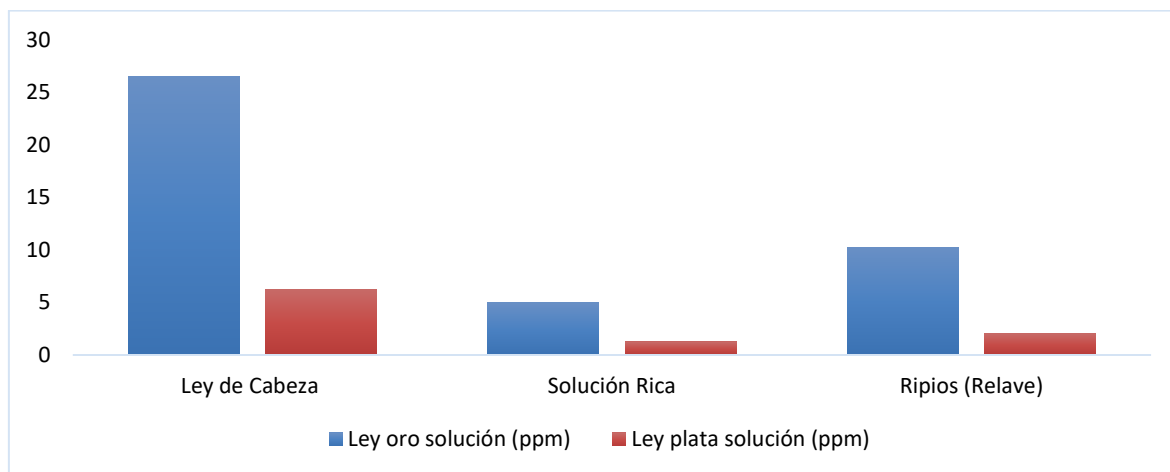
DESCRIPCIÓN	PESO / VOLUMEN	Ley oro sólido	Ley plata sólido (gr/TM)
		(gr/TM)	(gr/TM)
		Ley oro solución	Ley plata solución (ppm)
		(ppm)	
Ley de Cabeza	300.00	26.50	6.22
Solución Rica	500.00	4.99	1.25
Ripios (Relave)	300.00	10.25	2.06
METALES		Au	Ag
CABEZA ENSAYADA	[gr/TM]	26.50	6.22
RELAVE ENSAYADA	[gr/TM]	10.25	2.06
EXTRACCIÓN ENSAYADA	[%]	61.32	66.88
CABEZA CALCULADA	[gr/TM]	18.567	4.143
EXTRACCIÓN CALCULADA	[%]	44.79	50.28
METAL EN SOLUCIÓN	[mg]	2.495	0.625
METAL EN COLA	[mg]	3.075	0.618
METAL TOTAL	[mg]	5.570	1.24

Nota. En la prueba de lixiviación flash con Eco Goldex O durante 4 horas, se alcanzó una extracción de 61.32% de oro y 66.88% de plata desde la cabeza ensayada. La extracción

calculada fue de 44.79% de oro y 50.28% de plata. Se recuperaron 2.495 mg de oro y 0.625 mg de plata en solución, y 3.075 mg de oro y 0.618 mg de plata en la cola.

Figura 8

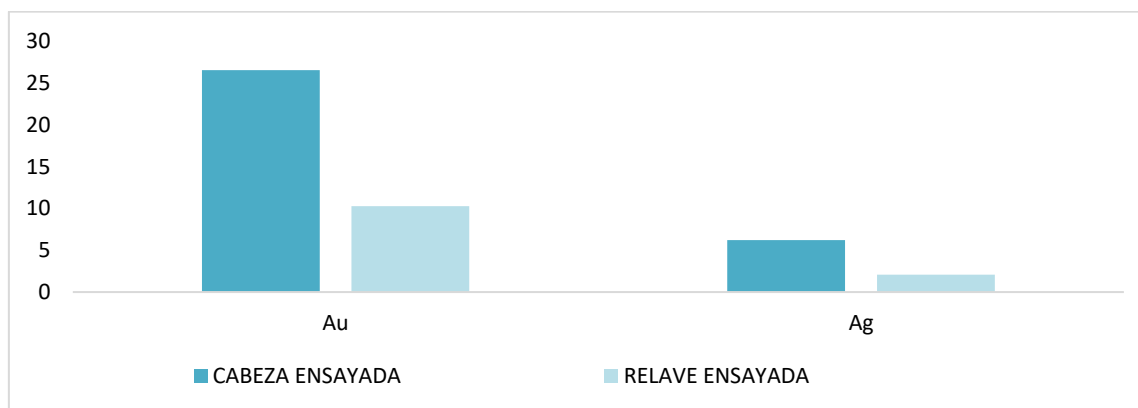
Contenido de Oro y Plata en Solución en Diferentes Etapas del Proceso con Eco Goldex O



Nota. Las leyes están expresadas en partes por millón (ppm) y representan el contenido de oro (Au) y plata (Ag) en solución durante diferentes etapas del proceso metalúrgico. La solución rica contiene 4.99 ppm de oro y 1.25 ppm de plata. En los ripios, aún se encuentra 10.25 ppm de oro y 2.06 ppm de plata en solución, lo que indica pérdidas significativas en la etapa de recuperación.

Figura 9

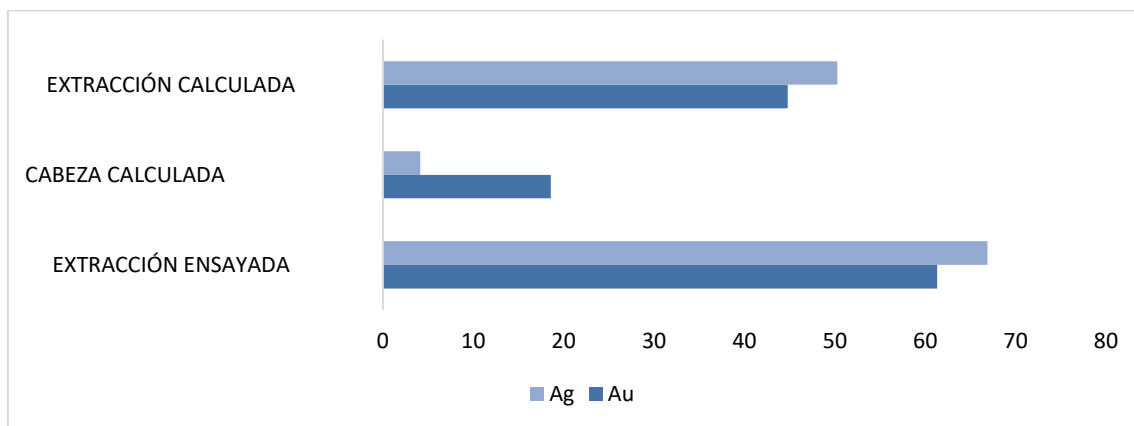
Ley Ensayada de Oro y Plata en Cabeza y Relave con Eco Goldex



Nota. Los valores representan las leyes ensayadas de oro (Au) y plata (Ag), expresadas en gramos por tonelada métrica (gr/TM), en la muestra de cabeza y en el relave.

Figura 10

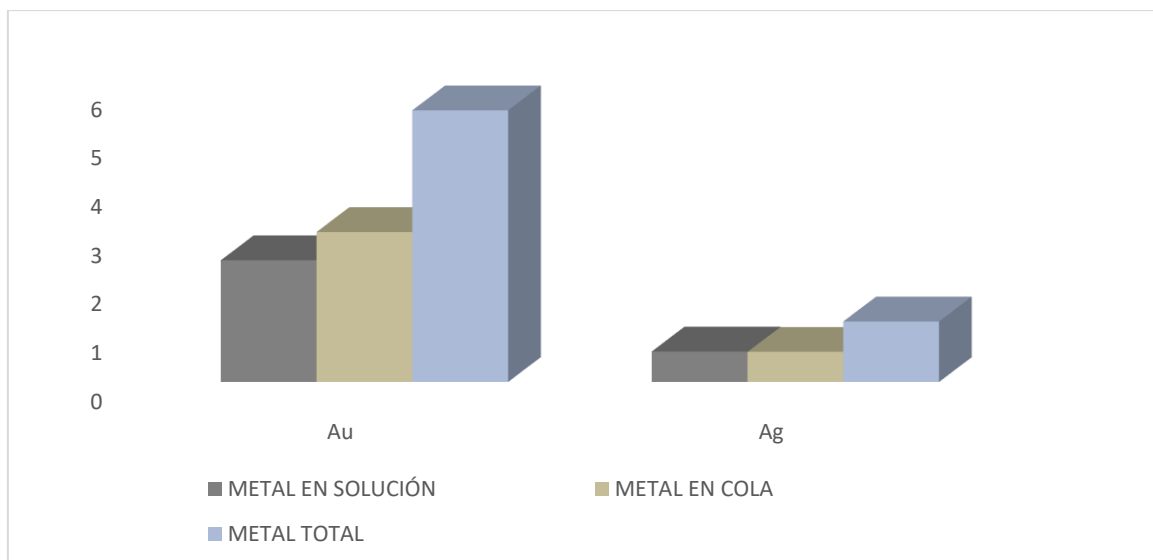
Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con Eco Goldex



Nota. Extracción ensayada, basada en análisis directos de la muestra de cabeza y relave, arroja recuperaciones de 61.32% para el oro y 66.88% para la plata. Extracción calculada, obtenida a partir de una ley de cabeza estimada por balance metalúrgico (18.567 g/TM para Au y 4.143 g/TM para Ag), muestra valores menores: 44.79% para el oro y 50.28% para la plata.

Figura 11

Balance de Metal entre Solución y Cola para Oro y Plata con Eco Goldex



Nota. La grafica mostro la distribución del contenido de oro (Au) y plata (Ag) en el proceso. Los valores están expresados en unidades absolutas (gramos o kilogramos, según el contexto del ensayo).

Tabla 5

Balance metalúrgico de la prueba lixiviación flash con Lixiv-Plus 80 durante 4 horas

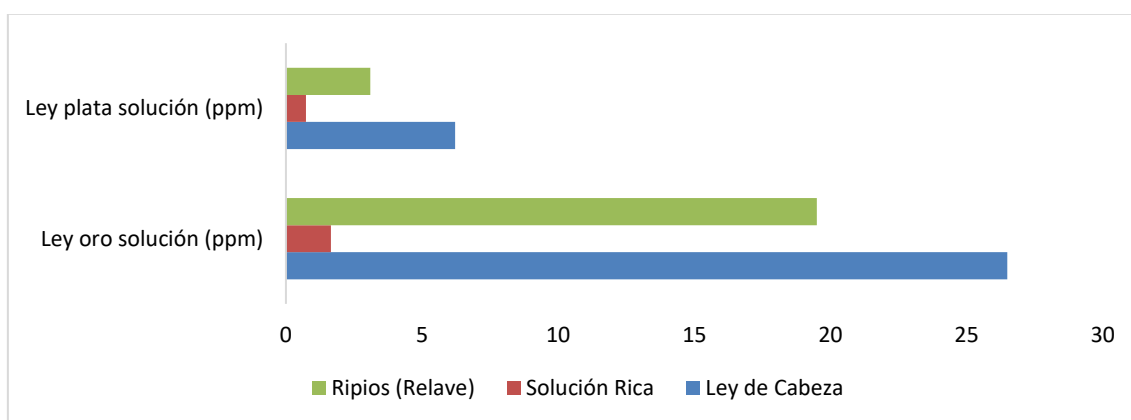
DESCRIPCION	PESO / VOLUMEN	Ley oro sólido (gr/TM)	Ley plata sólido (gr/TM)
		Ley oro solución (ppm)	Ley plata solución (ppm)
Ley de Cabeza	300.00	26.50	6.22
Solución Rica	500.00	1.65	0.74
Ripios (Relave)	300.00	19.50	3.10
METALES		Au	Ag
CABEZA ENSAYADA	[gr/TM]	26.50	6.22
RELAVE ENSAYADA	[gr/TM]	19.50	2.06
EXTRACCIÓN ENSAYADA	[%]	26.42	66.88
CABEZA CALCULADA	[gr/TM]	22.250	4.333
EXTRACCIÓN CALCULADA	[%]	12.36	28.46
METAL EN SOLUCIÓN	[mg]	0.825	0.370
METAL EN COLA	[mg]	5.850	0.930
METAL TOTAL	[mg]	6.675	1.30

Nota. En la prueba de lixiviación flash con Lixiv-Plus 80 durante 4 horas, se obtuvo una extracción de 26.42% de oro y 66.88% de plata de la cabeza ensayada. La extracción calculada fue de 12.36% de oro y 28.46% de plata.

De acuerdo con el segundo objetivo específico se procedió a Comparar las extracciones de oro con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80.

Figura 12

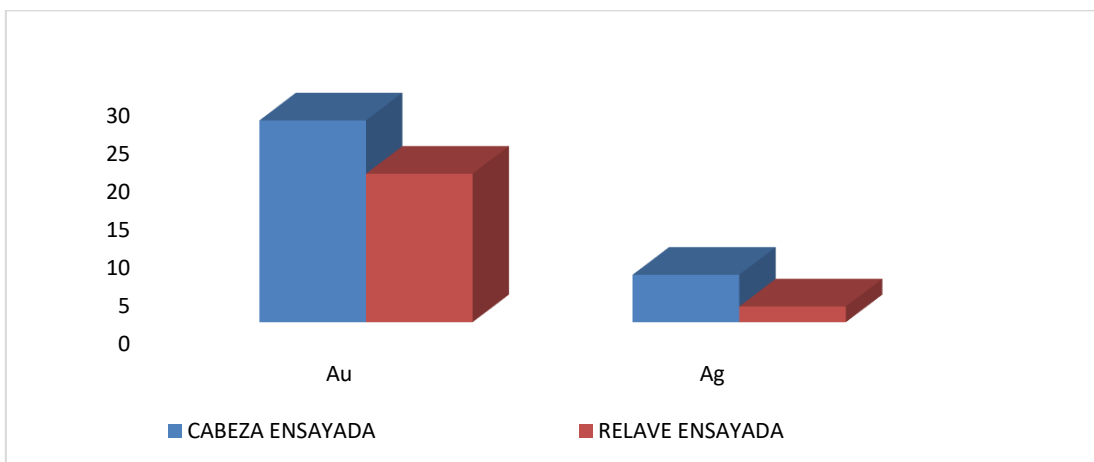
Ley de Oro y Plata en Solución durante el Proceso Metalúrgico con Lixiv-Plus 80



Nota. Las leyes están expresadas en partes por millón (ppm) y reflejan el contenido de oro (Au) y plata (Ag) en las soluciones obtenidas en diferentes etapas del proceso.

Figura 13

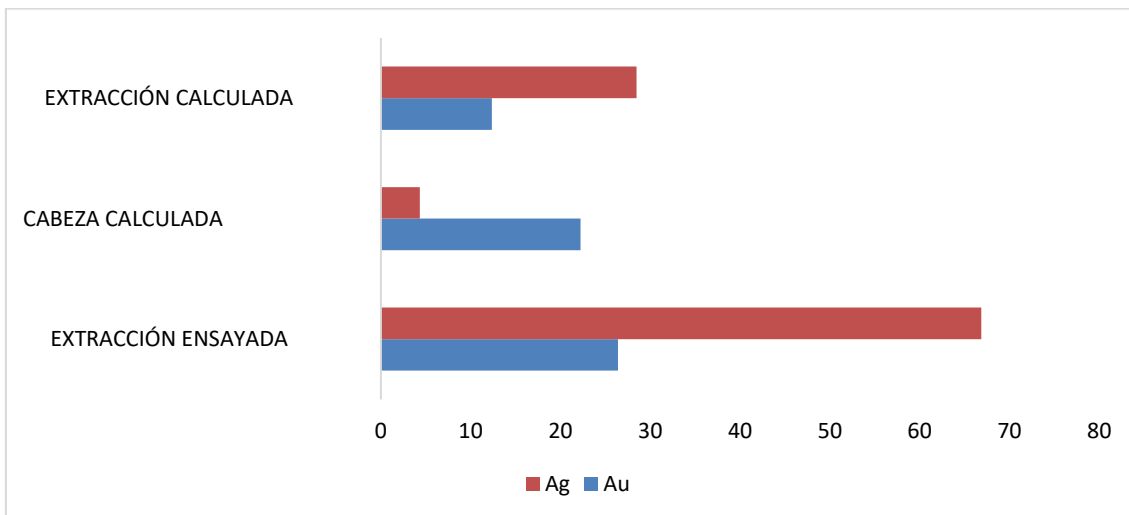
Comparación de Ley Ensayada en Cabeza y Relave para Oro y Plata con Lixiv-Plus 80



Nota. La extracción ensayada, obtenida por análisis directo de cabeza y relave, indica una recuperación de 26.42% para el oro y 66.88% para la plata. En contraste, la extracción calculada, basada en una cabeza estimada de 22.25 g/TM para Au y 4.333 g/TM para Ag.

Figura 14

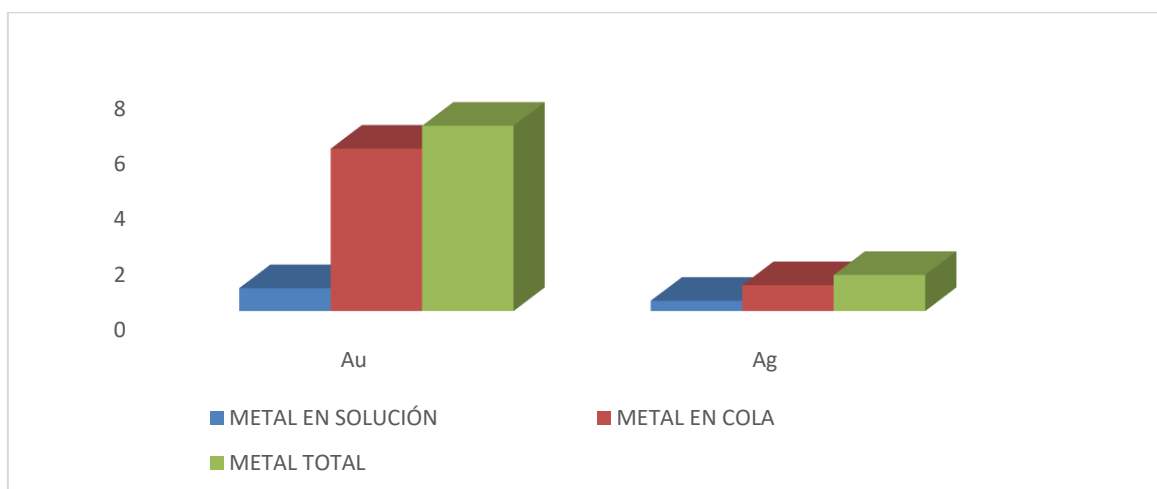
Comparación entre Extracción Ensayada y Calculada de Oro y Plata con Lixiv-Plus 80



Nota. La extracción ensayada, determinada mediante análisis directo de cabeza y relave, muestra recuperaciones de 26.42% para el oro y 66.88% para la plata. Por otro lado, la extracción calculada basada en una cabeza estimada de 22.25 g/TM para Au y 4.333 g/TM para Ag muestra recuperaciones más bajas: 12.36% para el oro y 28.46% para la plata.

Figura 15

Distribución del Metal entre Solución y Cola para Oro y Plata con Lixiv-Plus 80



Nota. De un total procesado de 6.675 unidades de oro y 1.3 unidades de plata, se recuperaron en solución solo 0.825 unidades de oro (12.36%) y 0.37 unidades de plata (28.46%), mientras que el resto quedó en la cola (relave).

Tabla 6

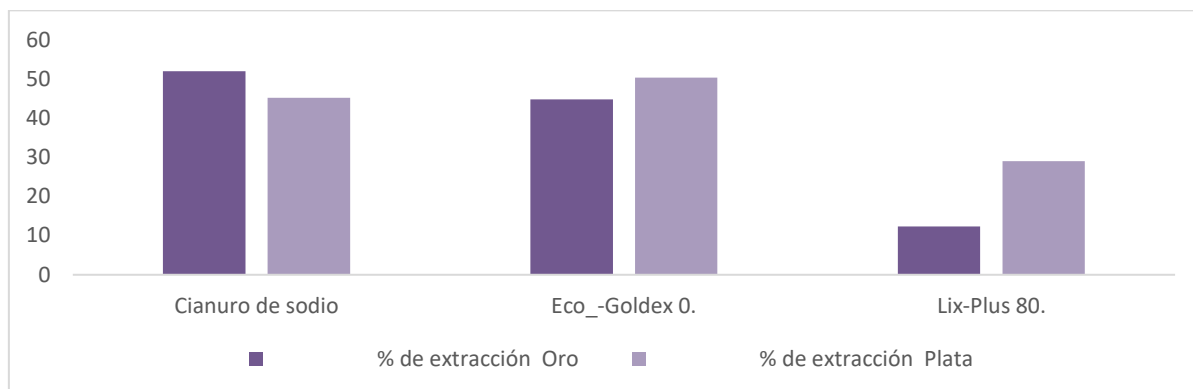
Comparación de extracciones de oro con los reactivos Cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv- Plus 80

Reactivo Lixivante	% de extracción	
	Oro	Plata
Cianuro de sodio	51.99	45.21
Eco_-Goldex 0.	44.79	50.28
Lix-Plus 80.	12.36	28.96

Nota: La tabla presentó los resultados de la comparación de extracciones muestra que el cianuro de sodio logró la mayor recuperación de oro (51.99%) y plata (45.21%), seguido por Eco Goldex O con 44.79% de oro y 50.28% de plata, mientras que Lixiv-Plus 80 presentó las extracciones más bajas, con 12.36% de oro y 28.96% de plata. Esto se debe a que el mineral presenta arcillas refractarias de color blanco a gris, que es posible interfieran en la extracción.

Figura 16

Comparación del Porcentaje de Extracción de Oro y Plata con Diferentes Reactivos Lixiviantes



Nota. El gráfico compara la eficiencia de distintos reactivos lixiviantes en la extracción de oro (Au) y plata (Ag), expresada en porcentaje, los resultados muestran que el cianuro de sodio logró una extracción del 51.99% de oro, siendo el más competitivo y eficiente.

Tabla 7

Parámetros de operación en la lixiviación del mineral en estudio

Parámetros de operación	Cianuro de sodio	Eco-Goldex O	Lixiv-Plus 80
Concentración (ppm)	10000	10000	10000
Tiempo de lixiviación (horas)	4	4	4
Granulometría del mineral	80% -malla 200	80% -malla 200	80% -malla 200
Tipo de lixiviación	Flash	Flash	Flash

Nota: En la tabla 7, se observa que en las mismas condiciones operativas como granulometría 80% -malla 200, 10000 ppm de concentración para los 3 reactivos lixiviantes, se debe trabajar a tiempo de agitación de 4 horas, a temperatura y presión ambiente.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Para los resultados del primer objetivo, se tomaron en cuenta los antecedentes de Chuquilin y Rengifo (2019), quienes concluyeron que, en cuanto a las recuperaciones promedio de oro, las pruebas se realizaron a una granulometría de 100% -1/4" utilizando tres tipos de lixiviantes a una concentración de 500 ppm durante 7 días de lixiviación. Según sus hallazgos, la mejor recuperación se logró en la columna 1 con cianuro de sodio, alcanzando un 80.91%. En comparación, la columna 2, que usó el reactivo Goldmax, obtuvo solo un 75.98%, mientras que la columna 3, con el reactivo Sandioss, presentó una recuperación de 65.29%. Al comparar esta investigación con la de Padierna y Zegarra (2016), que también evaluaron la recuperación de oro usando "Sandioss" y "Cianuro de Sodio" en la lixiviación de minerales de tipo óxido, sulfuro y carbonáceo bajo condiciones operativas similares (granulometría 80% -m200, 33% de sólidos, 500 ppm de concentración de reactivo lixivante, pH 10 con cal como regulador de pH y un tiempo de agitación de 72 horas), los resultados fueron los siguientes: para los minerales óxidos, la recuperación de oro fue más alta, alcanzando un 95.01% con cianuro de sodio y un 93.46% con Sandioss. Para los minerales sulfurosos, la recuperación fue de 85.91% con cianuro de sodio y 83.36% con Sandioss. En el caso de los minerales carbonáceos, las recuperaciones fueron más bajas, con un 38.01% usando cianuro de sodio y un 40.86% con Sandioss. No obstante, el reactivo Sandioss es menos dañino tanto para el medio ambiente como para los trabajadores que lo manejan.

Para los hallazgos del segundo objetivo, Arapa (2019) señala que utilizó el reactivo ecológico Goldmax para tratar minerales auríferos, con el propósito de reducir el impacto ambiental en la zona de Yanaquihua, en la Mina Jordán, Arequipa. En sus pruebas de

agitación en botellas con cianuro de sodio, realizadas a las 12 y 36 horas, con una granulometría de 80% y 75% -200 mallas, y un pH de 11, se logró una recuperación de oro del 80.02% en la prueba 1 y del 79.41% en la prueba 2. Por otro lado, las pruebas con Goldmax se llevaron a cabo bajo condiciones similares, a las 12 y 36 horas, con una granulometría de 75% y 80% -200 mallas, y un pH de 11. Los resultados mostraron que, en la prueba 1 con Goldmax, la recuperación de oro fue del 36.22%, mientras que en la prueba 2 alcanzó el 94.15%. A partir de estos resultados, se concluyó que es posible utilizar el reactivo ecológico Goldmax en la lixiviación de minerales auríferos. Sin embargo, se observó que Goldmax alcanza una recuperación de hasta el 95.5% cuando se emplea una concentración de 0.5 g/L a un pH de 12 y un tiempo de lixiviación de 48 horas. En comparación, el cianuro de sodio logra una extracción máxima de oro del 97.70% con una concentración de 1.0 g/L a un pH de 12 y un tiempo de lixiviación de 48 horas. Al comparar ambos reactivos, se concluyó que el cianuro de sodio es más eficiente en la extracción de oro, aunque la diferencia en la eficiencia es solo del 2.2%, lo que no constituye una discrepancia considerable.

Para los hallazgos del tercer objetivo, se presenta la investigación de Nina (2021), quien realizó pruebas para comparar la extracción de oro utilizando los reactivos Sandioss, Gold Max y Cianuro de Sodio en un mineral óxido aurífero proveniente de la comunidad de Chalhuanca, en Apurímac. Las pruebas se efectuaron bajo condiciones operativas similares, con una granulometría de 65% -m200, una concentración de 2000 ppm y un tiempo de agitación de 48 horas a temperatura y presión ambiente. En cuanto a la recuperación de oro, los resultados mostraron que el porcentaje de recuperación más alto fue del 92.92% utilizando Sandioss, seguido por el 91.42% con Cianuro de Sodio y el 89.03% con Goldmax.

De igual manera, Romero (2020) utilizó el reactivo Sandioss para la recuperación de Au mediante el proceso de lixiviación. Las condiciones operativas para el proceso

experimental fueron un pH de 12, una granulometría de 65% -200 mallas, con una dosis del reactivo de aproximadamente 500 ppm, y condiciones normales de temperatura y presión. El tiempo de lixiviación varió entre 24 y 48 horas. En las pruebas realizadas, el reactivo lixivante Sandioss mostró un buen nivel de extracción, alcanzando un 92.27% de recuperación de Au en la prueba 8. Además, al aumentar el tiempo de lixiviación de 30 a 48 horas, el porcentaje de extracción de Au incrementó en un 14.36%. Se logró una recuperación de hasta el 98% de Au en 48 horas.

4.2 Implicancias

Como **implicancia práctica**, podemos considerar que con los resultados experimentales de otras investigaciones se estaría demostrando la efectividad en la recuperación del Au, usando Goldmax y Sandioss, teniendo en algunos casos recuperaciones similares entre los 3 reactivos lixiviantes y en otra investigación, se ha probado que el Sandioss ha tenido una mejor recuperación en comparación del Cianuro y Goldmax, y en otras habido una mayor recuperación del reactivo Goldmax.

Como **implicancia teórica** tenemos que de acuerdo a las investigaciones presentadas se ha podido comparar cuales han sido los parámetros de operación empleados en estos 3 reactivos lixiviantes para obtener una mejor recuperación, por lo que se podría seguir probando diferentes parámetros, así como el consumo adecuado en kg/TM, para lograr una mayor recuperación de Au, utilizando reactivos que sean menos dañinos para el ambiente.

Las limitaciones para una investigación sobre el análisis comparativo de los parámetros de operación del cianuro de sodio, Eco Goldex O y Lixiv-Plus 80 para la extracción de oro por lixiviación fueron, principalmente, el acceso a la información, las condiciones climáticas y el difícil acceso al área de estudio.

4.3 Recomendaciones

Se **recomienda** hacer un estudio Mineragrafico al mineral para poder visualizar la asociación del oro y de los elementos metálicos y no metálicos que lo acompañan. Asimismo se recomienda hacer un estudio cinético de lixiviación del mineral y hacer una molienda ultra fina a 80% (-malla 400) para lixiviar el mineral.

4.4 Conclusiones

Se concluyo que el Cianuro de Sodio (NaCN) logró la mayor eficiencia de extracción, con 67.47% de oro y 66.88% de plata, y una extracción calculada de 51.99% de oro y 45.21% de plata. El Eco Goldex O alcanzó una extracción de 61.32% de oro y 66.88% de plata, con una extracción calculada de 44.79% de oro y 50.28% de plata. Por otro lado, el Lixiv-Plus 80 obtuvo los menores rendimientos, con 26.42% de oro y 66.88% de plata, y una extracción calculada de 12.36% de oro y 28.46% de plata.

Al comparar las extracciones de oro entre los reactivos, el Cianuro de Sodio mostró la mayor eficiencia con 51.99% de oro y 45.21% de plata, seguido por Eco Goldex O con 44.79% de oro y 50.28% de plata. Por otro lado, Lixiv-Plus 80 presentó los rendimientos más bajos, con solo 12.36% de oro y 28.96% de plata.

Concluyendo que los parámetros de operación empleados en la lixiviación del mineral con los reactivos Cianuro de sodio, Eco-Goldex O y Lixiv-Plus 80 son los mismos en cuanto a concentración (10000 ppm), tiempo de lixiviación (4 horas), granulometría del mineral (80% -malla 200) y tipo de lixiviación (Flash), estas condiciones operativas homogéneas permiten una evaluación equitativa de cada reactivo bajo los mismos parámetros, lo que facilita la comparación de su desempeño en la extracción de oro.

REFERENCIAS

- Arapa Pari, M. G. (2019). *Lixiviación ecológica de minerales auríferos a partir del reactivo Goldmax para la pequeña minería [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Institucional, Arequipa, Perú.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/2e2611cc-8277-40cd-b0a8-bc57875494b2>
- Arias Lafargue, T., Fernández Compta, D., Sánchez Rodríguez, Y., & Lasserra Portuondo, A. (2017). Influencia de la lixiviación en la recuperación de oro en la Mina Oro-Barita de Santiago de Cuba. *SciELO*, 37(3).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852017000300008
- Cerón. (2016). *Enfoque Cuantitativo y Cualitativo*. Lima.
- Chuquilin Quiliche, C. J., & Rengifo Martos, E. D. (2019). *Influencia del Cianuro de Sodio, Goldmax y Sandioss en la recuperación de oro por lixiviación de un mineral oxidado de Sayapullo, La Libertad. [Tesis de título profesional, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional, Cajamarca, Cajamarca.
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23019/Chuquilin%20Quiliche%20Cintia%20Jackeline%20-%20Rengifo%20Martos%20Eduar%20Dani.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cordova Huaricapcha, Y. Y. (2019). *Evaluación metalúrgica a los minerales auríferos para la obtención del oro en la Compañía Minera Arias S.A – Huasahuasi, Tarma - 2018 [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]*. Repositorio Institucional, Cerro de Pasco, Perú.
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1598/1/T026_47323967_T.pdf
- Eco-Goldex (2024). *Eco-Goldex O Series Gold Extraction Reagent*. Quebec, Canadá.

Hurtado de Barrera , J. (27 de Marzo de 2013). *Investigación holística*. Las hipótesis en

investigación: ¿cuándo se formulan? :

<http://investigacionholistica.blogspot.com/2013/03/las-hipotesis-en-investigacion-cuando.html>

Logsdon, M., Hagelstein, K. and Mudder, T. (2019). *The Management of Cyanide in Gold Extraction*. International Council on Metals and the Environment, Ottawa, ON.

Martínez, R. (2020). *El secreto detrás de una tesis*. Biblioteca Nacional del Perú.

Mendoza, A. (2019). *Evaluación de la sílice granular durante la lixiviación de elementos auríferos del proyecto minero Anama*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Repositorio Institucional, Arequipa, Perú.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e809fc88-3d59-4e21-884b-86dd91d389f3/content>

Muguira, A. (2023). *QuestionPro*. Tipos de investigación y sus características:

<https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>

Nina Mamani, H. (2021). *Evaluación del proceso de lixiviación por agitación de minerales oxidados auríferos de la comunidad Chalhuanca - Apurímac* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Repositorio Institucional, Tacna, Perú. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4175>

Padierna León, J., & Zegarra Esquivel, Y. A. (2016). *Recuperación de oro utilizando “Sandioss” como alternativa al “Cianuro de Sodio” en la lixiviación alcalina por agitación de minerales tipo óxido, sulfuro y carbonáceo*. [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional, Trujillo, Perú. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3154/PADIERNA%20LE%c>

3%93N%2c%20JUAN%20CARLOS%2c%20ZEGARRA%20ESQUIVEL%2c%20YURI%20ALEXANDER.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romero García, J. O. (2020). *Extracción del oro mediante el proceso de lixiviación con el reactivo Sandioss del yacimiento minero Chocrocoña, llusco - Chumbivilcas, región Cusco.* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional, Cusco, Perú.
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6146/253T20200406_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uceda Herrera, D. A. (2016). *Hidrometalurgia química e ingeniería*. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-04708. <https://iimp.org.pe/archivos/publicaciones/a621-20210824-062743-1552.pdf>

Zurita, C. J. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación. *Rev. Alerg. Méx.*

Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2016). *Metodología de la Investigación*. 6ta Edición, Editorial Mc Graw Hill.

Huaco M. (2017). “*Evaluación del porcentaje de disolución de oro en la lixiviación con sandioss mediante diseños experimentales*”. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro, Huancayo - Perú.

Misari, Fidel S. (1993). “*Metalurgia del Oro*”. Editorial Cepect. Lima, Perú.

Orcoapaza K., Taype R. (2019). “*Evaluación de variables en la lixiviación por agitación con Goldmax para la extracción de oro del Yacimiento de Ayahuay - Apurímac*”. Facultad de Ingeniería Geológica, Minas y Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco, Cusco - Perú.

Prasad M.S., Mensah-Biney S.R., Pizarro R.S. (1991). “*Minerals Engineering*”. Vol. 4, N° 12, pág.1257-1277.

Royal Chemical (2021). [http: www.royalchemical.com.pe](http://www.royalchemical.com.pe). (s.f.). Visitado el 12 de marzo del 2021.

Ruiz Córdova J., López Cañas C., Carmona Arango M., Bolívar Gómez W. (2019). “*Modelamiento estadístico de la lixiviación con cianuro de un mineral del Municipio de Andes, Colombia, como alternativa al proceso de amalgamación*”. Artículo de investigación de la Revista Logos, Ciencia y Tecnología, Colombia.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Parámetros de operación de los reactivos Cianuro de sodio, Eco-Goldex O y Lixiv-Plus 80

Parámetros de operación	Cianuro de sodio	Eco-Goldex O	Lixiv-Plus 80
Concentración (ppm)			
Tiempo de lixiviación			
Granulometría del mineral			
Tipo de lixiviación			

ANEXO N° 2

Recuperaciones de oro más óptimas en función de los parámetros de operación de los reactivos Cianuro de sodio, Eco-Goldex O y Lixiv-Plus 80

N° Prueba	Tipo de lixivante	Concentración ppm	Consumo de cal (kg/TM)	Tiempo de lixiviación (días)	Consumo de reactivo lixivante (kg/TM)	Recuperación de Au (%)
1	NaCN					
2	Goldmax					
3	Sandios					

ANEXO N° 3

RESULTADOS DE REPORTES DE ANÁLISIS QUÍMICO



INFORME DE ENSAYO N° 160125-0147

Cliente : Victor Vigo
 Producto descrito como : MINERAL ÓXIDO
 Identificación de la Muestra : VV
 Cantidad de la Muestra : 0.32 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : MOLIDO
 Presentación de la muestra : BOLSA DE POLIETILENO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 16/01/2025
 Fecha de ensayo : 16/01/2025 al 16/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au		Ag	
Método	MLMP-002		MLMP-010	
Unidades	g/tm	oz/tc	g/tm	oz/tc
Código Lab.: 160125-0147	26.50	0.77	6.22	0.18

Métodos:

MLMP-002	Determinación de Au y Ag por Gravimetría en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLMP-010	Determinación de Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Cd por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.

Observación: Se recomienda Análisis Newmont por presencia de oro grueso.




 CRISTIAN MARTIN
 VARAS HUALCAB
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 16 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0198

Cliente : **VICTOR VIGO**
 Producto descrito como : MINERAL SULFURO
 Identificación de la Muestra : **RELAVE LIX - PLUS 80**
 Cantidad de la Muestra : 0.3 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : MOLIDO
 Presentación de la muestra : BOLSA DE POLIETILENO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 20/01/2025
 Fecha de ensayo : 20/01/2025 al 20/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au		Ag	
Método	MLMP-002		MLMP-010	
Unidades	g/tm	oz/tc	g/tm	oz/tc
Código Lab.: 200125-0198	19.50	0.57	3.10	0.09

Métodos:

MLMP-002	Determinación de Au y Ag por Gravimetría en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLMP-010	Determinación de Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Cd por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.

Observación: Se recomienda Análisis Newmont por presencia de oro grueso.



CRISTIAN MARTIN
 VARAS HUALGAS
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0199

Cliente : **VICTOR VIGO**
 Producto descrito como : MINERAL SULFURO
 Identificación de la Muestra : **RELAVE ECO - GOLDEX 0**
 Cantidad de la Muestra : 0.3 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : MOLIDO
 Presentación de la muestra : BOLSA DE POLIETILENO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 20/01/2025
 Fecha de ensayo : 20/01/2025 al 20/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au		Ag	
Método	MLMP-002		MLMP-010	
Unidades	g/tm	oz/tc	g/tm	oz/tc
Código Lab.: 200125-0199	10.25	0.30	2.06	0.06

Métodos:

MLMP-002	Determinación de Au y Ag por Gravimetría en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLMP-010	Determinación de Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Cd por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.

Observación: Se recomienda Análisis Newmont por presencia de oro grueso.




 CRISTIAN MARTIN
 VARIAS HUALGAS
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0200

Cliente : **VICTOR VIGO**
 Producto descrito como : **MINERAL SULFURO**
 Identificación de la Muestra : **RELAVE CIANURO DE SODIO**
 Cantidad de la Muestra : **0.3 Kg. Aprox.**
 Característica de la Muestra : **MOLIDO**
 Presentación de la muestra : **BOLSA DE POLIETILENO**
 Tipo de análisis : **LOTE**
 Fecha de recepción : **20/01/2025**
 Fecha de ensayo : **20/01/2025 al 20/01/2025**

RESULTADOS:

Elemento	Au		Ag	
	g/tm	oz/tc	g/tm	oz/tc
Método	MLMP-002		MLMP-010	
Unidades	g/tm	oz/tc	g/tm	oz/tc
Código Lab.: 200125-0200	8.62	0.25	2.06	0.06

Métodos:

MLMP-002	Determinación de Au y Ag por Gravimetría en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
MLMP-010	Determinación de Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Cd por Absorción Atómica en Concentrados Polimetálicos, Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.

Observación: Se recomienda Análisis Newmont por presencia de oro grueso.



Cristian Martín
 CRISTIAN MARTIN
 INGENIERO HUALCAB
 Ingeniería Metalúrgica
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0201

Cliente : VICTOR VIGO
 Producto descrito como : SOLUCIÓN
 Identificación de la Muestra : SOLUCIÓN RICA ECO-GOLDEX 0
 Cantidad de la Muestra : 0.08 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : LÍQUIDO
 Presentación de la muestra : BOTELLA DE PLÁSTICO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 20/01/2025
 Fecha de ensayo : 20/01/2025 al 20/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au	Ag
Método	MLMP-014	MLMP-014
Unidades	ppm	ppm
Código Lab.: 200125-0201	4.99	1.25

Métodos:

MLMP-014	Determinación de Au y Ag Soluble en cianuro por Absorción Atómica en Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
----------	--




 CRISTIAN MARTÍN
 VINAS HUASCAS
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0202

Cliente : VICTOR VIGO
 Producto descrito como : SOLUCIÓN
 Identificación de la Muestra : SOLUCIÓN RICA CIANURO DE SODIO
 Cantidad de la Muestra : 0.08 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : LÍQUIDO
 Presentación de la muestra : BOTELLA DE PLÁSTICO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 20/01/2025
 Fecha de ensayo : 20/01/2025 al 20/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au	Ag
Método	MLMP-014	MLMP-014
Unidades	ppm	ppm
Código Lab.: 200125-0202	5.60	1.02

Métodos:

MLMP-014	Determinación de Au y Ag Soluble en cianuro por Absorción Atómica en Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
----------	--



CHRISTIAN MARTÍN
 VIRAS HUALGAS
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00



INFORME DE ENSAYO N° 200125-0203

Cliente : VICTOR VIGO
 Producto descrito como : SOLUCIÓN
 Identificación de la Muestra : SOLUCIÓN RICA LIX-PLUS 80
 Cantidad de la Muestra : 0.08 Kg. Aprox.
 Característica de la Muestra : LÍQUIDO
 Presentación de la muestra : BOTELLA DE PLÁSTICO
 Tipo de análisis : LOTE
 Fecha de recepción : 20/01/2025
 Fecha de ensayo : 20/01/2025 al 20/01/2025

RESULTADOS:

Elemento	Au	Ag
Método	MLMP-014	MLMP-014
Unidades	ppm	ppm
Código Lab.: 200125-0203	1.65	0.74

Métodos:

MLMP-014	Determinación de Au y Ag Soluble en cianuro por Absorción Atómica en Muestras Geoquímicas y Minerales a fines.
----------	--




 CRISTIAN MARTIN
 VARAS HUALGAS
 Ingeniero Metalúrgico
 CIP N° 233661

Trujillo, 20 de enero del 2025

Los resultados emitidos en este informe corresponden únicamente a la cantidad de muestra recibida y ensayada en el laboratorio, no deben ser utilizados como certificación de conformidad con las normas de producto o sistema de calidad.
 La alteración parcial o total de este documento es penalizado por ley. Cualquier corrección solo podrá ser realizada por LABMINING PERÚ S.A.C reemplazándolo por uno nuevo.
 Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurridos los 14 días calendario partir de la fecha de recepción, caso contrario se procederá a rechazarlas.

ventas@labminingperu.com

LABMINING PERÚ S.A.C.
 Mz C 08 Lote 09, Urb. Parque
 Industrial, Trujillo
 Tlf: 968184381

F-001-Ver 00

ANEXO N° 4

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Cuarteo de la muestra de mineral para análisis de cabeza



Foto 2: Muestras de mineral para cargar a los tubos de agitación



Foto 3: Solución lixivante de los tres reactivos en estudio



Foto 4: Residuos sólidos de las tres pruebas de lixiviación flash



Foto 5: Bachiller Jair Vigo realizando el homogenizado de la muestra de mineral



Foto 6: Bachiller realizando el cargado de la columna para lixiviación flash