



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

**“ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON
REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE
CIANURO PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN
TRUJILLO 2022”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Luis David Perez Valqui

Asesor:

Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado

<https://orcid.org/0000-0002-3434-3664>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Mg. Ing. Ronald Alvarado Obeso	44562630
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Mg. Ing. Gladys Lipaca Redolfo	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Mg. Ing. Eduardo Noriega Vidal	43236142
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO, PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN. TRUJILLO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	vsip.info Fuente de Internet	1%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

*Quiero dedicar esta tesis a Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada carrera,
darme buena salud y fortaleza en todo momento.*

*A mis padres, hermanos y amigos por siempre darme ánimos y seguir apoyándome en los
momentos más difíciles de esta carrera.*

*A mis docentes y tutor por sus conocimientos que nos comparten en el trayecto de formarnos
como profesionales, infinitas gracias.*

Luis David Pérez Valqui

AGRADECIMIENTO

*Agradezco primeramente a Dios por la vida, por la salud que nos brinda,
A mis padres por su amor eterno y su apoyo incondicional, a mi familia por su cariño y ánimos
para seguir luchando por mis objetivos y metas a cumplir,*

A mis amigos cercanos por su fraternidad.

A mis docentes por sus grandes enseñanzas y conocimientos que nos comparten,

*A mi asesor de Tesis Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado, por su asesoramiento y sus gratos
conocimientos impartidos durante el transcurso del presente
trabajo de investigación*

A mi carrera por enseñarme lo que es la pasión.

Luis David Pérez Valqui

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
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Hipótesis	17
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	18
CAPITULO III: RESULTADOS.....	21
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	31
4.1. DISCUSIÓN.....	31
4.2. CONCLUSIONES	35
Referencias.....	37
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de los reactivos orgánicos en proceso de Lixiviación.	21
Tabla 2: Características de los reactivos tradicionales en proceso de Lixiviación.....	22
Tabla 3: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Sandios en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.	23
Tabla 4: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Sandios.....	24
Tabla 5: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Gold Max en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.	25
Tabla 6: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Gold Max.	26
Tabla 7: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Tiourea en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.	27
Tabla 8: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Tiourea.....	28
Tabla 9: Cuadro resumen de resultados en proceso de lixiviación aplicando reactivos tradicionales.	29
Tabla 10: Cuadro resumen de resultados en proceso de lixiviación aplicando reactivos orgánicos.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Sandioss por lixiviación en mineral de tipo oxido.	24
Figura 2: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Gold Max.	26
Figura 3: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Tiourea.	27

RESUMEN

Se desarrolló un trabajo de investigación de tipo descriptiva, y con diseño no experimental, se tiene como objetivo realizar un análisis de recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en procesos de Lixiviación. Los instrumentos y materiales que se utilizaron en la tesis fueron: Tabla de caracterización de los reactivos orgánicos y/o cianuro en proceso de lixiviación, cuadros comparativos en proceso de lixiviación empleando reactivos orgánicos y cianuro de sodio, gráficos de porcentaje de recuperación y tablas de prueba t. En los resultados de la comparación de reactivos, se analiza que el porcentaje de recuperación en NaCN alcanzan en promedio 86.79 % de recuperación de oro. Por otro lado Gold Max recupera en promedio el 85.84 % de oro, Sandios recupera en promedio el 85.72% de oro, La Tiourea recupera cerca al 86.57% de oro. Finalmente, se concluye que los reactivos cianuro de sodio fueron más eficientes a niveles de recuperación; sin embargo, se busca una mejora y optimización en el uso de estos reactivos orgánicos, ya que reducen en gran medida el impacto ambiental.

Palabras Claves: Reactivos orgánicos, Cianuro de sodio, Porcentaje de recuperación, Lixiviación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, en nuestro país, existe un rechazo rotundo de las poblaciones aledañas hacia la minería, ya que los residuos o relaves que estas dejan, en su mayoría, no son tratadas, ni purificadas como debe ser contaminando los suelos y las aguas de los ríos por lo que en el proceso de obtención de oro mediante lixiviación se utiliza cianuro de sodio que es un reactivos altamente tóxico y nocivo para la salud. (Menéndez, 2021).

En Sonora, México la mina de oro “Mulatos” operada por la Minera Peñoles en el año 2013, ocurrió un accidente de tráfico donde se derramó 16.000 litros de cianuro de sodio, que contaminaron las aguas del río Yaqui. Las autoridades alertaron a los pobladores de las zonas cercanas a no utilizar el agua del río contaminado, se tuvo que habilitar cisternas de agua para la población. Esta contaminación afectó en gran medida la biodiversidad de la flora y fauna del lugar.

En Arequipa la minera Esperanza del Perú S.A en 2019, con la decisión de sus Gerente y Socios Accionistas se decidió realizar un proyecto Planta de Beneficio Esperanza de 50 TMD. aplicando reactivos que reemplazan al cianuro, por sus características contaminantes. Se determinó la aplicación de pruebas metalúrgicas con Gold Max, un reactivo ecológico donde sus relaves no generan impactos ambientales y son amigables con el medio ambiente.

En Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, durante los últimos años, mineros ilegales ocasionaron daños ambientales por el uso de cianuro, mercurio y explosivos, lo que dejó desperdicios que podrán ocasionar un riesgo potencial a la salud y vida de las personas.

Esto motivó a que las autoridades regionales y la empresa Summa Gold Corporation enfrenten en conjunto a esta actividad ilegal para evitar los irreparables daños al medioambiente.

En el proceso de Lixiviación tradicional se usa comúnmente el cianuro de sodio, el cual es muy contaminante y tóxico, se manifiesta como una gran desventaja en la minería, el cual ha conllevado a un método peligroso que muestra impactos ambientales negativos, no siendo muy óptimo en su aplicación; es por ello que se busca una alternativa eficiente en el uso de reactivos disolventes biodegradables y amigables con el medio ambiente. La presente investigación busca analizar los resultados de la recuperación de oro mediante reactivos alternos y compararlos con el porcentaje de recuperación aplicando reactivos tradicionales y deducir si es factible usar reactivos no contaminantes en el proceso de Lixiviación, por ello se busca conocer ¿Cómo es el análisis de recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación?

Chuquilin y Rengifo (2019), en su investigación tiene como objetivo comparar la recuperación de oro y duración de lixiviación con Gold Max, Sandios y Cianuro de Sodio en lixiviación con mineral oxidado de Sayapullo, desarrolló una investigación experimental con la población de mineral oxidado de 200 kg de Huancajanga. Los resultados que se obtuvieron de esta investigación nos indican que es más eficaz la aplicación de Cianuro de sodio, que llega a una obtención de 80,91%, Gold Max 74,29 % y Sandios el 65,29 %, por lo que se concluye que reactivo lixivante NaCN alcanza mayor porcentaje de recuperación de oro.

García (2018), en su investigación titulada “Influencia del quebracho en la lixiviación de concentrados de cobre y zinc a alta presión en Autoclave” tiene como objetivo determinar la influencia del quebracho en la recuperación de Zn y Cu. La metodología utilizada en esta investigación fue experimental. Los resultados obtenidos sin aplicar Quebracho a 0,3 gr/l, en donde la recuperación de Zn de 92,61% incrementa a 97,54% y de 85,58% a 88,62% en la recuperación de cobre aplicando Quebracho.

Jáuregui y Villanueva (2019), en su investigación tiene como objetivos determinar el efecto del tiempo de agitación, dosificación de tiourea y cianuro de sodio como agentes lixivante sobre la

recuperación de oro en un mineral oxidado de Ayacucho, desarrolló una investigación experimental mediante lixiviación por lo cual buscan recuperar el porcentaje de oro a través Tiourea y Cianuro de Sodio. Los resultados obtenidos por NaCN es de 95,757 % y para la Tiourea es de 62,758 % por lo que se concluye que reactivo lixivante NaCN alcanza mayor porcentaje de recuperación de oro.

Nina (2019), en su investigación tiene como objetivo evaluar del proceso de lixiviación por agitación de minerales oxidados auríferos en busca de nuevas técnicas y reactivos lixivante que puedan reemplazar al cianuro de sodio El método que se desarrolló fue una investigación experimental y en las pruebas realizadas se hizo una comparación en la extracción de oro usando el reactivo Gold Max, Sandios y cianuro de sodio. Los resultados obtenidos son: 92,92 % para Sandios, 91,42 % usando cianuro de sodio y 89,03 % aplicando Gold Max. Se concluye que la recuperación de oro utilizando Sandios es superior a la obtenida con Gold Max y NaCN.

Pari (2019), en su investigación tiene como objetivo realizar una evaluación del reactivo Gold Max en minerales auríferos refractarios y comparar los resultados aplicando cianuro de sodio. El trabajo de investigación es experimental, cuyos resultados a 24 horas de lixiviación fueron un 87,5 % de extracción de oro aplicando Gold Max y solo 70,83 % de oro aplicando NaCN. Se concluye que la alternativa optima es el reactivo Gold Max.

Padierna y Zegarra (2016), en su investigación titulada “Recuperación de oro utilizando Sandios como alternativa al cianuro de sodio en la lixiviación alcalina por agitación de minerales tipo óxido, sulfuro y carbonáceo”. El trabajo de investigación es experimental y tiene como objetivo comparar la extracción de oro usando el reactivo Sandios versus el cianuro de sodio. De los resultados a 72 horas de lixiviación con el reactivo lixivante Sandios y el cianuro de sodio se obtuvo para el mineral sulfuro 83,36% y 85,91% respectivamente, para el tipo óxido 93,46% y 95,01% respectivamente y para el mineral carbonáceo se obtuvo 40,86% y 38,01% respectivamente. Se concluye que la alternativa optima es el reactivo Cianuro.

Peña y Escobar (2016), en su investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento de un mineral oxidado proveniente del Cerro El Toro –Huamachuc, haciendo uso de la tiourea como una alternativa eficaz para reemplazar al cianuro de sodio en la lixiviación de oro, desarrolló una investigación experimental en cuyos resultados la Tiourea llega a un 62% de recuperación de oro.

Romero (2020), en su investigación tiene como objetivo determinar el porcentaje de recuperación de oro mediante el reactivo Sandios, aplicado a minerales de tipo placer eluvial que contiene en su mayoría cuarzo, grava, arena y limo, la recuperación se dio mediante el proceso de lixiviación. Para esta investigación se realizó un estudio experimental de carácter explicativo – descriptivo. De acuerdo a los resultados obtenidos el reactivo sandio. tiene un alto nivel de extracción de Oro llegando aproximadamente al 95% de recuperación y 98% para el Cianuro de sodio.

Santamaría et al. (2013), en su investigación tiene como objetivo comparar el cianuro y tiourea como reactivos lixivante de un mineral aurífero colombiano. La investigación de desarrollo por un método experimental aplicando Tiourea se obtiene como resultado el 87,27%; por el contrario, el NaCN solo obtiene el 68,78%. Se concluye que la alternativa optima es el reactivo Tiourea

Bernaola (2018), en su investigación tiene por objetivo evaluar la lixiviación de acantita con tiourea como alternativa para determinar su eficiencia respecto al cianuro. El método general utilizado fue el analítico, de tipo aplicado, y de diseño correlacional-descriptivo, se tiene como resultado que a una misma concentración de lixivante la tiourea es capaz de extraer 57% de Ag y 54% con cianuro, además que se consume 13,6 veces más cianuro que tiourea. Se concluye que la alternativa optima es el reactivo Tiourea.

Carrillo (2013), en su investigación titulada “ Estudio comparativo de la lixiviación de dos minerales auroargentíferos (oxidado y sulfurado) con cianuro y tiourea” tiene como objetivo estudiar los resultados de los procesos de lixiviación comparando entre el cianuro y la tiourea. El

método empleado en esta investigación es experimental y sus resultados fueron para el mineral oxidado, se alcanzó 23% de plata y 94% de oro para la lixiviación con tiourea en 10 horas, mientras que para lixiviación con cianuro en un periodo de 35 horas se alcanzó una disolución de 87% de plata y 88% de oro. Por otro lado, el mineral sulfurado presentó una disolución de plata de 23% y de oro de 97% para la lixiviación con tiourea, para la lixiviación con cianuro se alcanzó una disolución de tan solo el 46% de oro y 12,1% de plata. Concluyéndose que la lixiviación con tiourea para lixiviar oro es factible comparada con el cianuro, sin embargo, debido a los altos consumos de tiourea, su costo es elevado, por ende, se limita su aplicación a nivel industrial.

López (2020), en su investigación titulada “Extracción de oro a partir de la lixiviación con tiourea” tiene como objetivo estudiar el avance de las técnicas de extracción de oro empleando tiourea. El método empleado es experimental y sus resultados es de 55,1 % de oro.

La lixiviación es un proceso en el cual se extrae, a partir de un sólido, uno o varios metales económicamente valiosos mediante la utilización de un disolvente líquido, por ello la lixiviación es considerada un proceso hidrometalúrgico. En la metalurgia intervienen los sólidos y el agente disolvente, que generalmente es un agente externo y está disuelto en la solución acuosa que actúa como oxidante o reductor y participa en la disolución del metal a lixiviar. (Álvarez, 2015; Bernaola 2018). Entre los métodos de lixiviación tenemos: Lixiviación in-situ, Lixiviación en botaderos, Lixiviación en pilas, Lixiviación en percolación o bateas y Lixiviación por agitación (Bernaola, 2018).

La lixiviación in situ es una técnica que consiste en extraer las sustancias valiosas de un mismo lugar de origen de la roca mineralizada usando agentes lixiviantes apropiados. En esta técnica se deja la ganga en su lugar; es decir, no se crean acumulaciones de relaves sobre la superficie, tampoco se origina ruidos en el exterior ni se produce contaminación en la atmósfera ocasionadas por el polvo (Liberona, 2013). Esta técnica de lixiviación es eficaz porque no requiere equipos

pesados de minería, reduce los costos de mano de obra y energía, el riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores es mínimo. Sin embargo, se puede requerir de mayor tiempo de lixiviación en comparación con la minería convencional y puede tener bajas recuperaciones en rocas compactas o muy densas (Liberona, 2013)

La lixiviación en pilas es una técnica hidrometalúrgica donde se extrae metales de un valor económico, que pasa una solución a través de una pila de mineral. La solución ácida que se aporta mediante aspersion con la solución lixivante, se enriquece del metal valioso siendo recuperada en el fondo para luego pasar a la próxima etapa del proceso (Nuñovero, 2018).

La lixiviación por agitación, o llamada también lixiviación dinámica es uno de los métodos de disolución de oro más utilizado en el mundo, es, debido a la elevada velocidad de reacción, las altas recuperaciones de oro obtenidas, se aplica para minerales de alta ley, o para concentrados, ya anteriormente pasados por flotación ya que tiene costos más elevados de instalación respecto de los métodos en pilas; generalmente se emplean a minerales con tamaños inferiores a 150 μm (Romero y Flores, 2010).

Biolixivación. La disolución de un mineral por aplicación bacteriana es llamada biolixivación. Este tipo de extracción es utilizado mayormente para la lixiviación de minerales de sulfuros de cobre, además estos microorganismos disminuyen la contaminación en los drenajes ácidos de mina. Los metales más importantes que se pueden obtener por este proceso son el cobre, el uranio y el oro (Codelco chile, 2018).

Los reactivos biodegradables utilizados en la lixiviación son:

Sandios (RA SN-300) es extraído del maíz como materia prima y es usado como agente lixivante aún para bajas concentraciones de mineral de oro y plata, tanto en óxidos como en sulfuros, ya que resulta sumamente eficiente. Al aumentar la concentración de Sandios aumenta la extracción del concentrado. Su proceso de aplicación es el mismo que el cianuro de sodio. (Lovera

et al.2018). El producto no es corrosivo, sin pasivos ambientales, no genera gases tóxicos en su aplicación y se convierte en un fertilizante luego del proceso de Lixiviación (Bioper consulting, 2015)

La Tiourea es una sustancia orgánica cristalina y blanca., es soluble en agua, la tiourea puede ser obtenida haciendo calentar tiocianato de amonio (NH_4SCN), su lixiviación 4 a 5 veces más veloz, disolución de complejos que no reaccionan con el cianuro, tiene baja toxicidad tiene disolución a medios muy ácidos: PH 2.5, la forma acuosa de la Tiourea reacciona con el oro para producir un complejo estable (Peña & Escobar, 2016).

El reactivo Gold Max tiene baja toxicidad, es fabricado con materias primas que se utilizan como fertilizantes, por ello se caracteriza como un reactivo ecológico, no necesita permisos para su comercialización (compra y venta) y transporte, se degrada por sí mismo y no necesita ser destruido por otros métodos de Oxidación; es decir no genera pasivos ambientales, es un producto químico no fiscalizado, ni regulado por la Sunat, puede aplicarse en lixiviación en pilas, en lixiviación en pozas – estanque de inmersión y su aplicación es idéntico a la producción cuando se usa cianuro de sodio (Gold Max - Ficha Técnica).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo es el análisis de recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Analizar la recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las características propias de los reactivos orgánicos y/o Cianuro de sodio en el proceso de lixiviación.
- Comparar el porcentaje de recuperación de oro entre reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de lixiviación.
- Analizar el pH que se utiliza en reactivos orgánicos en proceso de lixiviación de minerales.

1.4. Hipótesis

- Hipótesis Nula (H_0) = No existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación entre reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de lixiviación.
- Hipótesis Alternativa (H_1) = Existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación entre reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de lixiviación.
-

CAPÍTULO II. MÉTODO

La investigación es de tipo descriptiva, y con diseño no experimental; es decir se toma en cuenta la aplicación de la teoría para dar soluciones a problemas prácticos. Como señala Hernández et al., (2019), menciona que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; finalmente nos permiten medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar las características del fenómeno estudiado”. En esta tesis se realizará un análisis de recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro, para proceso de lixiviación.

Esta investigación tiene como población el proceso de lixiviación de minerales.

En su muestra tenemos a los reactivos Cianuro de Sodio, para la lixiviación tradicional y reactivos orgánicos como la Tiourea, Sandios y Gold Max para lixiviación alternativa.

Para la realización del siguiente estudio se tomó datos de porcentaje de recuperación, pH. Se tomaron datos de diferentes fuentes de información para analizar la diferencia que existe en el porcentaje de recuperación entre los reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en el proceso de Lixiviación.

Técnica documental por su recopilación de información en tesis, artículos de investigación, entre otras fuentes profesionales, como instrumento guía de análisis documental

Los instrumentos de recolección de información que se utilizaron en la tesis fueron: tabla de caracterización de los reactivos orgánicos en proceso de lixiviación, tablas de caracterización de los reactivos tradicionales en proceso de Lixiviación, cuadros comparativo en proceso de lixiviación empleando reactivos orgánicos y cianuro, tablas resumen de reactivos orgánicos/ tradiciones en

procesos de lixiviación minera, otro instrumento que dispondrá es un cuadro de valoración de impacto de estos reactivos frente a diversos indicadores.

Se realizó cuadros comparativos que permiten rápidamente identificar que tipos de reactivos son más eficiente mediante los diferentes factores y parámetros que se obtuvo a través de páginas y fuentes confiables, así como también de tesis y artículos de investigación para su posterior análisis comparativo.

En primer lugar, se realizó una búsqueda de información de diferentes artículos para la recolección de datos y realizar tablas de caracterización de los reactivos orgánicos y tradiciones en proceso de Lixiviación.

Posteriormente, se realizó cuadros comparativos que permiten identificar que tipos de reactivos son más eficiente mediante los diferentes factores y parámetros como el pH y porcentajes de recuperación de diversas tesis.

En tercer lugar, se realizó gráficos para visualizar los porcentajes de recuperación de cada ejemplo de los cuadros comparativos.

Se realizó tablas para analizar si existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación entre reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de lixiviación

Finalmente se realizó cuadros resúmenes que permiten rápidamente identificar el porcentaje de recuperación obtenido por aplicar cada tipo de reactivos entre tradicionales y orgánicos, con el objetivo de analizar quienes son más eficientes en su aplicación.

Esta investigación se realizó conforme a principios éticos que aseguren la mejora en la aplicación de reactivos en la disolución de minerales en el ámbito minero; nos sirve como avance del conocimiento y comprensión para futuros proyectos en donde se apliquen reactivos orgánicos;

esta investigación, se realizó haciendo buen uso de los datos presentes en las tablas, no se manipuló los datos obtenidos y se citó correctamente la información.

CAPITULO III: RESULTADOS

1. Características de los reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación.

Reactivos Orgánicos

Tabla 1: *Características de los reactivos orgánicos en proceso de Lixiviación.*

Lixiviación / Reactivos Orgánicos	Características
Tiourea	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es una sustancia orgánica cristalina y blanca. ✓ La tiourea actúa como un sustituto potencial del cianuro en la disolución (lixiviación) de minerales refractarios. ✓ La Tiourea es un agente ligante a complejante que mantiene el oro en solución y lo puede disolver en soluciones medianamente oxidantes ✓ La tiourea puede ser obtenida haciendo calentar tiocianato de amonio (NH₄SCN). ✓ Lixiviación 4 a 5 veces más veloz. ✓ Disolución de complejos que no reaccionan con el cianuro ✓ Baja toxicidad. ✓ Disolución a medios muy ácidos: PH 2,5.
Sandios RA-CN300	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No es toxico ✓ Sustituto de Cianuro de Sodio, reemplaza al 100% Cianuro de Sodio. ✓ No genera gases ✓ Tiene propiedades disolventes para la recuperación de oro ✓ Relaves 0% de Cianuro, Lixiviación sin Contaminación, 100% amigable con el medio ambiente. ✓ No es fiscalizado, 100% Garantizado. ✓ No está sujeto a control y fiscalización por SUNAT. ✓ Es de origen orgánico.

Gold Max	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baja toxicidad ✓ Fabricado con materias primas que se utilizan como fertilizantes, por ello se caracteriza como un reactivo ecológico ✓ Puede aplicarse desde la molienda, además de su total aplicación en el proceso Merrill Crowe ✓ No necesita permisos para su comercialización (compra y venta) y transporte. ✓ Se degrada por sí mismo y no necesita ser destruido por otros métodos de Oxidación; es decir no genera pasivos ambientales. ✓ Es un producto químico no fiscalizado, ni regulado por la Sunat. ✓ Puede aplicarse en lixiviación en pilas, en lixiviación en pozas – estanque de inmersión y su aplicación es idéntico a la producción cuando se usa cianuro de sodio.
----------	---

Nota. Esta tabla ha sido adaptada de Bioper consulting (2015), Productos Industriales Perú (2017) y de Gold Max Reactivo Ecológico (2019).

Reactivos Tradicionales

Tabla 2: *Características de los reactivos tradicionales en proceso de Lixiviación.*

Lixiviación / Reactivos Tradicionales	Características
Cianuro de Sodio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es un compuesto sólido e incoloro que se hidroliza en presencia de agua y óxido de carbono (IV) para dar como resultado carbonato de sodio y ácido cianhídrico ✓ El NaCN puede afectar al inhalarlo y podría absorberse a través de la piel causando, mareo, dolor de cabeza, latidos rápidos e incluso pérdida de conocimiento y la muerte. ✓ Tiene un olor como almendras amargas

- ✓ Es altamente tóxico, fiscalizable y contaminante al medio ambiente.
- ✓ Fórmula: NaCN
- ✓ Sinónimos: Sal sódica del ácido cianhídrico o cianuro blanco.
- ✓ Otros nombres: Cianuro sódico.

Nota. Esta tabla ha sido adaptada de Pari (2019).

2. Al realizar un análisis comparativo entre los reactivos de uso tradicional como el cianuro de sodio frente a los reactivos orgánicos, en diferentes autores de proyectos experimentales, se identificaron los siguientes parámetros: Tiempo de disolución/, tipo de mineral, PH del reactivo, y su porcentaje de recuperación en la aplicación de cada reactivo.

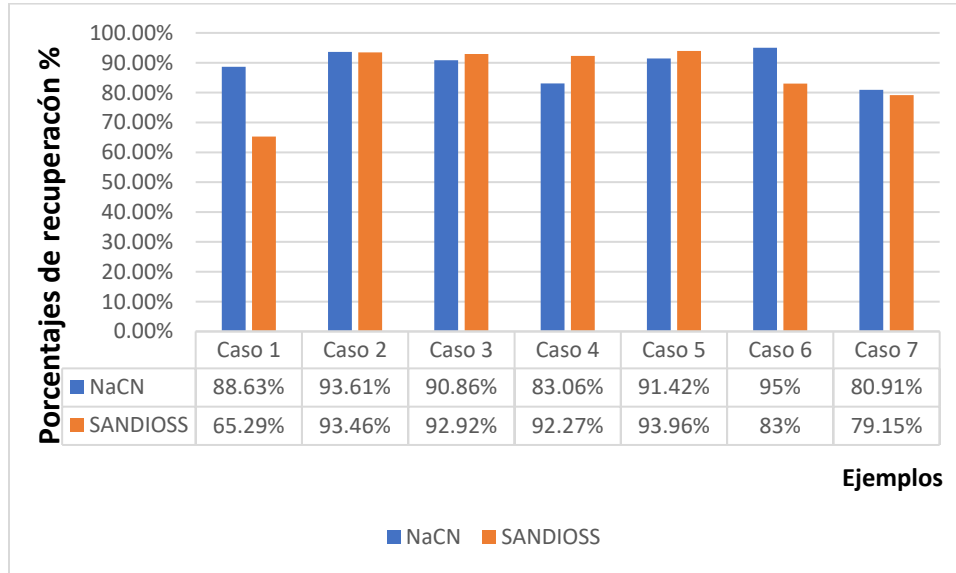
- Análisis comparativo en recuperación de oro entre los reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de Lixiviación.

Tabla 3: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Sandios en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Sandios
Tipo de mineral	Mineral de tipo oxido	Mineral de tipo oxido
Tiempo de disolución	62 horas	72 horas
pH	11.3	11.36
Porcentaje de recuperación (%)	89.07%	85,724%

Nota. Datos obtenidos de investigación de Padierna y Zegarra (2016), Chuquilin y Rengifo (2019), Romero (2020), Ccari (2018), Huacco (2017), Heras y Quispe (2018), Merizalde y Vivanco (2020), Oyarce y Lescano (2015), Ramirez y Sánchez (2016), Chuqui (2018) y Nina (2021), obteniéndose una recuperación de oro promedio de 89.07% para NaCN y 85.724 % aplicando Sandioss.

Figura 1: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Sandioss por lixiviación en mineral de tipo oxido.



Nota. Datos obtenidos de investigación de Padierna y Zegarra (2016), Chuquilin y Rengifo (2019), Romero (2020), Ccari (2018), Huacco (2017), Heras y Quispe (2018), Merizalde y Vivanco (2020), Oyarce y Lescano (2015), Ramirez y Sánchez (2016), Chuqui (2018) y Nina (2021).

Tabla 4: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Sandioss.

	Variable 1	Variable 2
Media	0.8907	0.85721143
Varianza	0.00279004	0.01150783
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	0.007148934	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	0.740985989	

P(T<=t) una cola	0.236476708
Valor crítico de t (una cola)	1.782287556
P(T<=t) dos colas	0.472953416
Valor crítico de t (dos colas)	2.17881283

P<t = acepta la hipótesis alternativa.

P> t= acepta la hipótesis nula.

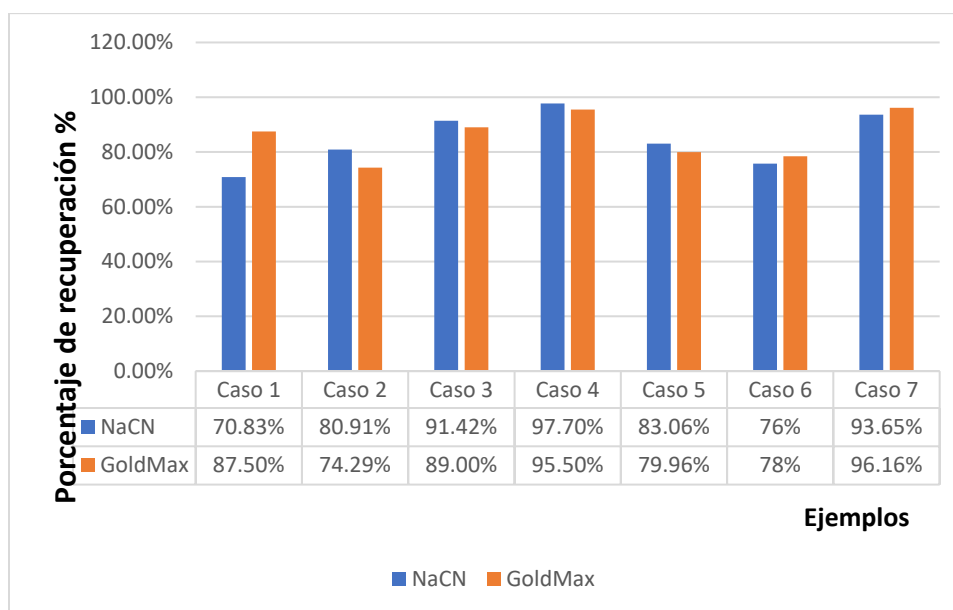
Nota: De la tabla anterior se puede deducir que existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación en la aplicación de cianuro de sodio y Sandios.

Tabla 5: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Gold Max en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo óxido.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Gold Max
Tipo de mineral	Mineral de tipo óxido	Mineral de tipo óxido
Tiempo de disolución	55 horas	65 horas
pH	11	11.9
Porcentaje de recuperación (%)	84.76%	85,84 %

Nota. Datos obtenidos de investigación de Datos obtenidos de investigación de Ayala (2018), Ruiz et al. (2019), Chuquilin y Rengifo (2019), Merizalde y Vivanco (2020), Macas y Sanmartín (2019), Orcoapaza y Reyna (2019), Pari (2019), Arapa (2019) y Nina (2021), obteniéndose una recuperación de oro promedio de 84.76% para NaCN y 85.84 % aplicando Gold Max.

Figura 2: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Gold Max.



Nota. Datos obtenidos de investigación de Ayala (2018), Ruiz et al. (2019), Chuquilin y Rengifo (2019), Merizalde y Vivanco (2020), Macas y Sanmartín (2019), Orcoapaza y Reyna (2019), Pari (2019), Arapa (2019) y Nina (2021).

Tabla 6: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Gold Max.

	Variable 1	Variable 2
Media	0.8476	0.85835714
Varianza	0.00972948	0.00725493
Observaciones	7	7
Varianza agrupada	0.008492206	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-0.218383935	
P(T<=t) una cola	0.415399894	
Valor crítico de t (una cola)	1.782287556	
P(T<=t) dos colas	0.830799788	
Valor crítico de t (dos colas)	2.17881283	

$P < t$ = acepta la hipótesis alternativa.

$P > t =$ acepta la hipótesis nula.

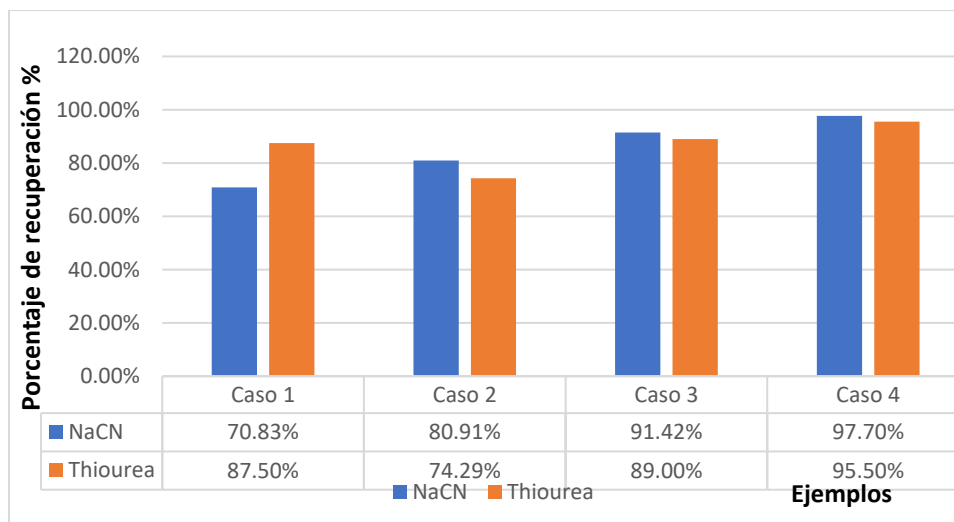
Nota: De la tabla anterior se puede deducir que no existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación en la aplicación de cianuro de sodio y Gold Max.

Tabla 7: Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Tiourea en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo óxido.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Tiourea
Tipo de mineral	Mineral de tipo óxido	Mineral de tipo óxido
Tiempo de disolución	26 horas	18 horas
pH	10.6	2
Porcentaje de recuperación (%)	85.21 %	86.57%

Nota. Datos obtenidos de investigación de Peña y Escobar (2016), Ruiz et al. (2019), Jáuregui y Villanueva (2019), Santamaría et al. (2013) y Carrillo (2013), obteniéndose una recuperación de oro promedio de 86.55% para NaCN y 76.5 % aplicando Tiourea.

Figura 3: Comparación en el porcentaje de recuperación de oro en la aplicación de NaCN y Tiourea.



Nota. Datos obtenidos de investigación de Peña y Escobar (2016), Ruiz et al. (2019), Jáuregui y Villanueva (2019), Santamaría et al. (2013) y Carrillo (2013).

Tabla 8: Prueba t para dos muestras de cianuro de sodio y Tiourea.

	Variable 1	Variable 2
Media	0.85215	0.865725
Varianza	0.013994617	0.00791044
Observaciones	4	4
Varianza agrupada	0.010952526	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	6	
Estadístico t	-0.183441539	
P(T<=t) una cola	0.430246851	
Valor crítico de t (una cola)	1.943180281	
P(T<=t) dos colas	0.860493703	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

$P < t$ = acepta la hipótesis alternativa.

$P > t$ = acepta la hipótesis nula.

Nota: De la tabla anterior se puede deducir que no existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación en la aplicación de cianuro de sodio y Thiourea.

3. Al realizar un análisis comparativo entre los reactivos de uso tradicional frente a los alternos de origen biodegradables en los cuales se aprecian los siguientes parámetros: Tiempo de disolución, Tipo de mineral, Consumo del reactivo usado, Costo, PH del reactivo, y por último su Porcentaje de recuperación.

Tabla 9: Cuadro resumen de resultados en proceso de lixiviación aplicando reactivos tradicionales.

<u>LIXIVIACIÓN / REACTIVO TRADICIONAL</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>TIPO DE MINERAL</u>	<u>CONSUMO DE REACTIVO</u>	<u>COSTO DE REACTIVO</u>	<u>pH DE REACTIVO</u>	<u>% DE RECUPERACIÓN</u>
NaCN	24 horas	Mineral Oxido	4,3 kg/T	51,6 soles	11	Au: 70,83%
NaCN	7 días	Mineral Oxido	0,900 kg/T	10,8 soles	11	Au: 80,91%
NaCN	72 horas	Mineral de tipo Oxido	-	-	11	Au: 95,01 %
NaCN	48 horas	Mineral de tipo Oxido	3,25 kg/T	39 soles	12	Au: 7,7 %
NaCN	48 horas	Mineral de tipo Oxido	4,667 kg.	17,27 dólares	11.07	Au: 91,42% Ag: 73,98%
NaCN	48 horas	Mineral tipo oxido	2g/l	-	11	Au: 95,75% %
NaCN	8 horas	Mineral de tipo oxido	1,5 gr	-	10.5	Au: 87,27 %

Nota. Esta tabla ha sido adaptada de Pari (2019), Chuquilin y Rengifo (2019), Padierna y Zegarra (2016), Arana (2019), Nina (2021), Santamaría et al. (2013) y Rudos y Villanueva (2019).

Tabla 10: Cuadro resumen de resultados en proceso de lixiviación aplicando reactivos orgánicos.

LIXIVIACIÓN / REACTIVO ORGÁNICO	TIEMPO	TIPO DE MINERAL	CONSUMO DE REACTIVO	COSTO DE REACTIVO	pH DE REACTIVO	% DE RECUPERACIÓN
GOLDMAX (Pari, 2019)	24 horas	Mineral de tipo Oxido	2,6 kg/T	39 soles	12	Au: 87,5%
GOLDMAX Chuquilin y Rengifo (2019)	7 días	Mineral de tipo Oxido	2,9 kg/T	43,5 soles	12	Au: 74,29%
SANDIOSS Chuquilin y Rengifo (2019)	7 días	Mineral de tipo Oxido	3,8 kg/T	68,4 soles	12	Au: 65,22%
SANDIOSS Padierna y Zegarra (2016)	72 horas	Mineral de tipo Oxido	-	-	11	Au: 93,46%
GOLDMAX Nina (2021)	48 horas	Mineral de tipo Oxido	6,067 kg.	27,30 dólares	11,07	Au: 89% Ag: 71,29%
SANDIOSS Nina (2021)	48 horas	Mineral de tipo Oxido	5,33 kg.	29,33 dólares	11.05	Au: 89% Ag: 71,29%
SANDIOSS Romero (2020)	48 horas	Mineral de tipo oxido	-	-	12	Au: 92,268 %
TIOUREA Rudos y Villanueva (2019)	48 horas	Mineral tipo oxido	2g/l	-	2	Au: 62,58 %
TIOUREA Santa et al. (2013)	8 horas	Mineral de tipo oxido	0,013 gr		2	Au: 68,78%

Nota. Esta tabla ha sido adaptada de Pari (2019), Chuquilin y Rengifo (2019), Padierna y Zegarra (2016), Romero (2020), Nina (2021), Santamaría et al. (2013) y Rudos y Villanueva (2019).

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

Respecto al objetivo de analizar la recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación. Los resultados obtenidos del porcentaje de recuperación en los reactivos de cianuro (NaCN) alcanzan en promedio 86.79 % de recuperación de oro para el proceso de lixiviación. Por otro lado, en los reactivos orgánicos: Gold Max recupera en promedio el 85.84 % de oro, Sandios recupera en promedio el 85.72% de oro, La Tiourea recupera cerca al 76.5% de oro y por lo tanto se rechaza la hipótesis donde se afirma que los reactivos orgánicos son más eficientes para el proceso de Lixiviación frente a los reactivos tradicionales respecto a sus porcentajes de recuperación. Los resultados presentes nos corroboran Chuquilin y Rengifo (2019) en su investigación “Influencia del cianuro de sodio, Gold Max y sandios en la recuperación de oro por lixiviación” ya nos mencionan que los reactivos tradicionales (Lixiviación: Cianuro de Sodio) obtienen porcentajes más altos de recuperación; también, son más eficaces en el tiempo, el tiempo de disolución de los minerales es menor, las concentraciones y cantidades consumidas en los reactivos orgánicos es mucho mayor, los cuales elevan los costos de operación. Sin embargo, Parí, 2019 en su tesis “Evaluación de reactivo Gold Max en minerales auríferos refractarios”, resalta los bajos niveles de contaminación en los relaves aplicando reactivos orgánicos para lixiviar minerales reduciendo al mínimo el impacto ambiental.

Respeto a los objetivos de analizar las características de los reactivos orgánicos, en proceso de lixiviación, como resultados obtenidos en las características del reactivo Sandios en Lixiviación son: toxicidad nula, no genera gases, los relaves contienen 0% de Cianuro, no es fiscalizado, es Biodegradable y tiene propiedades disolventes para la recuperación de oro; estas

características se pueden reafirmar dado a los antecedentes de otras investigaciones cómo de Romero (2020) y Nina (2021) quienes trabajaron con Sandios. Asimismo, Padierna y Zegarra (2016,) mencionan en su investigación que el reactivo lixivante orgánico Sandios presenta un bajo nivel de cianuro en sus disposiciones finales, no es fiscalizable, no genera gases tóxicos para la salud, es de origen orgánico proveniente del maíz y se obtiene que la recuperación de oro es similar al cianuro de sodio en un tiempo mayor de lixiviación. Los reactivos como el Sandios aplicar para la recuperación de oro, aún, para minerales de baja ley. Por otro lado, Parí (2019) en su investigación para el reactivo Gol Max nos menciona las siguientes características: Baja toxicidad, fabricado con materias primas y que se utilizan como fertilizantes, siendo el uso de Sandios y Gold Max un reactivo ecológico y puede aplicarse la lixiviación de menas de tipo óxido. Cano (2014) en su tesis titulada “Extracción y adsorción de metales preciosos en medio ácido con tiourea y carbón activado” nos explica de como la tiourea es un agente ligante a complejante que mantiene el oro en solución y puede disolver el oro en soluciones acuosas y su solución es mejor cuando el oro está en contacto con la pirita o la calcopirita, la tiourea, tiene baja toxicidad, la tiourea actúa como un sustituto potencial del cianuro en la disolución (lixiviación) de minerales refractarios, su disolución es a medios muy ácidos a pH de 2,5. De los resultados obtenidos respecto al objetivo de analizar las características de los reactivos tradicionales, en el caso de cianuro de sodio puede afectar al inhalarlo y podría absorberse a través de la piel causando, mareo, dolor de cabeza, latidos rápidos e incluso pérdida de conocimiento y la muerte, En el estudio de Arana (2019) nos recalca que NaCN es altamente tóxico, fiscalizable y contaminante al medio ambiente.

como resultado de comparar el porcentaje de recuperación de mineral, entre reactivos tradicionales y reactivos orgánicos en proceso de Lixiviación tenemos:

En la tabla 3 nos muestra los resultados obtenidos con el reactivo lixivante Sandios y el cianuro de sodio a 72 horas promedio de lixiviación con Sandios y con un pH de 11.36, se obtuvo una recuperación de oro promedio de 85.724%. Por otro lado, para la lixiviación con cianuro a un pH 11, en un promedio de 62 horas se obtuvo una recuperación de oro promedio al 89.07%; lo cual nos indica que el cianuro de sodio presenta mayor porcentaje de recuperación de oro en un 3.35%.

En la tabla 5 nos muestra los resultados obtenidos con el reactivo lixivante Gold Max y el Cianuro de sodio a 65 horas promedio de lixiviación con Gold Max y con un pH de 11.9, se obtuvo una recuperación de oro promedio de 85.84%. Por otro lado, para la lixiviación con Cianuro a un pH 11.15, en un promedio de 62 horas se obtuvo una recuperación de oro promedio al 84.76%; lo cual nos indica que el reactivo Gold Max presenta mayor porcentaje de recuperación de oro en un 1.08 %.

En la tabla 7 nos muestra los resultados obtenidos con el reactivo lixivante Tiourea y el Cianuro de sodio a 18 horas promedio de lixiviación con Tiourea y con un pH 2 se obtuvo una recuperación de oro promedio de 86.57%. Por otro lado, para la lixiviación con cianuro a un pH 10.6, en un promedio de 26 horas se obtuvo una recuperación de oro promedio al 86.55%; lo cual nos indica que el cianuro de sodio presenta menor porcentaje de recuperación de oro en un 0.02%.

De la comparación entre reactivos orgánicos y reactivo Cianuro en proceso de lixiviación de minerales se analiza el pH que se utiliza en los reactivos Sandios, Gol Max y NaCN son similares y varían de 10 a 12; no obstante, para la aplicación del reactivo Tiourea se necesita un medio muy ácido con pH 2.

Respecto a nuestra hipótesis nula en las tablas 4 y 6 nos afirma que no existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación entre reactivos orgánicos y cianuro de sodio y nos muestra que solo existe el 1.08 % en comparación con Gold Max y el -0.02 % de diferencia entre el reactivo tiourea.

Una limitación que existe, son las pocas investigaciones que anteriormente se hayan realizado comparaciones entre reactivos orgánicos y tradicionales, esto limita la recolección de datos para el desarrollo de este proyecto.

4.2. CONCLUSIONES

En esta investigación se concluyó que el porcentaje de recuperación en los reactivos de cianuro (NaCN) alcanzan en promedio 86.79 % de recuperación de oro para el proceso de lixiviación. Por otro lado, en los reactivos orgánicos: Gold Max recupera en promedio el 85.84 % de oro, Sandios recupera en promedio el 85.72% de oro, La Tiourea recupera cerca al 86.57% de oro. Se determina y concluye que el cianuro de sodio es más eficiente en sus niveles de recuperación de oro mediante el proceso de lixiviación, esto facilita su aplicación a nivel industrial; sin embargo, se busca una mejora y optimización en el uso de estos reactivos orgánicos, ya que reducen el impacto ambiental.

Se identificó las características de los reactivos orgánicos: son amigables con el medio ambiente ya que reducen en gran medida la contaminación que ocasiona la minería con el uso de reactivos contaminantes, toxicidad nula, no generan gases, los relaves contienen 0% de Cianuro, no es fiscalizado, son Biodegradable, no generan pasivos ambientales y tienen propiedades disolventes para la recuperación de oro. Por otro lado, las características de los reactivos tradicionales son tóxicos, fiscalizables y contaminantes al medio ambiente, pueden afectar a la salud humana al inhalarlo y podría absorberse a través de la piel causando, mareo, dolor de cabeza, latidos rápidos e incluso desmayos y la muerte.

Se concluyó de la comparación entre reactivos orgánicos y reactivo Cianuro en proceso de lixiviación que no existe una diferencia significativa en el porcentaje de recuperación de oro aplicando reactivos orgánicos y NaCN, lo cual nos indica que el cianuro de sodio presenta mayor porcentaje de recuperación de oro en un 3.35% a comparación del reactivo Sandios, el 1.08 % en comparación de Gold Max y el -0.02 % de diferencia entre el reactivo Tiourea.

De la comparación entre reactivos orgánicos y reactivo Cianuro en proceso de lixiviación de minerales se concluyó que el pH que se utiliza en los reactivos Sandios, Gol Max y NaCN son similares y varían de 10 a 12; no obstante, para la aplicación del reactivo Tiourea se necesita un medio muy ácido con pH 2.

Se concluyó respecto a nuestra hipótesis nula que en las tablas 4 y 6 nos afirma que no existe diferencia significativa en el porcentaje de recuperación entre reactivos orgánicos y cianuro de sodio en proceso de lixiviación de oro y nos muestra que solo existe el 1.08 % en comparación con Gold Max y el -0.02 % de diferencia entre el reactivo Tiourea..

Referencias

- Álvarez, C. (2015). Diseño de planta de lixiviación en pila para la unidad de procesos hidrometalúrgicos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-9500/UCE9935_01.pdf
- Arapa, M (2019). Lixiviación ecológica de minerales auríferos a partir del reactivo Gold Max para la pequeña minería. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9339>
- Cordoba, A. (2019). Modelamiento estadístico y optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero, "Revista Facultad de Ingeniería, vol.28 (53), Oct./Dec. 2019. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7315977>
- Beckel, J (2000). El proceso hidrometalúrgico de lixiviación en pilas y el desarrollo de la minería cuprífera en Chile. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4453/1/S00050422_es.pdf
- Bernaola, R. (2018). Tiourea como alternativa ambiental al uso de cianuro: comparación termoquímica computacional y experimental de Lixiviación. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5028/2/IV_FIN_107_TE_Bernaola_Flores_2018.pdf
- Bioper consulting, (2015) Productos naturales y amigables con el medio ambiente (lixiviación ecológica). <https://www.bioper.com.pe/index.html#informes>

Carrillo, M. (2013). Estudio comparativo de la lixiviación de dos minerales auroargentíferos (oxidado y sulfurado) con cianuro y tiourea. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/148325.pdf>

Chuquilin, C. & Rengifo, E. (2019). Influencia del cianuro de sodio, goldmax y sandioss en la recuperación de oro por lixiviación de un mineral oxidado de sayapullo, la libertad. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23019>

García (2018). Influencia del quebracho en la lixiviación de concentrados de cobre y zinc a alta presión en Autoclave. <https://docplayer.es/9180783-Influencia-del-quebracho-en-la-lixiviacion-de-concentrados-de-cobre-y-zinc-a-alta-presion-en-autoclave.html>

Jáuregui, E & Villanueva, Q (2019). Efecto del tiempo de agitación, dosificación de tiourea y cianuro de sodio como agentes lixiviantes sobre la recuperación de oro en un mineral oxidado de Ayacucho. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23846/J%C3%A1uregui%20Rodas%20Elmer%20Jhoe%20-%20Villanueva%20Rodr%C3%ADguez%20Quilmer%20Rol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López (2020). Extracción de oro a partir de la lixiviación con tiourea. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9862/1/128226.pdf>

Liberona (2013). Proposición de un sistema de lixiviación in situ. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114460/Proposicio%CC%81n-de-un-sistema-de-lixiviacio%CC%81n-in->

[situ.pdf?sequence=4#:~:text=La%20lixiviaci%C3%B3n%20in%20situ%20corresponde,la%20remoci%C3%B3n%20de%20la%20roca.](#)

Meza, E. y Sánchez, R. (2012). Utilización de la thiourea como agente alternativo para lixiviar minerales altamente refractarios en la recuperación de oro. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3372>

Nina, H (2019). Evaluación del proceso de lixiviación por agitación de minerales oxidados auríferos de la comunidad de Chahuanca – Apurímac. http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/4175/1883_2021_nina_mamani_h_fain_ingenieria_metalurgica_y_materiales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pari D. (2019). Evaluación del reactivo goldmax en minerales auríferos refractarios. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3818/1667_2019_pari_ticona_df_fain_ingenieria_metalurgica_materiales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Padierna, J. & Zegarra (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’’. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3154?show=full>

Peña, I & Escobar, E (2016). Influencia de la concentración de thiourea sobre la extracción de oro por lixiviación de un mineral oxidado a pH ácido controlado con ácido cítrico. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9002>

[Piscoya, K \(2018\). Estudio de la lixiviación por agitación empleando el proceso cip para la recuperación de oro de la minera de ECO CORI S.A. Juliaca](#)

Romero, J (2020). Extracción del oro mediante el proceso de lixiviación con el reactivo sandioss del yacimiento minero chocrocoña, llusco - chumbivilcas, región Cusco.
https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6146/253T20200406_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romero, A. & Flores. (2010). La influencia de la velocidad de agitación en la lixiviación dinámica de minerales alterados.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v12_n24/pdf/a14v12n24.pdf

Santamaría et al. (2013). Comparación de cianuro y tiourea como agentes lixiviantes de un mineral aurífero colombiano.
<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2222/2187>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de variables

TÍTULO: “ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN TRUJILLO 2022”

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cuál es la influencia de los reactivos orgánicos en la recuperación de oro como alternativa al Cianuro de Sodio en procesos de Lixiviación, Trujillo 2022?	Los reactivos orgánicos alternos son más eficientes para el proceso de Lixiviación frente a los reactivos tradicionales respecto a sus porcentajes de recuperación de mayor alcance.	GENERAL: - Analizar la diferencia que existe en el porcentaje de recuperación de oro con reactivos orgánicos y reactivos de cianuro para proceso de lixiviación	VARIABLE 1: Independiente Reactivos orgánicos y Reactivos de cianuro	Tipo de investigación: No experimental Según su nivel: Descriptiva Método Recolección, Análisis y Evaluación.	POBLACIÓN Reactivos orgánicos y reactivos de cianuro
		ESPECÍFICOS: -Analizar las características propias de los reactivos orgánicos y/o Cianuro de sodio en el proceso de lixiviación. -Comparar el porcentaje de recuperación de oro, entre reactivos orgánicos y reactivos de cianuro en proceso de lixiviación. -Analizar el pH que se utiliza en reactivos orgánicos en proceso de lixiviación de minerales. - Analizar los costos de aplicación de los reactivos orgánicos y/o reactivos en el proceso de lixiviación.	VARIABLE 2: Dependiente Proceso de lixiviación	Técnica: Análisis documental Instrumento: Guía de resumen documental Método de análisis de datos: tablas de caracterización, cuadros comparativos.	MUESTRA Reactivos orgánicos y reactivos de cianuro

ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: “ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN TRUJILLO 2022”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: PROCESO DE LIXIVIACIÓN.	. La lixiviación es considerada un proceso hidrometalúrgico, en donde se pueden extraer los metales valiosos económicamente desde los materiales que los contienen, haciendo uso de reactivos químicos Álvarez (2015).	La lixiviación es un proceso en el cual se extrae uno o varios metales valiosos económicamente de un sólido, mediante la utilización de un disolvente líquido Bernaola (2018).	Tonelajes	-Tm/día -Toneladas anuales	Ordinal
			Económico	-Precio del mineral -Demanda del mineral	Ordinal
			Humedad	-Porcentaje de agua	Ordinal
			Lixiviación	-Tiempo de lixiviación -Agentes lixiviantes -Costos -Metodología	Nominal

VARIABLE INDEPENDIENTE:	<p>Los reactivos biodegradables son reactores que se utilizan en diversas industrias; en minería, en los procesos de concentración se aplican con el fin de reducir los impactos ambientales (Pacheco y Duran 2014). Los reactivos tradicionales son los que se emplean en los métodos convencionales para concentrar los minerales, pero son químicos altamente dañinos para la salud (Misari, 2016).</p>	<p>Los reactivos de naturaleza bacteriana y orgánica son llamados reactivos biodegradables, al igual que los tradicionales son empleados mayormente en los procesos de lixiviación y flotación de minerales y operan como reactivos disolventes para separar el mineral valioso de la ganga Menadier (2019)</p>	Valoración Social	-Aceptación de la población	Nominal
REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO			Socio Ambiental	-Niveles de contaminación de suelos, aire y ríos. -Salud Humana	Nominal
			Hidrofobicidad	-Adherencia de partículas	Nominal
			Disolución	-Minerales sulfurados/óxidos -Porcentaje de disolución	Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: Matriz de instrumento

TÍTULO “ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO, PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN. TRUJILLO 20222022”

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	APORTE
PROCESO DE LIXIVIACIÓN	Proceso de Lixiviación	Porcentaje de recuperación Ley de concentrado. Subproductos costos	Identificar los porcentajes de recuperación en el proceso de lixiviación con el uso de reactivos alternos y tradicionales.
	Tonelajes	Toneladas anuales.	
	Económico	Tm/día Precios	Identificar los costos de aplicación para cada tipo de reactivo.
REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO	Lixiviación	Demanda Tiempo de lixiviación. Agentes lixiviantes Costos	Analizar los consumos de los agentes lixiviantes en el proceso de lixiviación.
	Humedad	Porcentaje de agua	Analizar los niveles de contaminación de ambos tipos de reactivos. Seleccionar un tipo de reactivo óptimo para la concentración de minerales
	Socio Ambiental	Niveles de contaminación de suelos, aire y ríos Salud Humana.	

Valoración Social	Aceptación de la población	Determinar el nivel de aceptación de la sociedad en el uso de ambos tipos de reactivos
Disolución	Minerales sulfurados/óxidos Porcentaje de disolución.	Identificar los reactivos tradicionales / biodegradables aplicables para cada mineral de tipo oxido y sulfuros.
Económico	Demanda	Determinar con qué frecuencia las empresas mineras aplican reactivos no contaminantes

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: Instrumentos de valorización de impacto.

REACTIVOS BIODEGRADABLES			
INDICADORES	BAJO	MEDIO	ALTO
PORCENTAJE DE RECUPERACION			X
LEY DE CONCENTRADO			X
PRECIO		X	
DEMANDA	X		
TIEMPO DE LIXIVIACIÓN		X	
NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS, AIRE Y RÍOS	X		
DAÑOS A SALUD HUMANA.	X		
ACEPTACIÓN DE LA POBLACIÓN			X

Fuente:

Elaboración propia

ANEXO 5: Tabla de valorización según indicadores lixiviantes

REACTIVOS TRADICIONALES

INDICADORES	BAJO	MEDIO	ALTO
PORCENTAJE DE RECUPERACION			X
LEY DE CONCENTRADO			X
PRECIO		X	
DEMANDA			X
TIEMPO DE LIXIVIACIÓN		X	
NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS, AIRE Y RÍOS			X
DAÑOS A SALUD HUMANA.			X
ACEPTACIÓN DE LA POBLACIÓN	X		

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 6: Cuadros comparativos en la aplicación de reactivos orgánicos y reactivos de NaCN.

Tabla 11:

Cuadro comparativo en la aplicación de reactivo Gold MAX y cianuro de sodio (NaCN) para la recuperación de oro mediante lixiviación de piritas auríferas.

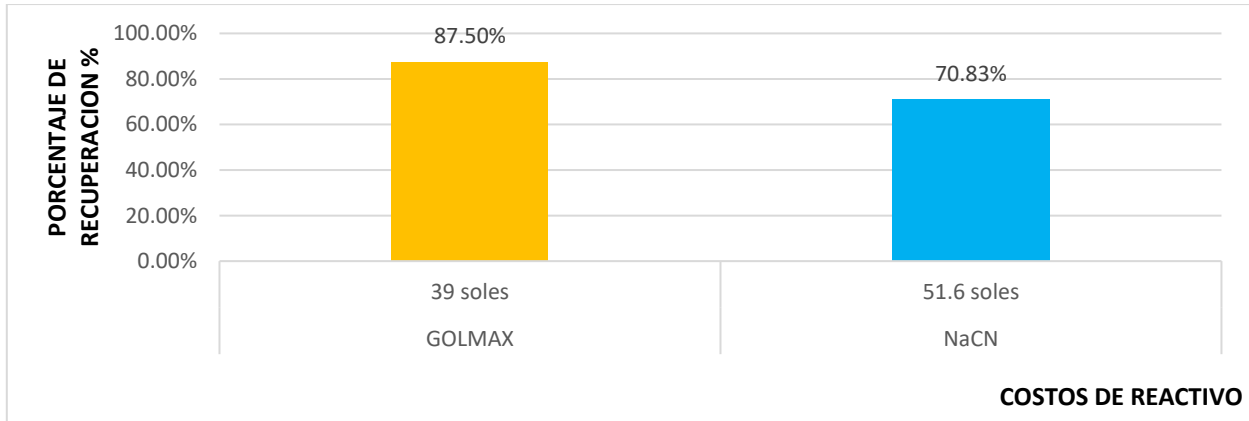
PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Gold Max
Tipo de mineral	Relaves de piritas auríferas	Relaves de piritas auríferas
Tiempo de disolución	24 horas	24 horas
pH	11	12
Concentración de reactivo	0,7 g/l	0,5 g/l
Consumo de reactivo	4,3 kg/t	2,6 kg/t
Precio de reactivo	12 soles/ kg	15 soles /kg
Costos	51,6 soles	39 soles
Porcentaje de recuperación (%)	70,83 %	87,5 %

Nota. Datos obtenidos de investigación Pari (2019) en su tesis titulada “Evaluación del reactivo Gold Max en minerales auríferos refractarios”.

Figura 4

Comparación en la aplicación de reactivo GOL MAX y cianuro de sodio (NaCN) para la recuperación de oro mediante lixiviación de piritas auríferas.

“ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO, PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN. TRUJILLO 2022”



Nota. Datos obtenidos de investigación Pari (2019).

Tabla 12:

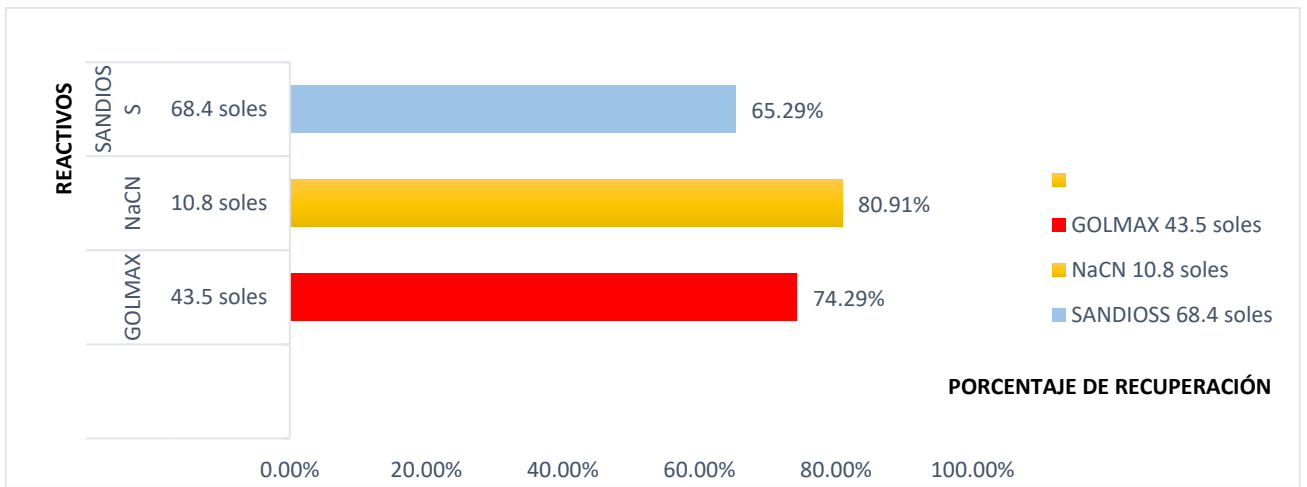
Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN, Gold Max y Sandios en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Gold Max	Lixiviación Sandios
Tipo de mineral	Cuarzo (50kg)	Cuarzo (50kg)	Cuarzo (50kg)
Tiempo de disolución	7 días	7 días	7 días
pH	11	12	12
Fuerza de agitación	500 rpm	500 rpm	500 rpm
Consumo de reactivo	0,900 kg	2,900kg	3,800 kg
Precio de reactivo	12 soles /kg	15 soles/kg	18 soles/kg
Costos de reactivo	10,8 soles	43,5 soles	68,4 soles
Porcentaje de recuperación (%)	80,91 %	74,29 %	65,29 %

Nota. Datos obtenidos de investigación Chuquilin y Rengifo (2019) en su tesis titulada ‘Influencia del cianuro de sodio, Gold Max y Sandioss en la recuperación de oro por lixiviación de un mineral oxidado de Sayapullo, La libertad’.

Figura 5

Comparación en la aplicación de reactivo GOLMAX y cianuro de sodio (NaCN) en la recuperación de Au de mineral de cuarzo.



Nota. Datos obtenidos de investigación Chuquilin y Rengifo (2019).

Tabla 13

Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN y Sandios en la recuperación de oro por lixiviación en mineral de tipo oxido.

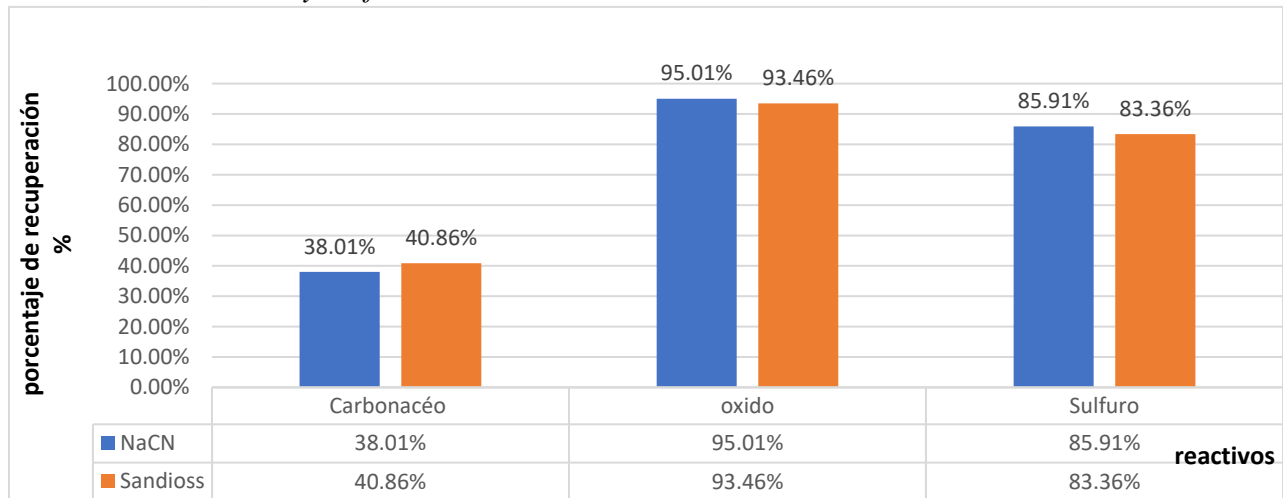
PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Sandios
Tipo de mineral	Carbonáceo oxido Sulfuro	Carbonáceo oxido Sulfuro

Tiempo de disolución	72 horas	72 horas
pH	11	11
Fuerza de agitación	500 rpm	500 rpm
Precio de reactivo	12 soles /kg	18 soles/kg
Porcentaje de recuperación (%)	Carbonáceo:38,01% Óxido: 95,01 % Sulfuro: 85,91 %	Carbonáceo:40,86% Óxido: 93,46 % Sulfuro:83,36%

Nota. Datos obtenidos de investigación Padierna y Zegarra (2016) en su tesis titulada ‘‘Recuperación de oro utilizando Sandios como alternativa al cianuro de sodio en la lixiviación alcalina por agitación de minerales tipo óxido, sulfuro y carbonáceo’’.

Figura 6

Comparación en el porcentaje de recuperación de NaCN vs Sandios en mineral de tipo Carbonáceo, Óxido y Sulfuro.



Nota. Datos obtenidos de investigación Padierna y Zegarra (2016).

Tabla 14

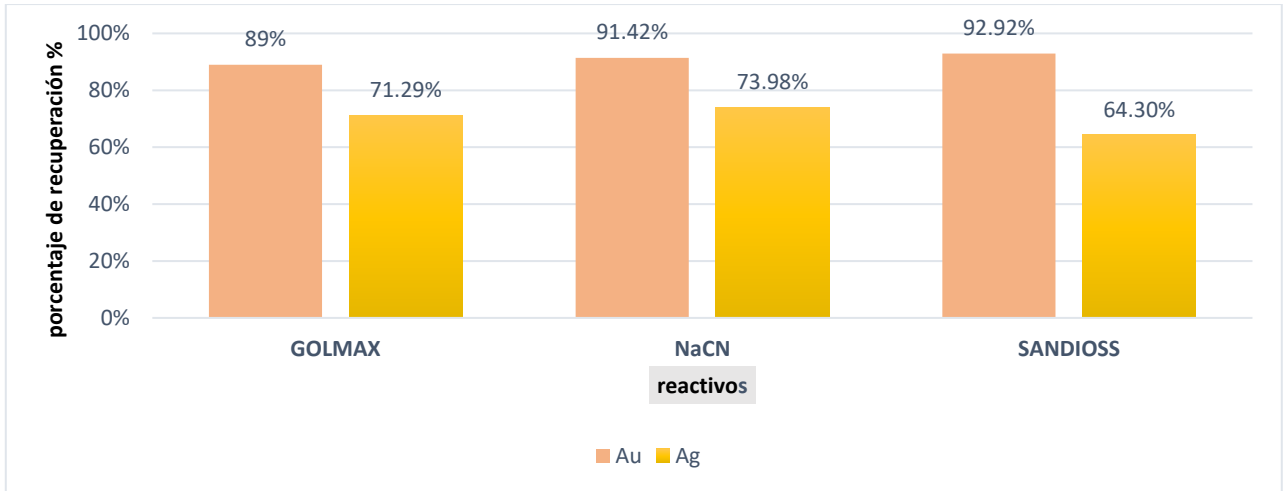
Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN, Gold MAX y Sandios en lixiviación de mineral aurífero.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Gold Max	Lixiviación Sandios
Tipo de mineral	Tipo oxido (26kg)	Tipo oxido (26kg)	Tipo oxido (26kg)
Tiempo de disolución	48 horas	48 horas	48 horas
pH	11,07	11,07	11,05
Fuerza de agitación	200 rpm	200 rpm	200 rpm
Consumo de reactivo	4,667 kg	6,067 kg	5,33 kg
Precio de reactivo	3,7 dólares /kg	4,5 dólares /kg	5,5 dólares /kg
Costos de reactivo	17,27 dólares	27,30 dólares	29,33 dólares
Porcentaje de recuperación (%)	Au: 91,42% Ag: 73,98%	Au: 89% Ag: 71,29%	Au: 92,92% Ag: 64,3%

Nota. Datos obtenidos de investigación Nina (2021) en su tesis titulada ‘Evaluación del proceso de lixiviación por agitación de minerales oxidados auríferos de la comunidad de Chalhuanca – Apurímac’.

Figura 7

Comparación en la recuperación (%) mediante la aplicación de NaCN, Gold Max y Sandios en lixiviación de mineral aurífero.



Nota. Datos obtenidos de investigación Nina (2021)

Tabla 15

Cuadro de resultados en la extracción de oro mediante el proceso de lixiviación con el reactivo Sandios y tiourea en mineral de tipo placer y de tipo óxido respectivamente

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación Sandios	Lixiviación Tiourea
Tipo de mineral	Mineral tipo Oxido	Mineral tipo Oxido
Tiempo de disolución	48 horas	5 horas
pH	12	2,5
Fuerza de agitación	500 rpm	-
Porcentaje de recuperación (%)	92,268 %	62 %

Nota. Datos obtenidos de investigación de Romero (2020) en su investigación “Extracción del oro mediante el proceso de lixiviación con el reactivo sandios del yacimiento minero chocrocoña, llusco - chumbivilcas, región Cusco” y Peña & Escobar (2016) en su tesis

“Influencia de la concentración de tiourea sobre la extracción de oro por lixiviación de un mineral oxidado a pH ácido controlado con ácido cítrico”

Tabla 16

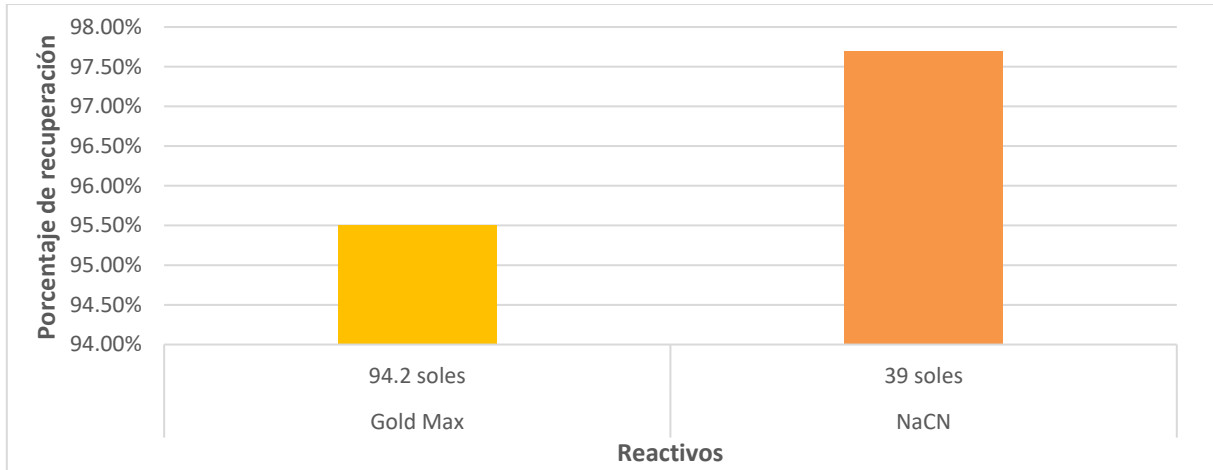
Cuadro comparativo en la aplicación de Gold Max y NaCN en proceso de lixiviación de mineral de tipo oxido.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Gold Max
Tipo de mineral	Mineral tipo oxido (1kg)	Mineral tipo oxido (1kg)
Tiempo de disolución	48 horas	48 horas
pH	12	12
Fuerza de agitación	2500 rpm	2500 rpm
Consumo de reactivo	3,25kg/TM	6,28 kg/TM
Precio de reactivo	12 soles/kg	15 soles /kg
Costos de reactivo	39 soles	94,2 soles
Porcentaje de recuperación (%)	97,7 %	95,5 %

Nota. Datos obtenidos de investigación Arapa (2019) en su tesis titulada “Lixiviación ecológica de minerales auríferos a partir del reactivo Gold Max para la pequeña minería”.

Figura 8

Comparación en la recuperación (%) mediante la aplicación de NaCN y Gold Max en lixiviación de mineral aurífero.



Nota. Datos obtenidos de investigación Arapa (2019).

Tabla 17

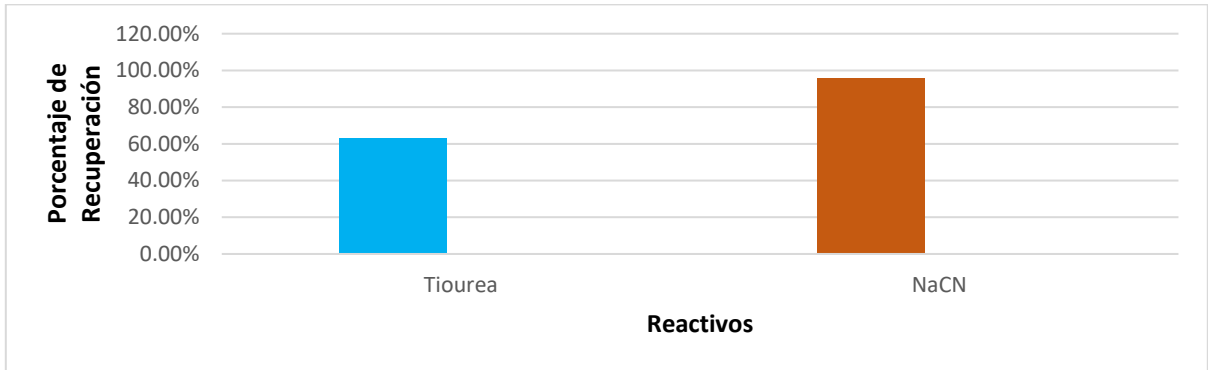
Cuadro comparativo en la aplicación de Tiourea y NaCN en proceso de lixiviación por botella de mineral oxidado en la recuperación de Au.

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación NaCN	Lixiviación Tiourea
Tipo de mineral	Mineral tipo oxido (25kg)	Mineral tipo oxido (25kg)
Tiempo de disolución	48 horas	48 horas
pH	11	2
Concentración de reactivo	2 g/l	2 g/l
Fuerza de agitación	54 rpm	54 rpm
Porcentaje de recuperación (%)	95,75%	62,758 %

Nota. Datos obtenidos de investigación Jáuregui y Villanueva (2019) en su tesis titulada “Efecto del tiempo de agitación, dosificación de tiourea y cianuro de sodio como agentes lixiviantes sobre la recuperación de oro en un mineral oxidado de Ayacucho”.

Figura 9

Comparación en la recuperación (%) mediante la aplicación de NaCN y Gold Max en lixiviación de mineral aurífero.



Nota. Datos obtenidos de investigación Jáuregui y Villanueva (2019).

Tabla 18

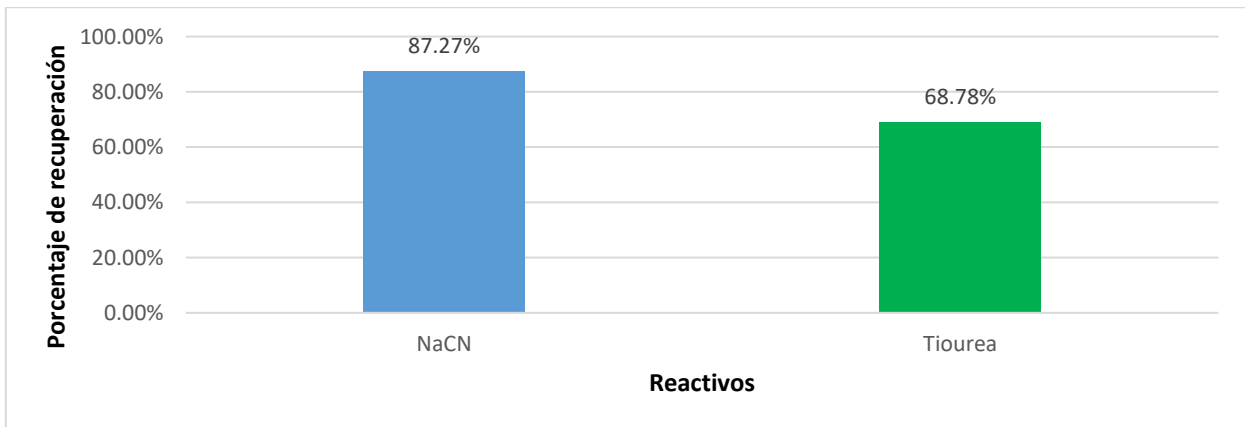
Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN, y el reactivo Tiourea por lixiviación en mineral de tipo aurífero. .

PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación	Lixiviación
	NaCN	Tiourea
Tipo de mineral	Mineral aurífero (100g)	Mineral aurífero (100g)
Tiempo de disolución	8 horas	8 horas
pH	10,5	2
Fuerza de agitación	800 rpm	800 rpm
Consumo de reactivo	1,5 gr	0,013 gr
Porcentaje de recuperación (%)	68,78%	87,27 %

Nota. Datos obtenidos de investigación Santamaría et al. (2013) en su tesis titulada “Comparación de cianuro y tiourea como agentes lixiviante de un mineral aurífero colombiano”

Figura 10

Comparación en la recuperación (%) mediante la aplicación de NaCN y Tiourea en lixiviación de mineral aurífero



Nota. Datos obtenidos de investigación Santamaría et al. (2013).

Tabla 19

Cuadro comparativo en la aplicación de NaCN, y el reactivo Tiourea por lixiviación en mineral de tipo oxido.

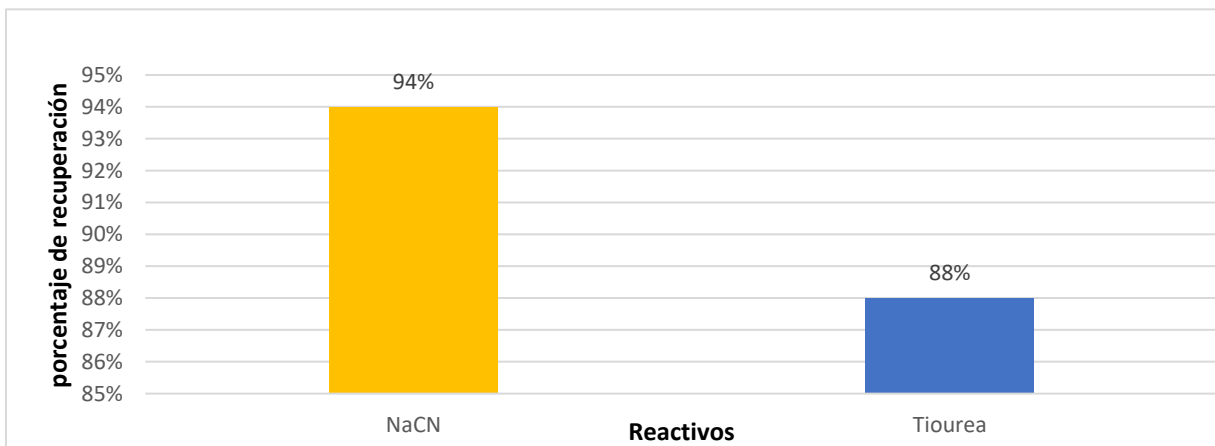
PARÁMETROS / PROCESOS	Lixiviación	Lixiviación
	NaCN	Tiourea
Tipo de mineral	Mineral oxidado	Mineral oxidado
Tiempo de disolución	35 horas	10 horas
pH	10	1.5
Fuerza de agitación	800rpm	700 rpm
Concentración	0.5 g/l	6 g/L

Consumo de reactivo	1.634 kg/TM	21.4 kg/TM
Porcentaje de recuperación (%)	88%	94%

Nota. Datos obtenidos de investigación Carrillo (2013) en su tesis titulada ‘‘Estudio comparativo de la lixiviación de dos minerales auroargentíferos (oxidado y sulfurado) con cianuro y tiourea’’.

Figura 11

Comparación en la recuperación (%) mediante la aplicación de NaCN y Tiourea en lixiviación de mineral aurífero.



Nota. Datos obtenidos de investigación Carrillo (2013).


ANEXO 7: Matriz de evaluación N° 1



MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	"Estudio comparativo entre los reactivos biodegradables y los reactivos tradicionales, en procesos de concentración de minerales. Trujillo 2020"			
Línea de investigación:	Desarrollo sostenible y Gestión empresarial			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Cuadro Comparativo			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>Nombre completo: Liana Ysabel Cárdenas Gutiérrez</p> <p>DNI: 40221041</p> <p>Profesión: Ing. Químico</p> <p>Grado: Magister</p> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; transform: rotate(-15deg);"> Liana Y. Cárdenas Gutiérrez ING. QUÍMICO R. CIP. 146220 </div> <p>FIRMA Y SELLO</p> </div> </div>				

ANEXO 8: Matriz de evaluación N° 2



MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:		"Estudio comparativo entre los reactivos biodegradables y los reactivos tradicionales, en procesos de concentración de minerales. Trujillo 2020"		
Línea de investigación:		Desarrollo sostenible y Gestión empresarial		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Cuadro Comparativo		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Nombre completo: <i>Jesús G. Valca Pérez</i>		 Jesús Gabriel Valca Pérez ING. DE MINAS R/CIP-N° 189681		
DNI: <i>41479520</i>		FIRMA Y SELLO		
Profesión: <i>Ing. de Minas</i>				
Grado: <i>Magister</i>				

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Wilson Carlos Gómez Hurtado, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- Pérez Valqui, Luis David

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: ANÁLISIS DE RECUPERACIÓN DE ORO CON REACTIVOS ORGÁNICOS Y REACTIVOS DE CIANURO PARA PROCESO DE LIXIVIACIÓN TRUJILLO 2022 para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.



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

Asesor