

Universidad Nacional
José Faustino Sánchez Carrión



Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

***ESTUDIO DE MINERALES AURÍFEROS POR FLOTACIÓN Y
CIANURACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE ORO Y PLATA DE LA
MINERA TRES VALLES SAC***

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
METALURGICO**

Autores

**DAVID GRABIEL MENDOZA ROJAS
LESLY JAIDY BONILLA CABELLO**

Asesor

Mtro. JOAQUÍN JOSÉ ABARCA RODRÍGUEZ

Huacho - Perú

2023



**JOAQUÍN JOSÉ
ABARCA RODRIGUEZ
INGENIERO METALURGICO
Reg CIP Nº 106833**

"ESTUDIO DE MINERALES AURÍFEROS POR FLOTACIÓN Y CIANURACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE ORO Y PLATA DE LA MINERA TRES VALLES SAC"

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

10%

★ Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino

Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA LESLY BONILLA

La presente tesis está dedicado a mis padres por encomendar mis pasos hacia el bien, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

A mis hermanos quienes me impulsaron a estudiar y por estar presente cada vez que los necesite’.

AGRADECIMIENTO LESLY BONILLA

Agradezco a Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada carrera, darme buena salud y fortaleza en todo momento.

A mi asesor el ing. abarca Rodríguez Joaquín José, por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de la presente tesis.

A mis hermanos que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan a salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

DEDICATORIA DAVID MENDOZA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos, quienes me dieron su apoyo incondicional en el trayecto de mi vida académica, sé que sin el apoyo de ellos no se hubiera logrado la conclusión de este trabajo.

AGRADECIMIENTO DAVID MENDOZA

Agradezco inmensamente a mi madre por su esfuerzo y dedicación que durante toda mi vida me a inculcados valores y principios, pero sobre todo la pasión por los estudios y a mi padre por el apoyo brindado en momentos de mi etapa académica.

Particular agradecimiento deseo brindar al Ing. Abarca Rodríguez, Joaquín por los valiosos consejos que me brinda y sus orientaciones oportunas.

PENSAMIENTO

“Todos somos aficionados. La vida es tan corta
que no da para más” (Charles Chaplin)

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
PENSAMIENTO.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLA.....	xi
INDICE DE FIGURA.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivo Específico.....	2
1.4 Justificación de la Investigación.....	3
1.5 Delimitación del Estudio.....	4
1.6 Viabilidad del Estudio.....	4
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	5
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	5
2.1.1. Investigación Internacional.....	5
2.1.2. Investigación Nacional.....	6

2.2.	Bases Teóricas.	8
2.2.1.	Molienda de Minerales.	8
2.2.2.	Variables en la Molienda.	8
2.2.3.	Flotación de Minerales.	9
2.2.4.	Variables en la Flotación.	10
2.2.5.	Cianuración de Minerales Auríferos.	12
2.2.6.	Variables en la Cianuración.	13
2.3.	Definiciones Conceptuales.	15
2.4.	Hipótesis de la Investigación.	17
2.4.1.	Hipótesis General	17
2.4.2.	Hipótesis Específicos	17
2.5.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	18
CAPITULO III METODOLOGIA.		19
3.1.	Diseño Metodológico.	19
3.2.	Población y Muestra.	20
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	21
3.4.	Técnicas para el Procesamiento de la Información.	21
3.5.	Matriz de Consistencia.	22
CAPITULO IV RESULTADOS.		23
4.1.	Análisis de resultados.	23
4.1.1.	Muestra para las pruebas metalúrgicas.	23
4.1.2.	Característica química de la ley de cabeza.	24
4.1.3.	Pruebas de molienda.	25
4.1.4.	Pruebas de cianuración.	30
4.1.5.	Prueba de flotación de minerales sulfurado.	41

4.2. Contratación de Hipótesis.....	45
2.5.1. Contratación de Hipótesis General.....	45
2.5.2. Contratación de Hipótesis Específicos.....	46
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....	54
5.1. Discusión de resultados.....	54
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
6.1. Conclusiones.....	56
6.2. Recomendaciones.....	57
CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACION.....	58
7.1. Fuentes Bibliográficas.....	58
ANEXOS.....	62

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de las variables e indicadores	18
Tabla 2 Madriz de consistencia	22
<i>Tabla 3 Muestra de mineral sulfurado</i>	23
<i>Tabla 4 Muestra de mineral oxidado</i>	24
Tabla 5 Ley de cabeza de mineral oxido y sulfuro.....	24
Tabla 6 Resultado de la molienda de minerales sulfuros	25
Tabla 7 Proyección del %-200m y P(80) en función al tiempo de sulfuros.....	27
Tabla 8 Resultado de la molienda de minerales oxidado	27
Tabla 9 Proyección del %-200m y P(80) en función al tiempo de óxidos	29
Tabla 10 Análisis de la solución mineral oxido	31
Tabla 11 Balance de la solución rica cianurada de mineral oxidado	32
Tabla 12 Balance de la cianuración de mineral oxidado.....	32
Tabla 13 Consumo de NaCN y CaO en mineral oxidado	34
Tabla 14 Análisis de la solución mineral sulfurado	36
Tabla 15 Balance de la solución rica cianurada de mineral sulfuro.....	37
Tabla 16 Balance de la cianuración de mineral sulfuro.	37
Tabla 17 Consumo de NaCN y CaO en mineral sulfuro.....	39
Tabla 18 Balance Metalúrgico leyes de oro plata	43
Tabla 19 Balance Metalúrgico recuperación de oro plata.....	44
Tabla 20 Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Au mineral oxidado	47
Tabla 21 Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Ag mineral oxidado	48

Tabla 22	Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Au mineral sulfuro	49
Tabla 23	Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Ag mineral sulfuro.	50
Tabla 24	Coeficientes para el tiempo vs pasante 200m para mineral oxidado	52
Tabla 25	Coeficientes para el tiempo vs pasante 200m para mineral sulfuro.....	53

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Potencial- pH diagrama de equilibrio para el sistema Au-H ₂ O-CN- a 25°C	14
Figura 2 Curva de molienda pasante 200m vs tiempo de minerales sulfuros	26
Figura 3 Curva de tamaño de P(80) vs tiempo(min)de minerales sulfuros.....	26
Figura 4 Curva de molienda pasante 200m vs tiempo de minerales óxidos	28
Figura 5 Curva de tamaño de P(80) vs tiempo(min)de minerales óxidos	28
Figura 6 Curva de la concentración de oro y plata en la cianuración de mineral oxidado.....	33
Figura 7 Curva de recuperación de oro y plata en la cianuración de mineral oxidado	33
Figura 8 Curva de consumo de NaCN y CaO para mineral oxidado	35
Figura 9 Curva de la concentración de oro y plata en la cianuración de mineral sulfuro	38
Figura 10 Curva de recuperación de oro y plata en la cianuración de mineral sulfuro.....	38
Figura 11 Curva de consumo de NaCN y CaO para mineral sulfuro.....	39
Figura 12 Diagrama del proceso de flotación de mineral sulfuro	41
Figura 13 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Au en mineral oxidado.....	47
Figura 14 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Ag en mineral oxidado.....	48
Figura 15 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Au en mineral sulfuro	49
Figura 16 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Ag en mineral sulfuro	50
Figura 17 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo de molienda en %-200m de mineral oxidado	52

Figura 18 Diagrama de Pareto el efecto del tiempo de molienda en %-200m de mineral sulfuro
..... 53

RESUMEN

Tiene por objetivo Evaluar el estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración que nos permitirá obtener una recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC, se realizó en el laboratorio de la empresa, el estudio es un trabajo experimental donde se realizó pruebas de moliendabilidad seguido de una flotación y cianuración para los mineral sulfurado con ley de 14.26 g/t para el oro, 190 g/t para la plata y 13.85% de hierro y cianuración para mineral oxidado con ley de oro de 9.41 g/t, para la plata 24.9 g/t y el hierro de 10.07%. En la flotación se realizó con un mineral pasante a la malla 200 el 80%, con un 33% solido con la adición 71 g/t de MX-945, 65 g/t de Z6, 72 g/t de D250. En el proceso de cianuración las condiciones se tienen 80% pasante a la malla 200, con un 30% de sólidos, fuerza de 1000 ppm NaCN, tiempo de 72 horas, pH 11. Obteniendo como resultado en la flotación de 38.3 g/t de oro, 532 g/t de plata con una recuperación del 94.34% y 91.38% respectivamente. Mientras que la cianuración se obtuvo para mineral sulfuro del orden de 88.36% de oro y 46.95% para la plata con un consumo de 4.97 kg/t NaCN, 1.15 kg/t CaO. Para el mineral oxidado se tiene una recuperación 90.22% de oro y 54.99% para la plata con un consumo de 2.01 kg/t NaCN, 3.85 kg/t CaO. Concluyendo la mejor recuperación para mineral sulfurado es el proceso de flotación para oro y plata, mientras que para el mineral oxidado se tiene una recuperación superior al 90% para el oro. El tiempo de cianuración y el cianuro de sodio influyen estadísticamente en la recuperación de oro y plata tanto para mineral oxidado y sulfuro, mientras que el CaO no influyen en la cianuración.

Palabra clave: Cianuración de oro, flotaación cianuración oro plata, molienda cianuración de oro, lixiviación plata con cianuro.

ABSTRACT

Its objective is to evaluate the study of gold-bearing minerals by flotation and cyanidation that will allow us to obtain a recovery of gold and silver from the Tres Valles SAC mining company, it was carried out in the company's laboratory, the study is an experimental work where tests of grindability followed by flotation and cyanidation for sulphide ore grading 14.26 g/t for gold, 190 g/t for silver and 13.85% iron and cyanidation for oxidized ore grading 9.41 g/t gold, for silver 24.9 g/t and iron 10.07%. In the flotation, 80% of the 200-mesh ore was carried out, with 33% solid, with the addition of 71 g/t of MX-945, 65 g/t of Z6, 72 g/t of D250. In the cyanidation process, the conditions are 80% through the 200 mesh, with 30% solids, strength of 1000 ppm NaCN, time of 72 hours, pH 11. Obtaining as a result in the flotation of 38.3 g/t of gold, 532 g/t silver with a recovery of 94.34% and 91.38% respectively. While cyanidation was obtained for sulfide ore of the order of 88.36% gold and 46.95% for silver with a consumption of 4.97 kg/t NaCN, 1.15 kg/t CaO. For the oxidized ore, there is 90.22% gold and 54.99% for silver with a consumption of 2.01 kg/t NaCN, 3.85 kg/t CaO. In conclusion, the best recovery for sulphide ore is the flotation process for gold and silver, while for oxidized ore there is a recovery greater than 90% for gold. Cyanidation time and sodium cyanide statistically influence gold and silver recovery for both oxidized ore and sulfide, while CaO does not influence cyanidation.

Keywords: Gold cyanidation, gold silver cyanidation flotation, gold cyanidation milling, silver cyanide leaching.

INTRODUCCIÓN

La cianuración y la flotación son los procesos más empleados en la recuperación de los minerales auríferos, la flotación se emplea en la flotación de minerales sulfurados donde el oro y plata se encuentran en pitita, arsenopitira, etc. Mientras que la cianuración se emplean a minerales oxidados para la extracción de oro y plata para luego recuperar el oro y plata como elemento metálico de pureza superior al 99.85%. En 1783 el sueco Scheele descubre que el cianuro puede disolver al oro, pero hasta 1887 MacArthur emplea en la extracción del oro en Escocia, por otra parte, en 1896 Bodlander se da cuenta que el oxígeno tiene influencia en la extracción de oro por la intervención del cianuro de sodio en la disolución del oro. En el Perú después de la caída del guano de isla se busca alternativas en el proceso de extracción de materia prima por lo que a partir de 1918 adelante se emplean la flotación y la cianuración en la flotación de minerales y la cianuración de oro por el agotamiento de las reservas de alta ley que se realizaban por concentración gravimétrica.

En la actualidad los minerales oxidados de valor económico de las vetas de oro se agotan y existe minerales de baja ley, por lo que se buscan los parámetros que sean más rentables para la recuperación del oro y plata ya sea por flotación para mineral sulfurada y cianuración para los óxidos de sulfuro que sean rentables para las empresas artesanales, pequeñas y medianas. Por que el trabajo se enfoca en la búsqueda de alternativas más factibles para una inversión más segura y próspera.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

El estudio se realizará en las instalaciones de la Empresa Tres Valles S.A.C., la investigación sobre el estudio de los minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata por flotación y cianuración, con la finalidad de obtener los parámetros operacionales, respecto a la liberación, flotación y cianuración, que nos permitirá el uso de los datos en la ingeniería básica para el dimensionamiento de una planta. El estudio estará realizar un estudio de molienda, luego es estudio de flotación y el estudio de cianuración a nivel laboratorio.

En la ingeniería básica es necesario contar con datos reales, para ellos es necesario realizar las pruebas metalúrgicas, para recopilar la información para ser empleados en el dimensionamiento de los equipos y el diseño del proceso.

A nivel internacional, la trituración de los minerales seguido de la molienda adecuada del mineral y el control de flujo del circuito de molienda permite obtener una flotación de los minerales óptimas (Runge, Tabosa, Holtham, & Valle, 2014).

A nivel regional, el consumo de acero en la molienda está íntimamente relacionado con la dureza del mineral y el mineral sulfurado permite la corrosión del material moledora (Díaz, 2017).

A nivel nacional, con un control adecuado de la molienda, densidad de pulpa y dosificación de los reactivos permite obtener una mejor recuperación (Mamani, 2020).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida un estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración nos permitirá obtener una recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Será posible con un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, nos permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata?
- ¿Será posible con un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración permitirá obtener el consumo de cal y cianuro?
- ¿Será posible con un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción optima de oro y plata?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración que nos permitirá obtener una recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC

1.3.2 Objetivo Específico.

- Evaluar el estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, para obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.
- Evaluar el estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración para obtener el consumo de cal y cianuro.

- Evaluar el estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos que nos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción óptima de oro y plata.

1.4 Justificación de la Investigación.

Es importante realizar el estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para obtener una recuperación de oro y plata, para ello es necesario realizar pruebas de molienda, flotación y cianuración, con la finalidad de obtener las condiciones de operación y los márgenes de la recuperación referente a la calidad y recuperación, para ser empleado en el diseño de operaciones y en ingeniería básica de diseño de los equipos. Referente al estudio se tiene en consideración la obtención el título profesional para ello es necesario cumplir con las normas de la universidad de realizar un trabajo de investigación y su publicación, para cumplir con uno de sus objetivos de la universidad de producir conocimiento.

En el sector de la producción es necesario crear centro de producción para transformar o producir material prima con valor agregado, para diseñar las plantas de producción es necesario realizar pruebas preliminares si se puede realizar la recuperación por flotación o cianuración del oro y plata, en función a ello emplear la información pertinente en el dimensionamiento de la planta de producción.

El estudio se realiza en el 2021, a nivel de laboratorio con la finalidad de obtener los datos para emplear en el dimensionamiento a nivel planta piloto y diseño de una planta de producción de ingeniería básica. Se cuenta con los recursos necesario para realizar el estudio como del mineral, reactivos, acceso a los laboratorios y presupuestos. De igual manera se cuenta con el apoyo de un asesor y personas vinculados a la empresa.

1.5 Delimitación del Estudio.

El trabajo a realizar será en la planta de beneficio OROPESA de la Compañía Minera Tres Valles S.A.C, ubicado en el departamento de Arequipa, provincia de Caraveli y distrito de Atila a 760 km de la ciudad de Lima. Con coordenadas UTM este 12.1825275, norte 76.9306864,48.

El trabajo se realizará en el laboratorio de la empresa y tercero para una darle confiabilidad de los resultados, durante 2021 que dura tanto las pruebas y la presentación al departamento de grados y títulos.

Los recursos a utilizar son accesibles, tanto de la materia prima que serna proporcionada por la empresa y de igual manera los reactivos para las pruebas.

1.6 Viabilidad del Estudio.

El estudio es viable, se dispone de minerales y reactivos para realizar las pruebas experimentales, desde el punto de vista técnico metodológico se cuenta con la información necesario y los procedimientos. En cuanto al consto y accesibilidad se cuenta disponible tanto la materia prima y reactivos. El acceso al lugar del laboratorio se cuenta con la autorización del jefe del laboratorio y la asesoría del personal capacitado en el uso de los equipos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Dueñas & Graff (2018) en su trabajo “Recuperación de oro y plata por medio de concentración por flotación y lixiviación con cianuro”, para el mineral de Basic con ley de oro de 2.5 a 3.7 g/t se usó los colectores de 1.6 a 2 g/t, promotores P-208, P-242, A-404, A-3418, El resultado se obtuvo de 75 a 80% de recuperación en las pruebas de flotación. Mientras que en las pruebas cíclicas se entre 85% a 90% de recuperación para el oro con una calidad superior a 100 g/t de oro. En la cianuración con una fuerza de 11.52 g/L de cianuro a una temperatura de 65°C a una presión de 340 KPa de oxígeno con un porcentaje de extracción de 87% de oro y 93% para la plata. Por otra parte, para el mineral de velardeña con presencia de pirita y arsénico para una ley de 1.63 g/t oro y 22 g/t de plata, se obtuvo un concentrado de 16.20 g/t de oro con una recuperación del 63.83%. mientras que en el proceso cíclico se obtuvo 14.5 g/t de oro con una recuperación de 66% y para la plata de 100 g/t con una recuperación de 34% de plata(pp.93-94).

Para Mendivil (2017) en su trabajo “Extracción de oro y plata mediante cianuración de un mineral auroargentífero refractario, previo tratamiento ácido reductor”, la recuperación de oro y plata con una dilución de 4/1 se tiene 92% y 95.55% respectivamente. El consumo de reactivo sin lavar es de orden de 5.0 g/t NaCN y 8 g/t para la Cal, mientras que cuando se realiza un lavado es de orden de 1.1 g/t para el cianuro y 3.0 g/t para el cal. La recuperación de oro sin lavado es de 60% para el oro y 24.61% para la plata, mientras que con un lavado es superior al 90% (p.50).

Ruiz, López, Carmona, & Bolívar (2019) en su trabajo “Modelamiento estadístico y optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero” concluyen en la recuperación por flotación y cianuración se tiene una recuperación a una liberación pasante a la malla -170m el 85% para el oro y en la cianuración para una liberación pasante a la malla -200m se tiene el 89.35% de recuperación de oro en 7 horas con una fuerza de 2.5 lb/m^3 , en cianuración en botella, concluyen que de acuerdo el diseño experimental el tiempo, concentración del cianuro de sodio, y tiempo concentración tiene efecto en la recuperación del oro (p.16).

2.1.2. Investigación Nacional.

En su trabajo Flores (2019) sobre “Estudio del proceso de cianuración de minerales auríferos para la recuperación de oro en el proyecto oropesa, la rinconada – puno”, en el estudio realizado de minerales de oro para una ley de cabeza de 2.40 g/t a un pH de 11 y pasante a malla -200, con un porcentaje de solido del 32.56% y a una temperatura de 16°C , y en un espacio de 72 horas, obtuvo una recuperación del 91,67% para una fuerza del cianuro del 0.14% para el experimento M1 y del 90.42% para una fuerza cianuro del 0.08% para el experimento M2. Con lo que concluye que se tiene una recuperación superior al 90% a nivel experimental (p.17).

Es su trabajo Gutiérrez (2017) sobre “Estudio del tratamiento de minerales sulfurados auríferos mediante procesos secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración para la recuperación de oro”, los resultados obtenidos en la flotación fueron 14.20 g/tc de oro en el concentrado, con una recuperación del 97.65% con un consumo de Z-6 de 78.43 g/t . Con el concentrado de la flotación se realizaron prueba de lixiviación a la calina con hidróxido de sodio y sulfuro de sodio obteniendo una recuperación en 12 horas del 13.74% de arsénico. Por el alto contenido del arsénico se realizó la biolixiviación obteniendo en 20 horas una recuperación del orden de 92.86% de arsénico. El producto del mineral de la biolixiviación, se realizaron cianuración con un consumo de cianuro de sodio del orden del 2.6kg/t y de cal de

9.3 kg/t en un periodo de 48 horas obteniendo una recuperación de oro del orden del 94.5%. concluyendo que la recuperación de oro es la flotación y cianuración es del 92.28% (p.74).

Para Gonzales (2020) en su investigación “Influencia de minerales piriticos alterados en la flotación de Oro en la planta de beneficio María Mercedes I – Apurímac – 2019” para un mineral que contiene cobre y oro con leyes de 0.5 a 2% de cobre y 1 2 g/t de oro, obtuvo un resultado en el circuito de flotación del cobre a un pH de 8.5, con Z-11 y MIBC en un espacio de 15 minuto 23.80% de calidad de cobre con un ratio de concentración del 38. Seguido de una flotación del de pirita a un pH de 10.5 con flujo de aire de 3 l/min para la oxidación de la pirita con la adición de sulfato de cobre, Z-6 y MIBC, obteniendo 4.41 g/t de oro (p.62).

Aramburú (2017) en su trabajo respecto a la “Recuperación de oro en minerales sulfurados de baja ley en la provincia de Casma”, El resultado de la prueba se tiene una secuencia concentración gravimétrico donde se obtiene 16.20 g/t de oro con una recuperación del orden del 57.04% a una liberación del 67.80% pasante a la masa -200m en un concentrador falcón. Mientras que en la flotación con AR-1208 a un consumo de 74.10 g/t se tiene una 11.36 g/t de oro en el concentrado con una recuperación del 92.27% para una liberación pasante a la malla -200 del orden de 67.80%. para la cianuración se realizó una liberación pasante a la malla -200 del 80.28% con ello se obtuvo una recuperación del orden del 87.94% de oro en un espacio de 72 horas. Concluyendo en las pruebas secuenciales de obtiene una recuperación del orden del 85.02% de oro (p.122).

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Molienda de Minerales.

En el circuito de molienda de los minerales es la etapa donde se realizan una adecuada liberación de los minerales a tratar, en un proceso real el mineral que ingresa está en un tamaño menor a 1/2" (127000 μ m) el producto de la molienda tiene menor a la malla 65 (208 μ m), para ello se debe tener en cuenta una serie de factores que intervienen en el proceso como: carga moledora, velocidad de operación, tiempo de molienda, granulometría de alimentación, porcentaje de sólidos, índice de trabajo del minera, foros del molino, etc., lo que permitirá una liberación del mineral una granulometría adecuada (Chia, 1984).

La liberación de los minerales está íntimamente relacionada en el resultado de las pruebas metalúrgicas, tanto en el proceso de flotación y cianuración en el caso de flotación debe estar el 53% pasante a malla 200 en promedio (Porras, 1997, pág. 114), mientras que en la cianuración debe estar pasante el 80% a la malla 200 (Misare, 2010, pág. 513).

2.2.2. Variables en la Molienda.

Los factores que interviene en la molienda son múltiples de los cuales los más resaltante en un proceso real se tiene granulometría alimentada, tiempo, tamaño de medio moledora, volumen de la carga, porcentaje sólidos, etc.

Tamaño de granulometría de alimentación: La granulometría de alimentación a la molienda tradicional esta entre 1/2" a 3/4" (Jaico, 2009), para una molienda más eficiente se reduce el mineral en el circuito de molienda de acuerdo los avances tecnológicos con trituradoras que producen por debajo de 25mm (Metso, 2004).

Tiempo de molienda: La permanencia del mineral en el molino está relacionado con la liberación del mineral o finura, el tiempo que el mineral permanezca en el molino depende la

densidad de pulpa del mineral a mayor densidad de pulpa mayor tiempo y a menor densidad de pulpa menor tiempo de permanencia en el molino (Porras, 1997).

Tamaño de medio moledora: El tamaño de las bolas en los molinos de bolas dependen de las ciertas variables que intervienen en el molino, como dureza (Word índice), tamaño de alimentación, velocidad de operación densidad del mineral, velocidad crítica y diámetro interno del molino (Egas, 1985).

Velocidad de operación: Para una molienda adecuada, donde se aprovecha la energía potencial formación de cascada y catarata la velocidad debe de estar entre 70 a 80% de su velocidad crítica (Porras, 1997).

Volumen de carga Moledora: La carga moledora esta en relación de la carga moledora y la dureza del mineral en un porcentaje en volumen entre 35% a 45% del volumen interno del molino con relación de la carga del mineral y el agua es del 62% (Jaico, 2009).

Porcentaje de solidos: El porcentaje del solidos debe estar entre 65% a 80% de solidos en la molienda en húmedo y la densidad del mineral tiene relación la densidad del mineral con el porcentaje de sólidos, para una molienda más fina requirieren una densidad de pulpa más bajas (Wills, 1994).

2.2.3. Flotación de Minerales.

El proceso de flotación de minerales, desde el punto de vista físico química es un proceso hidrofóbico, donde el mineral de interés rechazado por el agua y es atraído a las burbujas del aire luego este es evacuado a la parte superior en las espumas, para que ocurra este debe de estar presente tres fases sólido, líquido y gas (Kelly & Spottiswoord, 1990). Para que poder acelerar el proceso es necesario contar con condiciones mecánicas, físicos y químicos, agitación mecánica a la pulpa para que ocurra una mezcla del mineral y el agua, al mismo tiempo la inyección del aire para que pueda formarse la burbujas y sean los colectores de las partículas

mineralizadas, para darle estabilidad y sean colectores se debe adicionar los colectores, espumantes y depresores, con la finalidad de darle condiciones favorables para la separación de los minerales valiosos de las gangas y la flotación (Sutulov, 1963).

2.2.4. Variables en la Flotación.

Los factores que interviene de mayor relevancia en la flotación son los siguientes: Densidad de pulpa, pH de la pulpa, tiempo de flotación, nivel de espuma, tamaño de partícula, aire y reactivos (Porras, 1997).

- a) **Densidad de pulpa:** Está íntimamente relacionado con la densidad de mineral y el porcentaje de sólidos, está en un rango de 1200g/L a 1350 g/L en promedio.
- b) **pH de pulpa:** Las condiciones de flotación para minerales de oro y plata se realiza a un pH natural del mineral en un rango de pH 7, por la asociación del mineral aurífero esta íntimamente asociado a los minerales de hierro como pirita, arsenopirita, etc.
- c) **Tiempo de flotación:** El espacio que se le da este asociado a la recuperación y al acondicionamiento de la pulpa y a la calidad que desee obtener, por lo que se debe de realizar las pruebas para tener un tiempo más precisos en la flotación, sin embargo, se puede tener el criterio de asignar entre 5 a 7 minutos.
- d) **Nivel de espuma:** En una celda de flotación debe de tener un colcho de espuma para que puede ver una separación adecuado de los minerales valiosos de las gangas en esta zona.
- e) **Aeración:** Para la formación de las espumas es necesario una cantidad adecuado de gas, a razón de 2 libras por pulgadas cuadradas, puede ser por forma natural que los impulsores pueden atraer o en forma forzada en otro de los casos, aire en exceso se rompen las burbujas, aire insuficiente no hay una formación de espuma adecuada y no se tiene una recuperación adecuada (Porras, 1997).

f) **Tamaño de partícula:** La granulometría adecuada del mineral en la flotación debe estar entre la malla 48 y 270, si el tamaño es superior a la malla 48 tiende a sentarse en las celdas, mientras que cuando son menores a la malla 270 se pierde como lama no flota (Porrás, 1997).

g) **Reactivos:** El empleo de los reactivos en la flotación es de suma importancia ya que estos reactivos cumplen ciertas condiciones la de colectar, darles estabilidad a las burbujas, depresores de las gangas, y como modificador de pH (Sutulov, 1963).

Entre los reactivos de flotación se tiene colectores, espumantes, modificadores, depresores, activadores, etc. (Wills, 1994).

- **Colectores:** Son reactivos que permite que la superficie de los minerales sulfuros sea repelente al agua es decir hidrofóbicos. Entre los colectores se tiene los xantatos, como el Z-11, Z-6 (Sutulov, 1963).
- **Espumantes:** En el proceso de flotación su función es darle estabilidad a las espumas y el tamaño adecuado para que sirvan de medio de transporte a los minerales a la parte superior de la celda. Entre ellos tenemos MIBC, D-250, F-70 (Azañero, 2015).
- **Modificadores:** So reactivos que permiten generar condiciones favorables de la superficie de los minerales en la pulpa y se pueden clasificar (Azañero, 2015):
 - **Modificadores de pH:** permite cambiar las condiciones de la pulpa a condiciones ácidas o básicas. Entre ellos tenemos los más comunes usados en la flotación como el ácido sulfúrico, óxido de calcio, hidróxido de sodio, etc. (Porrás, 1997)
 - **Depresores:** Permite que los minerales sulfuros que no tienen valor comercial sean deprimidos es decir sean atraído por el agua(hidrofílica). Sulfato de zinc, cianuro de sodio, bisulfito de sodio, etc. (Sutulov, 1963).
 - **Activadores:** Permite activar los minerales que fueron deprimido o desean activar. Entre los activadores se tiene sulfato de cobre, nitrato de plomo (Sutulov, 1963).

2.2.5. Cianuración de Minerales Auríferos.

La cianuración es un proceso de extracción del oro y plata a partir de minerales, con la finalidad de convertir el oro y plata en forma iónica cianuro áurico y cianuro de plata para luego ser absorbido mediante el carbón activado o precipitado con polvo de zinc de acuerdo las técnicas utilizadas. En 1887 por MacArthur empleo por primera vez el cianuro de potasio para la el oro (Kumar, 2003).

En la reacción de la disolución de oro propuesta por Elsner con la intervención del cianuro de sodio y el oro donde interviene el oxígeno queda de la siguiente manera (Domic, 2001).



Mientras que la reacción de plata por la intervención del cianuro de sodio con la intervención del oxígeno queda de acuerdo a la siguiente reacción.



En función a las reacciones de la ecuación de 1 y 2 son las que tiene mayor sustento en la disolución del oro y plata que se emplean.

2.2.6. Variables en la Cianuración.

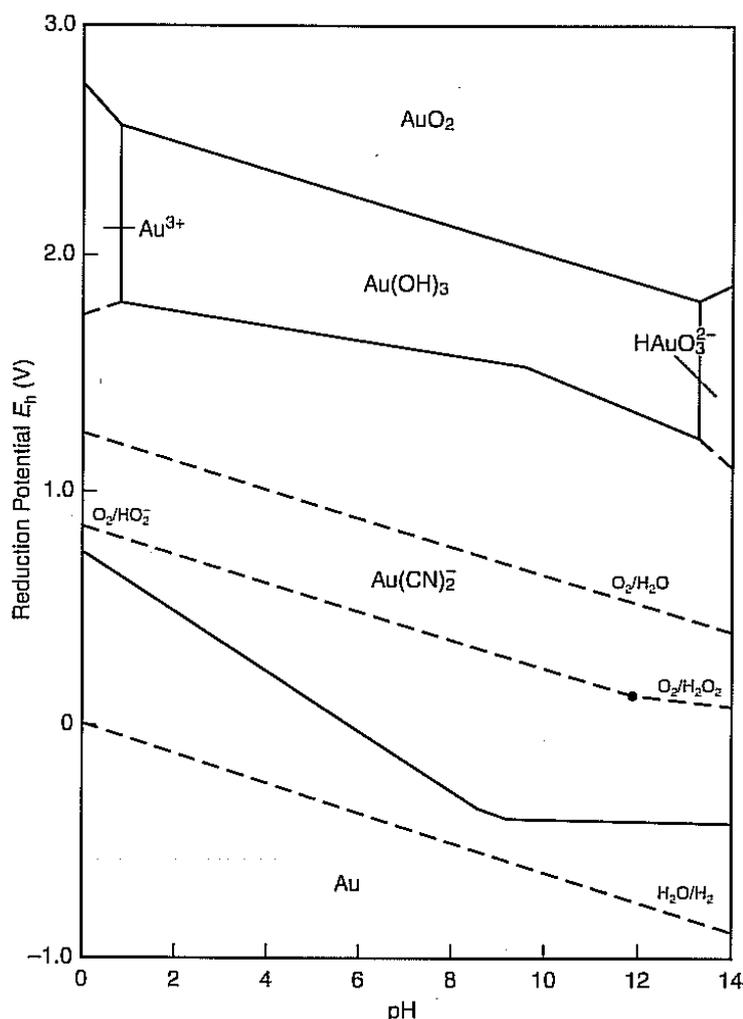
En la extracción de oro y plata en el proceso de lixiviación por cianuración, intervienen factores para una adecuada recuperación, entre ellos tenemos, tamaño de granulometría del mineral, concentración de cianuro de sodio o fuerza, tiempo de cianuración, pH, temperatura (Misare, 2010).

Granulometría: Cuando se refiere a la granulometría del tamaño de oro libre en la disolución en los trabajos realizado, para Barky et al. En sus trabajos encontraron una velocidad de disolución de 3.36 micras de oro por hora, con ello demoraría 13 horas para una malla 325 pasante y 44 horas para una malla 100 pasante (Misare, 2010). Los minerales a procesar es necesario realizar una liberación adecuada en primer lugar luego tener en cuenta en que tamaño de gramo se encuentra el oro para una adecuada extracción. La granulometría de los minerales auríferos para la cianuración debe estar pasante el 80% a la malla 200.

Concentración de Cianuro: Referente a la concentración del cianuro de sodio en la cianuración de minerales de oro y plata, tiene influencia diferentes factores, como la velocidad de impureza de otra manera influye en el proceso. En los estudios previos realizados como el de Hedley y kentro tiene un rango de 0.011 a 0.051% de cianuro de sodio. Con ello las aplicaciones prácticas trabajan entre 0.02 a 0.03% de Cianuro de sodio. Mientras que Maclaurin encontró una máxima concentración de 0.25% de cianuro de sodio en su trabajo (Misare, 2010).

pH: En la cianuración de los minerales es importante el control de pH, este debe de estar entre 9.5 y 10.5, si pH está por debajo de 9.5 comienza a producir el ácido cianhídrico, mientras que es superior a 10.5 baja la eficiencia de extracción del oro y la plata, por lo que es necesario mantener un pH operacional adecuado, en formas prácticos aplicable se debe mantener el pH a 11.0 por seguridad operacional para que no ocurra accidentes por la acción del ácido cianhídrico (Marsden & C, 2006).

Figura 1
Potencial- pH diagrama de equilibrio para el sistema Au-H₂O-CN- a 25°C



Nota: Fuente: “Figura 6.3. Potencial- pH diagrama de equilibrio para el sistema Au-H₂O-CN- a 25°C. Concentración de la solución de oro 10⁻⁴ M. [CN⁻]_{total}= 10⁻³ M, pO₂=pH₂=1 atm, log([H₂O₂]-[HO₂⁻]/pO₂)” (Marsden & C, 2006, pág. 239).

Oxígeno: los componentes para la reacción en la disolución de oro por la intervención del cianuro es el oxígeno por lo que es necesario, en un proceso real la inyección del oxígeno para acelerar la extracción del oro y plata a partir del mineral, en los estudio realizado que se pueden encontrar en las bibliografías, como de Barsky, Swainson y Hedley con una mezcla de nitrógeno y oxígeno, donde la concentración de oxígeno de 60.1% tiene una velocidad de disolución 7.62 mg/cm²/h de oro mientras que para 99.5% de oxígeno se tiene 12.62 mg/cm²/h a una temperatura de 25°C, para una concentración 0.10% de cianuro de sodio (Misare, 2010).

2.3. Definiciones Conceptuales.

- a. **Cianuración:** Es una técnica de proceso de extracción de oro y plata en un medio acuoso a partir de minerales, por percolación o agitación por la intervención del cianuro de sodio o potasio (Domic, 2001).
- b. **Concentración:** Es el mecanismo por el cual se reúnen los componentes de minerales que tengan la misma densidad por acción de una fuerza o la unión de los componentes de la misma especie de afinidad por acción de la hidrofobicidad.
- c. **Consumo:** Es la acción de gastar los reactivos químicos para poder flotar, extraer, modificar el pH, etc., expresado en g/t, g/kg, kg/t, etc.
- d. **Extracción:** Es el mecanismo de separar de elementos metálicos en un medio acuso por un con un componente extractor ya sea el cianuro de sodio u otros componentes (Ballester, Verdeja, & Sancho, 2000).
- e. **Flotación:** Es la acción de subir a la parte superior de un fluido por diferencia de densidades, repulsión, hidrofobicidad, etc.
- f. **Granulometría:** Se puede definir como la “tecnología que se encarga de dictar las normas correspondientes para determinar las dimensiones y las formas de los fragmentos de los materiales detríticos” (Davila Burga, 2011, pág. 389).
- g. **Molienda:** Es el “proceso de fragmentación de las rocas, en el que el movimiento de los componentes de la máquina (medio) que tiene contacto con la roca, no está estrictamente controlado y los componentes se pueden tocar” (De la Vergne, 2021, pág. 159).
- h. **Moliendabilidad:** Es el proceso de pruebas de molienda con la finalidad de encontrar el tiempo óptimo de la liberación de un mineral para una flotación, cianuración, concentración, etc.

- i. **pH:** Es un indicador de la “concentración de una (...) disolución. Si el pH es 7 la disolución es neutra. Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica (alcalina), y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida” (De la Vergne, 2021, pág. 254).
- j. **Tratamiento:** Es un conjunto de acciones con la finalidad de realizar un proceso para la concentración de minerales o la cianuración de minerales auríferos que permita la extracción de los elementos valiosos.
- k. **Variables:** Son aquellas condiciones que intervienen en un proceso con la finalidad de realizar un cambio físico o químico, es decir para la concentración de los minerales de interés o la extracción de los elementos valiosos de valor económico.
- l. **Hidrófobo:** Es un proceso fisicoquímico donde el mineral tiende a ser repelido o rechazada por el agua y captada por la burbuja del aire (Porras, 1997).
- m. **Hidrofilicas:** Es el proceso por cual minerales o gangas tiene afinidad con el agua y tiene a sumergirse (Sutulov, 1963).

2.4. Hipótesis de la Investigación.

2.4.1. Hipótesis General

Realizando un estudio adecuado de minerales auríferos por flotación y cianuración, nos permitirá obtener una recuperación adecuado de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”

2.4.2. Hipótesis Específicos

- Realizando un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, nos permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.
- Realizando un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración nos permitirá obtener el consumo de cal y cianuro.
- Realizando un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción optima de oro y plata.

2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores

“Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”

Tabla 1
Operacionalización de las variables e indicadores

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
X: Estudio	Es el proceso por el cual se realiza una investigación del mineral con la finalidad de obtener los mejores resultados en la recuperación de oro y plata.	Pruebas	- Flotación. - Moliendabilidad. - Cianuración.
	Dependiente		
Y: Recuperación	Es el resultado obtenido del oro y plata en relación al que se encontraba inicialmente en el mineral.	Efecto	- Concentración. - Extracción. - Consumo de cianuro y cal.
	Intervinientes		
			- Densidad de pulpa. - Oxígeno. - Agitación. - pH.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

El “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, es de tipo básica aplicada, los resultados obtenidos se emplearán a la ingeniería básica. “Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (Carrasco, 2019, pág. 43).

3.1.2. Nivel de Investigación.

El nivel de la investigación del “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, es explicativo, permitirá relaciona causa efecto de la molienda, flotación y cianuración en la recuperación de oro y plata. “Su objetivo es el de encontrar las relaciones causa-efecto de ciertos hechos con el objeto de conocerlos con mayor profundidad. Es lo que ocurre cuando” (Pellella & Martins, 2015, pág. 93).

3.1.3. Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación del “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, es experimental, se realizarán las pruebas de molienda, flotación y cianuración a nivel laboratorio, con la finalidad de recopilar datos que permita la recuperación de oro y plata. “Un experimento consiste en manipular intencionalmente el objeto de investigación (variable independiente), para observar y analizar sus efectos (variable dependiente)” (Sivestre & Huamán, 2019, pág. 283).

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

El enfoque del “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, es un enfoque cuantitativo ya que la investigación tiene causa efecto y la contratación de la hipótesis es empírico (Sivestre & Huamán, 2019, pág. 127).

3.2. Población y Muestra.

3.2.1. Población de la Investigación.

En el “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, la población está representada por las vetas de la concesión de la planta de beneficio Oropesa de la Empresa Minera Tres Valles S.A.C.

3.2.2. Muestra de la Investigación.

En el “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, El mineral extraído de las vetas tanto de los sulfuros y óxidos de las vetas de la concesión, se extraerán por el método de estratificación de las cuales se tomaron una cantidad indeterminado, luego el mineral extraída se tomaron una muestra representativa de 50 kg de minerales sulfuros para la flotación, mientras que para la pruebas de cianuración de mineral oxidado se tomaran aproximadamente de 20 kg, para luego extraer submuestras para las pruebas experimentales entre 1 y 2 kilogramos de acuerdo los pruebas a realizar.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.3.1. Técnicas a Emplear.

Para el “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, se emplearán la técnica de observación, ya que la información se obtendrá de la observación experimental ya nivel laboratorio, se puede expresar que “observar acciones, observar hechos, observar sistemas, autoobservación, posición de observación, etc” (Toro & Parra, 2010, pág. 335) por lo que la técnica de observación en nuestro trabajo se fundamenta en las observaciones de acciones en una realidad experimental.

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.

EN el “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, se emplearán la lista de cotejo, para la recopilación de la información, antes de la parte experimental, luego los resultados de las pruebas y posteriormente los resultados químicos, de igual manera se emplearán la ficha de observaciones para los registros de lo observado durante el trabajo de laboratorio a nivel experimental (Sivestre & Huamán, 2019).

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.

Para el trabajo a realizo sobre “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata”, se emperran la técnica estadística, permite que la información recopilada de las pruebas experimentales, tabular en tabla, graficar, realizar regresión y realizar un análisis de la varianza, con la finalidad de realizar un análisis de la hipótesis y objetivos en estudio (Sivestre & Huamán, 2019).

3.5. Matriz de Consistencia.

Tabla 2

Matriz de consistencia

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Generales	¿En qué medida un estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración nos permitirá obtener una recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”	- Evaluar el estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración que nos permitirá obtener una recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC	- Realizando un estudio adecuado de minerales auríferos por flotación y cianuración, nos permitirá obtener una recuperación adecuada de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”	<u>Independiente</u> • Estudio	Prueba	<u>Tipo de investigación:</u> • Aplicada
				<u>Dependiente.</u> • Recuperación	Efecto	<u>Nivel de Investigación:</u> • Explicativo
Específico	- ¿Sera posible con un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, nos permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata?	- Evaluar el estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, para obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.	- Realizando un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, nos permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.	<u>Independiente</u> - Flotación	Prueba	<u>Diseño de Investigación:</u> Experimental
				<u>Dependiente.</u> - Concentración	Efecto	<u>Enfoque de Investigación:</u> Cuantitativo
	- ¿Sera posible con un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración permitirá obtener el consumo de cal y cianuro?	- Evaluar el estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración para obtener el consumo de cal y cianuro.	- Realizando un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración nos permitirá obtener el consumo de cal y cianuro.	<u>Independiente</u> - Cianuración	Prueba	<u>Población Muestra:</u> Minera 50 y 20 kg
				<u>Dependiente.</u> - Consumo de cianuro y cal	Efecto	<u>Técnica Recolección Datos:</u> Observación
	- ¿Será posible con un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción optima de oro y plata?	- Evaluar el estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos que nos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción optima de oro y plata.	- Realizando un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción optima de oro y plata.	<u>Independiente</u> - Molienda	Prueba	<u>Técnica Procesamiento Información:</u> Estadístico
				<u>Dependiente.</u> - Extracción	Efecto	

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados.

4.1.1. Muestra para las pruebas metalúrgicas.

Las muestras de mineral sulfuradas para las pruebas metalúrgicas se describen en la tabla 3.

Tabla 3
Muestra de mineral sulfurado

Nº	Código de sub muestra	Peso (kg)
1.	8236	2.76
2.	8810	2.08
3.	8812	2.29
4.	8813	2.97
5.	8814	3.84
6.	8828	3.20
7.	8830	1.24
8.	8833	2.50
9.	8842	2.15
10.	8844	1.60
11.	8846	2.56
12.	8938	2.18
13.	8940	2.43
14.	8942	2.50
		34.30

De la tabla 3 se tiene 14 muestras con peso total de 34.30 kg de mineral sulfurados.

Tabla 4
Muestra de mineral oxidado

N°	Código de sub muestra	Peso (kg)
1.	8233	2.86
2.	8234	2.49
3.	8824	2.14
4.	8826	1.67
5.	8834	2.16
6.	8837	2.85
		14.16

De la tabla 4 se tiene 6 muestras con peso total de 14.16 kg de mineral oxidado.

4.1.2. Característica química de la ley de cabeza.

Tabla 5
Ley de cabeza de mineral oxido y sulfuro

Muestra	Au(g/t)	Ag(g/t)	Fe (%)
Cabeza Mineral Oxido	9.41	24.9	10.07
Cabeza Mineral Sulfuro	14.26	190	13.85

Nota: fuente laboratorio químico con informe MAY5038.R17

De la tabla 3 la ley de cabeza para el mineral oxidado se tiene una ley para el oro de 9.41 g/t, para la plata 24.9 g/t y el hierro de 10.07%, mientras que el mineral sulfuro se tiene 14.26 g/t para el oro, 190 g/t para la plata y 13.85% de hierro.

4.1.3. Pruebas de molienda.

4.1.3.1. Condiciones de la molienda.

En la prueba de molienda se realizaron 4 pruebas con diferentes tiempos de 5 minutos, 10 minutos, 15 minutos y 20 minutos con un 66.6% de sólidos en un molino de 61/2"x9". Las condiciones para las pruebas se tuvieron en consideración los siguientes:

- 1 kilogramo de mineral.
- Medio litro de agua (0.5 L).
- Tiempo 5,10,15 y 20 minutos.
- Carga moledora 11.12 kg de bolas con 68% 1" de diámetros y 32% de 11/2" de diámetros.

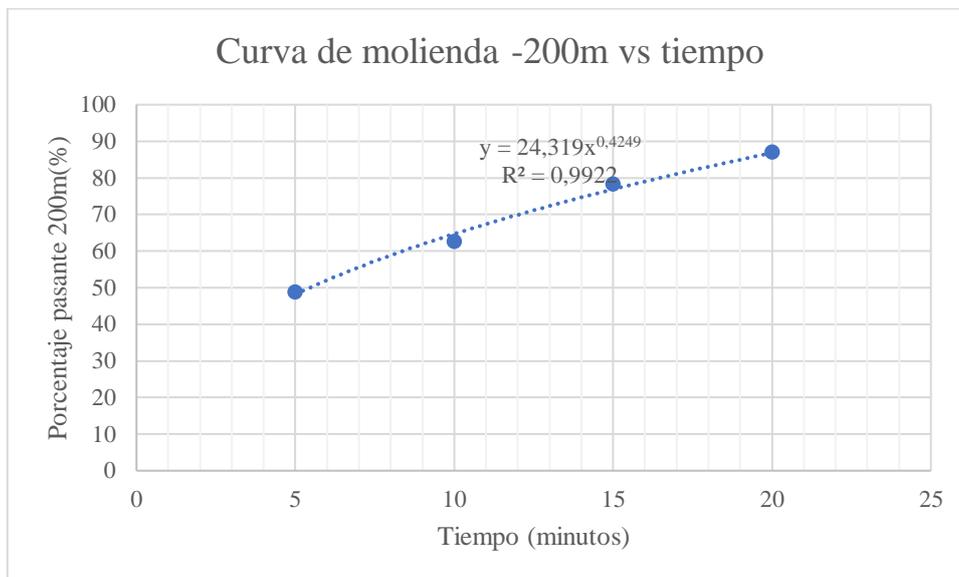
4.1.3.2. Resultado de las pruebas de molienda de minerales sulfurados.

El producto de la molienda de los minerales sulfurados se realizaron un análisis de malla obteniendo una distribución en las mallas pasante a 100m, 200m, 400m y tamaño del 80%.

Tabla 6
Resultado de la molienda de minerales sulfurados

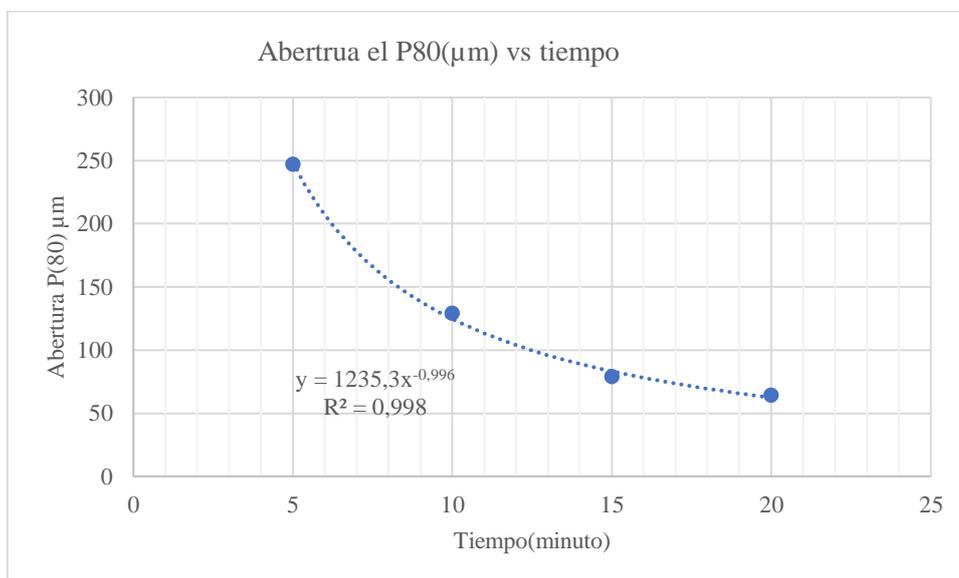
Tiempo	% -m100	%-m200	%-m400	P80
minutos	150 μm	75 μm	38 μm	(μm)
5	65.2	48.8	36.9	247
10	85.5	62.6	45.9	129
15	97.2	78.3	56.2	79
20	99.3	87.0	63.2	64

Figura 2
Curva de molienda pasante 200m vs tiempo de minerales sulfurados



De la figura 2 se tiene una relación matemática el porcentaje pasante a la malla 200 versus tiempo de los minerales sulfurados, se represente $Y(\% - 200m) = 24.319(\text{tiempo minuto})^{0.4249}$ con un $R^2 = 0.9922$ coeficiente de correlacional 0.996.

Figura 3
Curva de tamaño de P(80) vs tiempo(min)de minerales sulfurados



De la figura 3 se tiene una relación matemática el ochenta por ciento de la abertura versus tiempo de los minerales sulfurados, se represente $F(80) = 1235.3(\text{tiempo minuto})^{0.996}$ con un $R^2 = 0.998$ coeficiente de correlacional 0.9989.

Tabla 7
Proyección del %-200m y P(80) en función al tiempo de sulfuros

Tiempo(minutos)	%-m200 (75 μm)	P80(μm)
8.36	60.0	149
10.12	65.0	123
12.02	70.0	104
16.50	80.0	76

En la tabla 7 para los minerales sulfurados se tiene que el 60% pasante a la malla 200 se obtiene en 8.36 minutos con una granulometría del 80% de 149 micras, el 65% pasante a la malla 200 se tiene en 10.12 minutos con un tamaño de granulometría del 80% 123 micras, el 70% pasante a la malla 200 se obtiene en 12.02 minutos con un tamaño de granulometría del 80% 104 micras y el 80% pasante a la malla 200 en 16.5 minutos con una granulometría pasante el 80% 76 micras.

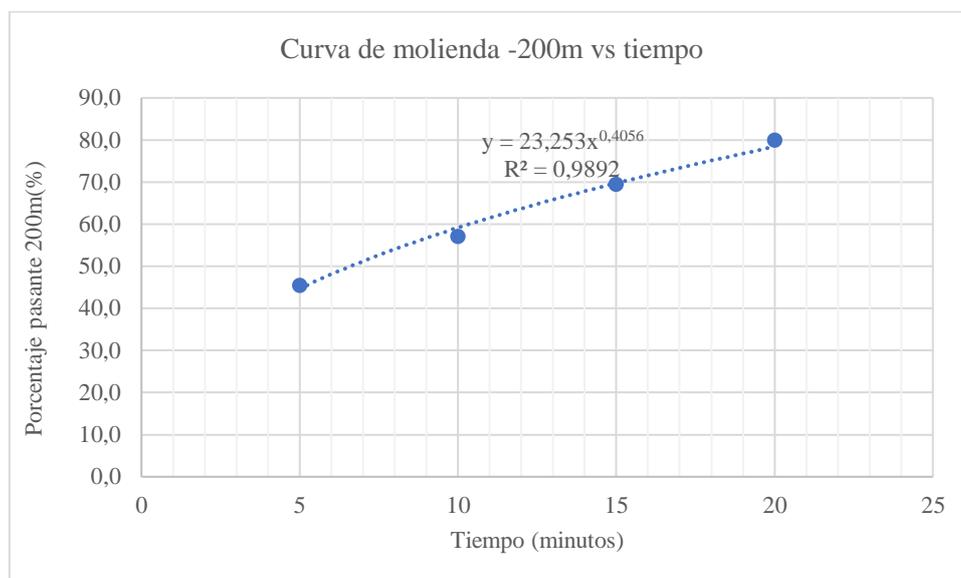
4.1.3.3.Resultado de las pruebas de molienda de minerales oxidado.

El producto de la molienda de los minerales oxidados se realizaron un análisis de malla obteniendo una distribución en las mallas pasante a 100m, 200m, 400m y tamaño del 80%.

Tabla 8
Resultado de la molienda de minerales oxidado

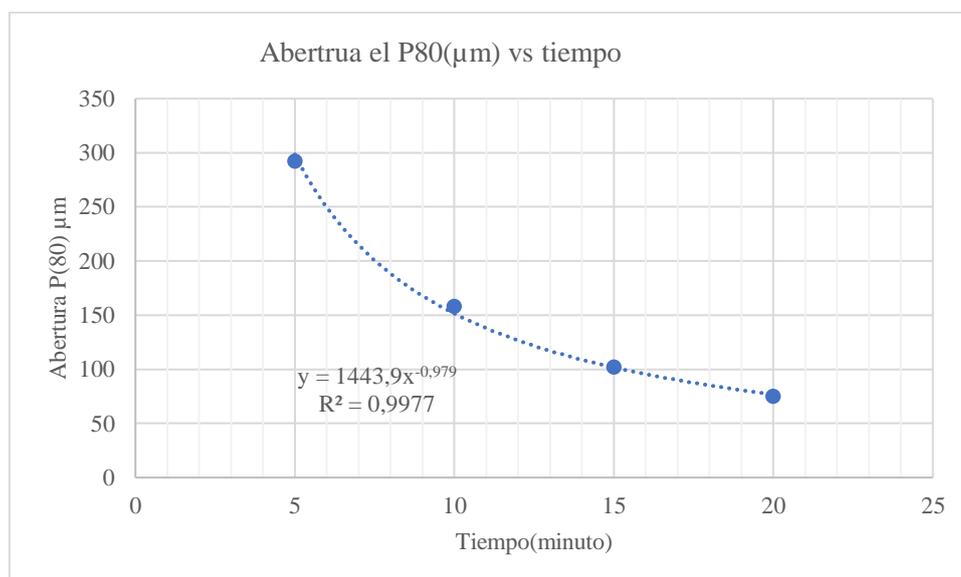
Tiempo	% -m100	%-	%-	P80
minutos	150 μm	m200	m400	(μm)
		75 μm	38 μm	
5	60.0	45.5	35.2	292
10	78.3	57.1	43.1	158
15	92.6	69.5	51.0	102
20	98.0	80.0	58.6	75

Figura 4
Curva de molienda pasante 200m vs tiempo de minerales óxidos



De la figura 4 se tiene una relación matemática el porcentaje pasante a la malla 200 versus tiempo de minerales oxidados, se represente $Y(\% - 200m) = 23.253(\text{tiempo minuto})^{0.4056}$ con un $R^2 = 0.9892$ coeficiente de correlacional 0.9946.

Figura 5
Curva de tamaño de P(80) vs tiempo(min)de minerales óxidos



De la figura 3 se tiene una relación matemática el ochenta por ciento de la abertura versus tiempo de minerales oxidados, se represente $F(80) = 1443.9(\text{tiempo minuto})^{-0.979}$ con un $R^2 = 0.9977$ coeficiente de correlacional 0.9988.

Tabla 9
Proyección del %-200m y P(80) en función al tiempo de óxidos

Tiempo(minutos)	%-m200(75 μm)	P80 (μm)
10.34	60.0	147
12.61	65.0	121
15.13	70.0	101
19.78	78.0	78

En la tabla 8 para los minerales oxidados se tiene que el 60% pasante a la malla 200 se obtiene en 10.34 minutos con una granulometría del 80% de 147 micras, el 65% pasante a la malla 200 se tiene en 12.61 minutos con un tamaño de granulometría del 80% 121 micras, el 70% pasante a la malla 200 se obtiene en 15.13 minutos con un tamaño de granulometría del 80% 101 micras y el 80% pasante a la malla 200 en 19.78 minutos con una granulometría pasante el 80% 78 micras.

4.1.4. Pruebas de cianuración.

4.1.4.1. Condiciones de pruebas.

Las pruebas de cianuración de los minerales sulfurados y oxidados se realizan a nivel laboratorio con las siguientes condiciones:

Peso de mineral	:	2000	Gramos
Solidos	:	30	%
Granulometría	:	80	% -200m
Fuerza	:	1000	ppm NaCN
Control de tiempo	:	2,4,8,12,24,48, 72	Horas
pH	:	10.5 – 11.0	
Numero de muestras	:	7	Muestras por corrida

La cianuración de los minerales tanto sulfuros como óxidos se realizaron en botella en cada intervalo de tiempo se obtuvo una muestra para el análisis luego de ciclo de cianuración se envió al laboratorio las muestras en solución y el relave.

4.1.4.2. Resultados de pruebas de cianuración de minerales oxidados.

El resultado de las 7 muestras de la solución cianurada de mineral oxidado enviado a laboratorio, lo que reportan los resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 10

Análisis de la solución mineral oxido

Ley		
Tiempo (horas)	Au(mg/L)	Ag(mg/L)
0	0.00	0.00
2	2.75	4.87
4	3.04	5.23
8	3.31	5.52
12	3.38	5.65
24	3.42	5.84
48	3.46	5.94
72	3.48	5.97

En la tabla 9 los resultados de la prueba de cianuración del mineral oxidado se tiene los mejores resultados en 48 y 72 horas con una concentración de 3.46 mg/L y 3.48 mg/L para el oro, mientras que 5.94 gm/L y 5.97 mg/L para la plata.

Tabla 11

Balance de la solución rica cianurada de mineral oxidado

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metálico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	2.75	4.87	12.83	22.73	71.30	44.86
4	4.67	3.04	5.23	14.19	24.41	78.81	48.18
8	4.67	3.31	5.52	15.45	25.76	85.81	50.85
12	4.67	3.38	5.65	15.77	26.37	87.63	52.05
24	4.67	3.42	5.84	15.96	27.25	88.67	53.80
48	4.67	3.46	5.94	16.15	27.72	89.70	54.72
72	4.67	3.48	5.97	16.24	27.86	90.22	54.99

En la tabla 10 la recuperación del oro es de 90.22% y 54.99% para la plata en un tiempo de 72 horas, mientras que en 48 horas se tiene 89.70% para el oro y 54.7% para la plata.

Tabla 12

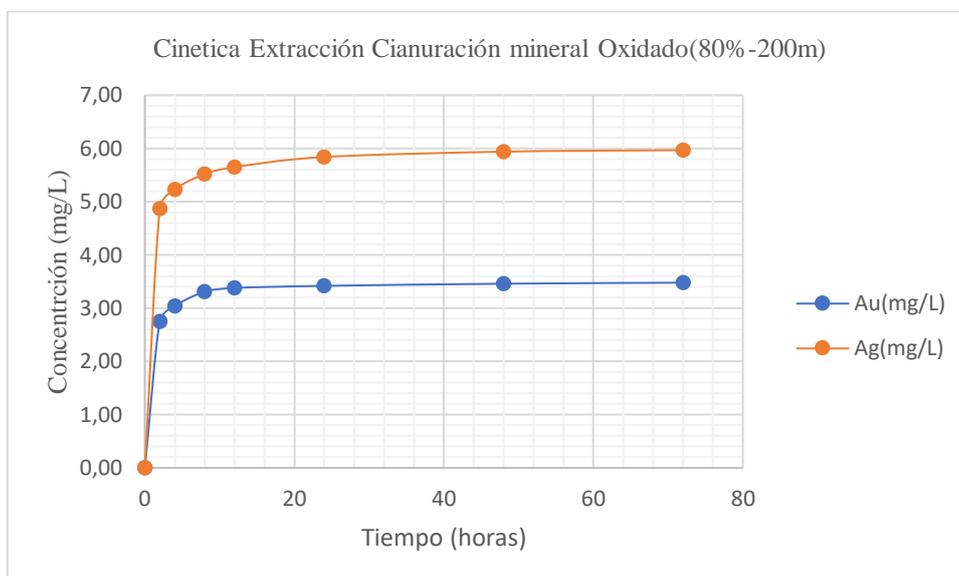
Balance de la cianuración de mineral oxidado

	Leyes			Contenido Metálico		Distribución	
	gramos/mL	Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	9.00	25.33	0.0180	0.0507	100	100
Solución rica (mL)	4666.67	0.00348	0.00597	0.0162	0.0279	90.22	54.99
Relave(g)	1999.96	0.88	11.4	0.0018	0.0228	9.78	45.01

De la tabla 11 se tiene una recuperación de 90.22% para el oro y 54.99% para la plata, quedando en el relave 9.78% de oro y 45.01% de plata con una ley de 0.88 g/t de oro y 11.4 g/t para la plata.

Figura 6

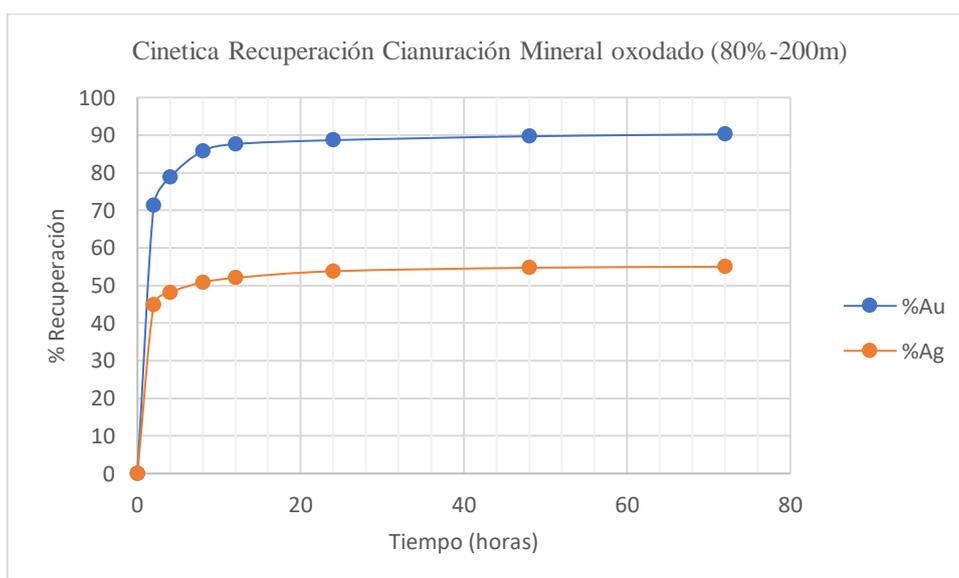
Curva de la concentración de oro y plata en la cianuración de mineral oxidado



En la figura 6 la curva de concentración de oro y plata en la solución tiene una tendencia creciente en las 24 horas luego tiene una un ligero crecimiento en la concentración de oro y plata en mg/L.

Figura 7

Curva de recuperación de oro y plata en la cianuración de mineral oxidado



En la figura 7 la curva de recuperación de oro y plata en la solución tiene una tendencia creciente en las 24 horas luego tiene una un ligero crecimiento en la recuperación de oro y plata.

Tabla 13

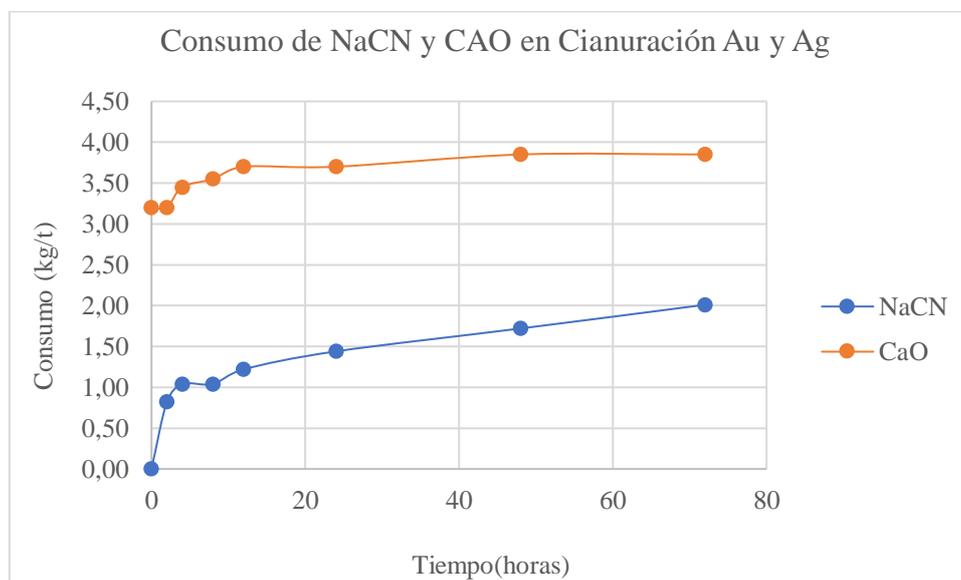
Consumo de NaCN y CaO en mineral oxidado

Tiempo (horas)	pH		g		kg/t		Acumulado (kg/t)	
	Inicial	Final	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN	CaO
0	7.83	10.8	0.00	6.40	0.00	3.20	0.00	3.20
2	10.50	10.6	1.64	0.00	0.82	0.00	0.82	3.20
4	10.55	10.75	0.44	0.50	0.22	0.25	1.04	3.45
8	10.62	10.77	0.00	0.20	0.00	0.10	1.04	3.55
12	10.65	10.86	0.36	0.30	0.18	0.15	1.22	3.70
24	10.72	10.8	0.44	0.00	0.22	0.00	1.44	3.70
48	10.60	10.75	0.56	0.30	0.28	0.15	1.72	3.85
72	10.60		0.58	0.00	0.29	0.00	2.01	3.85
			4.02	7.70	2.01	3.85		

En la tabla 12 el consumo de NaCN es 2.01 kg/t y 3.85 kg/t de CaO para 2 kg de mineral se necesita 4.02 g de NaCN y 7.70 g de CaO.

Figura 8

Curva de consumo de NaCN y CaO para mineral oxidado



En la figura 8 la curva de consumo de NaCN y CaO en función del tiempo en la cianuración de mineral oxidado durante las 72 horas.

4.1.4.3. Resultados de pruebas de cianuración de minerales sulfuros.

El resultado de las 7 muestras de la solución cianurada de mineral sulfuro enviado a laboratorio, lo que reportan los resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 14

Análisis de la solución mineral sulfurado

Tiempo (horas)	Ley	
	Au(mg/L)	Ag(mg/L)
0	0.00	0.00
2	3.31	16.55
4	3.83	20.07
8	4.53	26.46
12	4.67	28.91
24	4.81	33.33
48	4.83	37.73
72	4.88	39.06

En la tabla 13 los resultados de la prueba de cianuración del mineral sulfuro se tiene los mejores resultados en 48 y 72 horas con una concentración de 4.83 mg/L y 4.88 mg/L para el oro, mientras que 37.73 gm/L y 39.06 mg/L para la plata.

Tabla 15

Balance de la solución rica cianurada de mineral sulfuro.

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metálico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	3.31	16.55	15.45	77.23	59.93	19.89
4	4.67	3.83	20.07	17.87	93.66	69.35	24.12
8	4.67	4.53	26.46	21.14	123.48	82.02	31.80
12	4.67	4.67	28.91	21.79	134.91	84.56	34.75
24	4.67	4.81	33.33	22.45	155.54	87.09	40.06
48	4.67	4.83	37.73	22.54	176.07	87.46	45.35
72	4.67	4.88	39.06	22.77	182.28	88.36	46.95

En la tabla 14 la recuperación del oro es de 88.36% y 46.95% para la plata en un tiempo de 72 horas, mientras que en 48 horas se tiene 87.46% para el oro y 45.35% para la plata.

Tabla 16

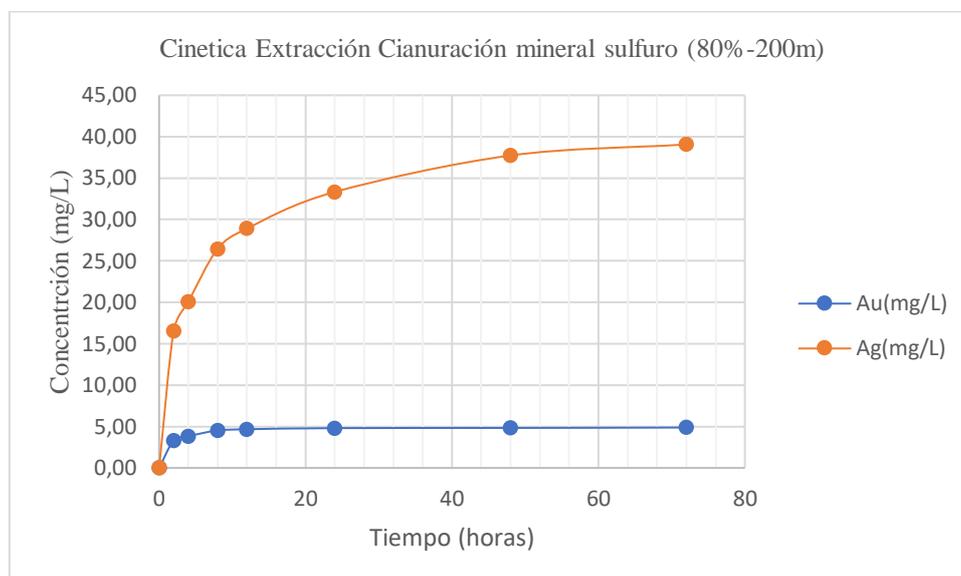
Balance de la cianuración de mineral sulfuro.

	gramos/mL	Leyes		Contenido Metálico		Distribución	
		Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	12.89	194.13	0.0258	0.3883	100	100
solución rica (mL)	4666.67	0.00488	0.03906	0.0228	0.1823	88.36	46.95
Relave(g)	1999.79	1.5	103	0.0030	0.2060	11.64	53.05
	2000.00	12.89	194.13	0.0258	0.3883	100.00	100.00

De la tabla 15 se tiene una recuperación de 88.36% para el oro y 46.95% para la plata, quedando en el relave 11.64% de oro y 53.05% de plata con una ley de 1.5 g/t de oro y 103 g/t para la plata.

Figura 9

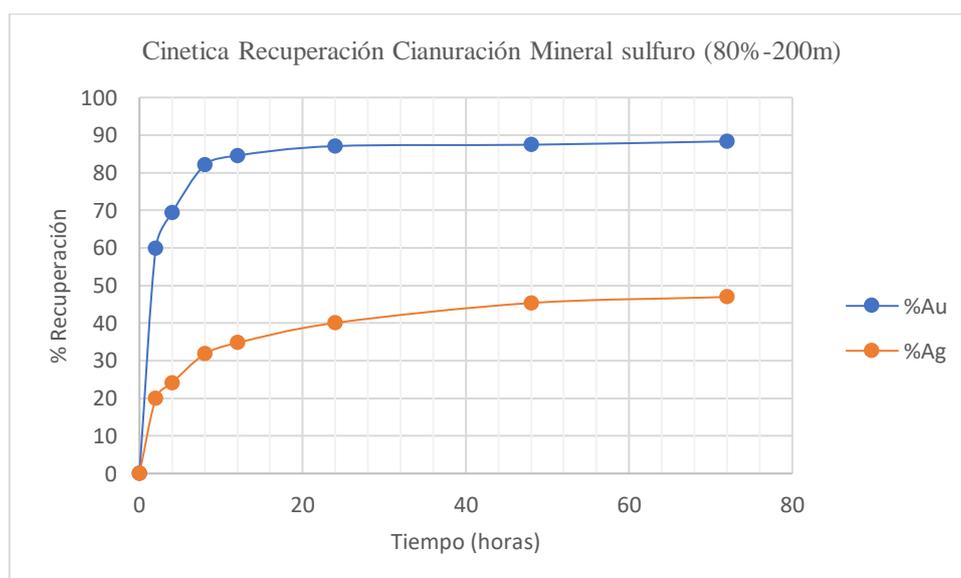
Curva de la concentración de oro y plata en la cianuración de mineral sulfuro



En la figura 9 la curva de concentración de plata en la solución tiene una tendencia creciente en las 48 horas luego tiene un ligero crecimiento en la concentración de plata en mg/L. Mientras que para el oro en los primeros 12 horas luego tiene un ligero incremento.

Figura 10

Curva de recuperación de oro y plata en la cianuración de mineral sulfuro



En la figura 7 la curva de recuperación de oro y plata en la solución tiene una tendencia creciente en las 48 horas luego tiene un ligero crecimiento en la recuperación de oro y plata.

Tabla 17

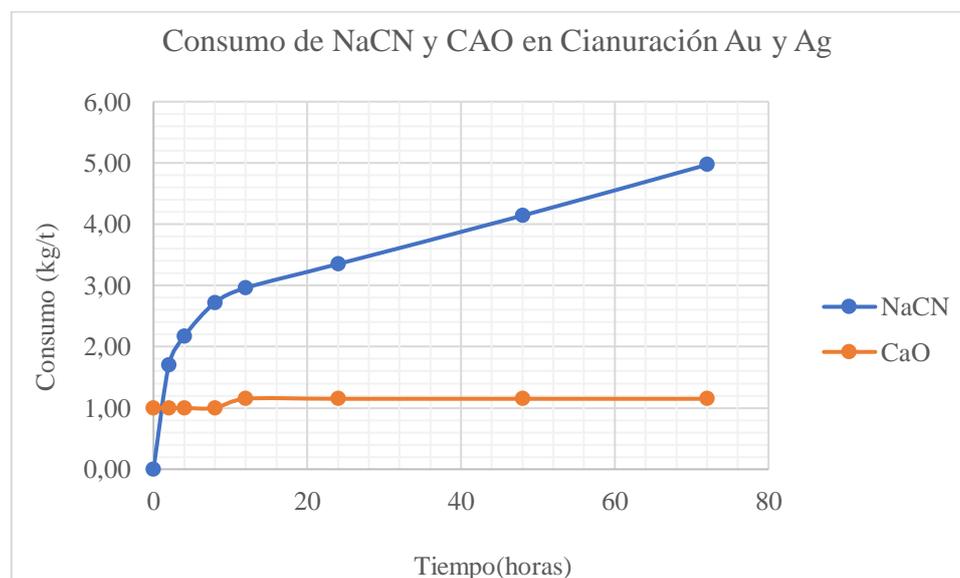
Consumo de NaCN y CaO en mineral sulfuro.

Tiempo (horas)	pH		g		kg/t		Acumulado (kg/t)	
	Inicial	Final	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN	CaO
0	7.20	10.76	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00
2	10.69	10.81	3.4	0.00	1.70	0.00	1.7	1.00
4	10.80	10.8	0.94	0.00	0.47	0.00	2.17	1.00
8	10.75	10.77	1.1	0.00	0.55	0.00	2.72	1.00
12	10.72	11.04	0.48	0.30	0.24	0.15	2.96	1.15
24	11.00	11.02	0.78	0.00	0.39	0.00	3.35	1.15
48	10.64	10.73	1.58	0.00	0.79	0.00	4.14	1.15
72	10.40		1.66	0.00	0.83	0.00	4.97	1.15
			9.94	2.30	4.97	1.15		

En la tabla 16 el consumo de NaCN es 4.97 kg/t y 1.15 kg/t de CaO para 2 kg de mineral se necesita 9.94 g de NaCN y 2.30 g de CaO.

Figura 11

Curva de consumo de NaCN y CaO para mineral sulfuro



En la figura 11 la curva de consumo de NaCN y CaO en función del tiempo en la cianuración de mineral oxidado durante las 72 horas, el consumo de NaCN crece en las 72 horas, mientras que para la CaO en las primeras 12 horas tiene a incrementar luego tiende a ser constante.

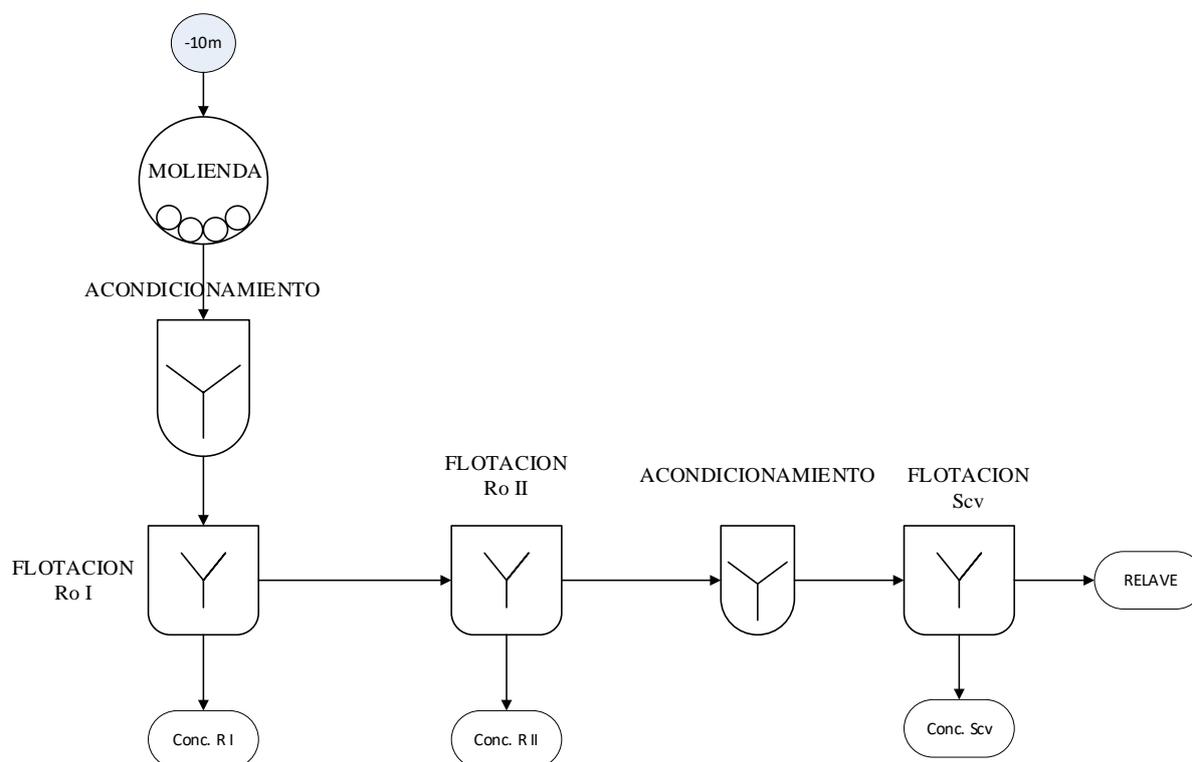
4.1.5. Prueba de flotación de minerales sulfurado.

4.1.5.1. Proceso de molienda y flotación.

En el proceso se tuvo dos momentos una de liberación y la otra del proceso de flotación como se detalla en el diagrama del proceso de flotación de minerales sulfuros.

Figura 12

Diagrama del proceso de flotación de mineral sulfuro



En la figura 12 se describe el mineral que ingresa al proceso un mineral 100% pasante a la malla 10 se realiza una molienda, acto seguido se acondicionó, posteriormente se realizó la primera flotación rougher seguido de una segunda flotación Rougher, prosiguiendo con un acondicionamiento seguido de una flotación scavenger. Condiciones de proceso de flotación.

Molienda: En el proceso de molienda se realizó con un peso de mineral de 1000 gramos, con un 66.67% de sólidos en un tiempo de 18.48 minutos se obteniendo un grado de molienda del

80% pasante a la malla 200 y P(80) de 75 micras. En la flotación se tiene un 33% de sólido en una celda de 3 litros para 1000 gramos de mineral.

Acondicionamiento de Rougher: Se adiciono 35 g/t de MX-945, 30 g/t de Z6, 32 g/t de D250 a un pH de 7.4 en un tiempo de 5 minutos.

Flotación Rougher I: a un pH de 7.4 en un espacio de 5 minutos.

Flotación Rougher II: a un pH de 7.4 en un espacio de 5 minutos, se adicionaron 18 g/t de MX-945, 15 g/t de Z6, 16 g/t de D250.

Acondicionamiento de Scavenger: A un pH de 7.9 en un espacio de 3 minutos, se adicionaron 18 g/t de MX-945, 20 g/t de Z6, 24 g/t de D250.

Flotación Scavenger: A un pH de 7.9 en un espacio de 5 minutos.

En el proceso de molienda y flotación se emplearon 39.48 minutos con una adición 71 g/t de MX-945, 65 g/t de Z6, 72 g/t de D250.

4.1.5.2. Resultado de la prueba de flotación.

El resultado de las pruebas de flotación obtenidas con las leyes reportadas del laboratorio químico, con ello se realizaron el balance metalúrgico los que se tienen en la tabla 17.

Tabla 18

Balance Metalúrgico leyes de oro plata

Producto	Peso (g)	%Peso	Au(g/t)	Ag(g/t)	%Fe
Cabeza	1000	100	13.99	200.55	13.82
Conc. Ro	344.50	34.45	38.3	532	29.04
Conc. Scv	70.10	7.01	3.52	63.6	16.00
Conc. Ro + Scv	414.60	41.46	32.42	452.80	26.84
Relave	585.40	58.54	0.93	21.9	4.60

En la tabla 17 el concentrado de rougher se tiene 344.50 gramos que representa el 34.45% con leyes de 38.30 g/t para el oro, 532 g/t para la plata con 29.04% de hierro, mientras que la mezcla de rougher y scavenger se tiene 414.60 gramos que representa el 41.46% en peso con una ley de 32.42 g/t de oro, 452.80 g/t de plata y 26.84% de hierro. Mientras que en el relave se tiene 585.40 gramos que representa el 58.54% en peso con leyes de 0.93 g/t de oro, 21.9 g/t de plata y 4.90% de hierro.

Tabla 19

Balance Metalúrgico recuperación de oro plata

Producto	Au(g)	Ag(g)	Fe(g)	Au	Ag	Fe
Cabeza	0.0280	0.4011	276.37	100	100	100
Conc. Ro	0.0264	0.3665	200.09	94.34	91.38	72.40
Conc. Scv	0.0005	0.0089	22.43	1.76	2.22	8.12
Conc. Ro + Scv	0.0269	0.3755	222.52	96.11	93.61	80.51
Relave	0.0011	0.0256	53.86	3.89	6.39	19.49

En la tabla 18 la recuperación en el concentrado rougher se tiene el 94.34% para el oro, 91.38% para la plata, mientras que el concentrado rougher y el scavenger se tiene 96.11% para el oro y 93.61% para la plata. En el relave tiene una presencia de 3.89% para el oro y 6.39% para la plata.

4.2. Contrastación de Hipótesis.

2.5.1. Contrastación de Hipótesis General.

Ha: Realizando un estudio adecuado de minerales auríferos por flotación y cianuración, nos permitirá obtener una recuperación adecuado de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”

Ho: Realizando un estudio adecuado de minerales auríferos por flotación y cianuración, **no** permitirá obtener una recuperación adecuado de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”

En el proceso de flotación de mineral sulfuro pasante a la malla 200 el 80% se tiene una recuperación del 96.11% con una calidad de 32.42 g/t de oro y 93.61% con una calidad de 452.80 g/t de plata, mientras que la recuperación es de 90.22% para el oro y 54.99% para la plata en la cianuración de mineral oxidado con un consumo de 2.01 kg/t de NaCN, 3.85 kg/t CaO para una ley de cabeza de 9.41 g/t Au, 24.90 g/t Ag y 10.07% hierro. Para el mineral sulfuro se tiene una recuperación de 88.36% de oro, 46.95% para la plata y un consumo de 4.97 kg/t de NaCN, 1.15 kg/t de CaO para una ley de cabeza 14.26 g/t de oro, 190 g/t de plata y 13.87% de hierro.

Para la recuperación del oro en flotación es de 96.11% en mineral sulfuro, en la cianuración es de 88.36%, mientras que el mineral oxidado es de 90.22% del oro. Para la plata 93.61% en la flotación y en la cianuración 54.99% para mineral oxido y mineral sulfuro es de 46.95%. por lo tanto, predetermina la hipótesis alternativa para el oro y plata en la flotación para mineral sulfurado. Mientras que en la cianuración predetermina el oro en mineral oxida y seguido del sulfuro para la hipótesis alternativa. Para la plata predetermina la hipótesis nula para mineral sulfurado seguido de mineral oxidado.

2.5.2. Contrastación de Hipótesis Específicos

- **Ha:** Realizando un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, nos permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.

Ho: Realizando un estudio adecuado sobre el tratamiento de minerales auríferos por flotación, **no** permita obtener un concentrado de menas que tenga oro y plata.

Con una liberación del 80% pasante a la malla 200 y la adición de 71 g/t de MIX-945, 65 g/t de Z6 y 72 g/t de D250 en un tiempo de proceso de 39.48 minutos se obtuvo un concentrado de 32.42 g/t de oro, 452.80 g/t de plata con una concentración 96.11% y 93.61% respectivamente para una ley de cabeza de 14.26 g/t de oro y 190 g/t de plata. Con ello se tiene predetermina la hipótesis alternativa.

- **Ha:** Realizando un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración nos permitirá obtener el consumo de cal y cianuro.

Ho: Realizando un estudio sobre el tratamiento de minerales auríferos por cianuración **no** permitirá obtener el consumo de cal y cianuro.

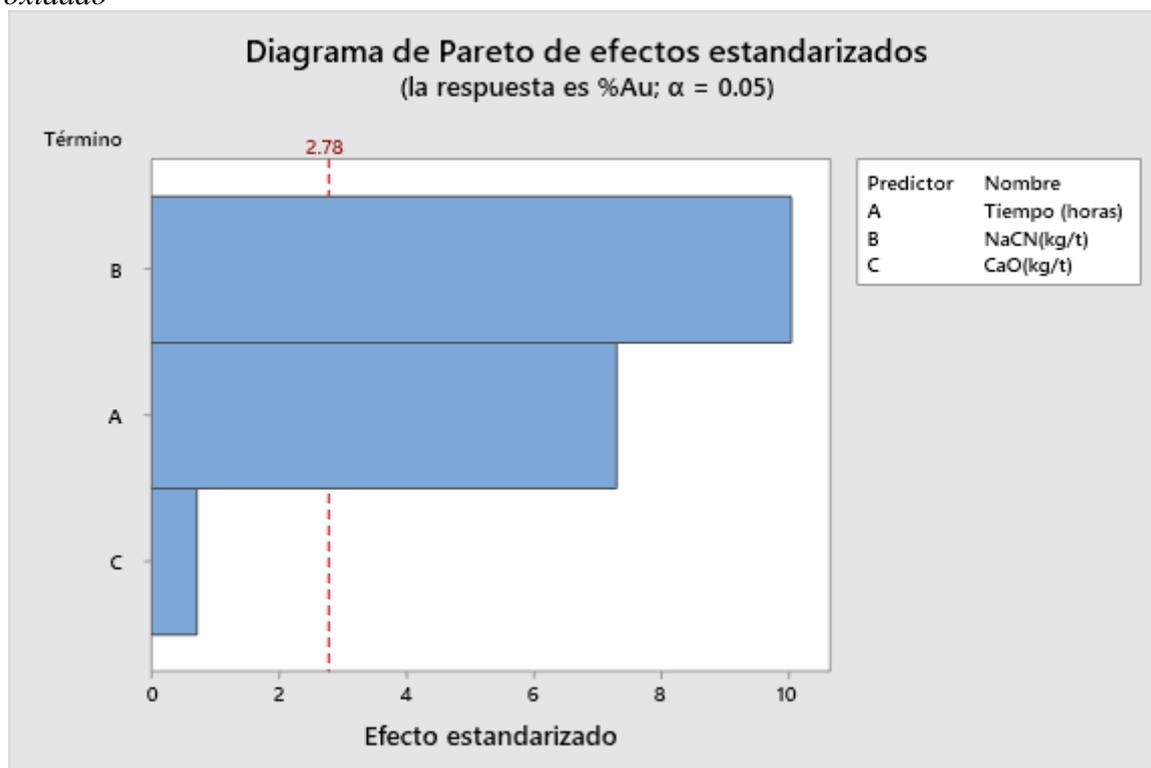
Tabla 20

Coefficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Au mineral oxidado

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	43.0	57.5	0.75	0.496	
Tiempo (horas)	-1.068	0.146	-7.31	0.002	3.60
NaCN(kg/t)	86.27	8.59	10.05	0.001	6.92
CaO(kg/t)	-13.0	18.2	-0.72	0.513	5.71

Figura 13

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Au en mineral oxidado



De la tabla 19 el p calculado es 0.002 para el tiempo, 0.001 para el NaCN menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo y NaCN en la recuperación del Au, mientras que CaO tiene un valor calculado 0.513 mayor a 0.05 no tiene efecto estadísticamente en la

recuperación del oro de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 13 la barra A, B tiempo (horas) de cianuración, NaCN(kg/t) es mayor a 2.78 teniendo efecto el tiempo(horas) y NaCN(kg/t) en la recuperación del oro, mientras que la barra C CaO(kg/t) es menor a 2.78 por lo que no tiene efecto en la recuperación del oro en los minerales oxidados.

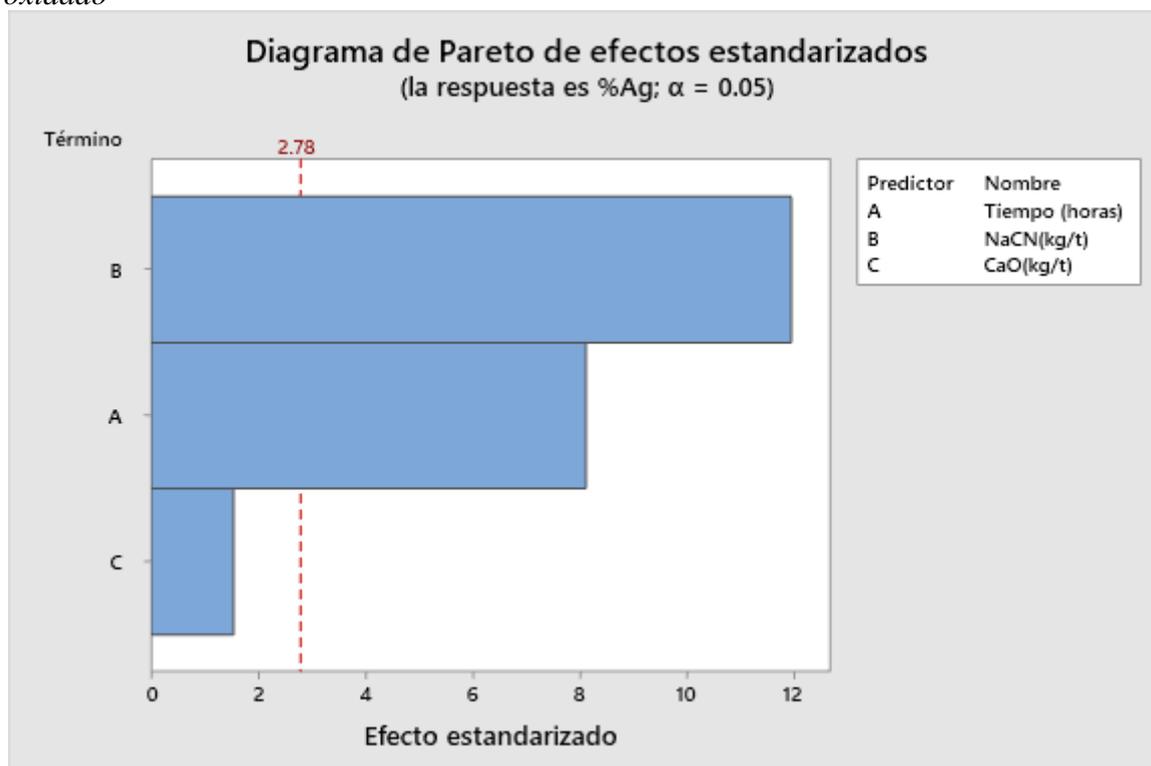
Tabla 21

Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Ag mineral oxidado

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	48.0	30.3	1.58	0.189	
Tiempo (horas)	-0.6268	0.0772	-8.12	0.001	3.60
NaCN(kg/t)	54.19	4.54	11.95	0.000	6.92
CaO(kg/t)	-14.78	9.62	-1.54	0.199	5.71

Figura 14

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Ag en mineral oxidado



De la tabla 20 el p calculado es 0.001 para el tiempo, 0.000 para el NaCN menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo y NaCN en la recuperación del Ag, mientras que CaO tiene un valor calculado 0.199 mayor a 0.05 no tiene efecto estadísticamente en la

recuperación del plata de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 14 la barra A, B tiempo(horas) de cianuración, NaCN(kg/t) es mayor a 2.78 teniendo efecto el tiempo(horas) y NaCN(kg/t) en la recuperación del plata, mientras que la barra C CaO(kg/t) es menor a 2.78 por lo que no tiene efecto en la recuperación del plata en los minerales oxidados.

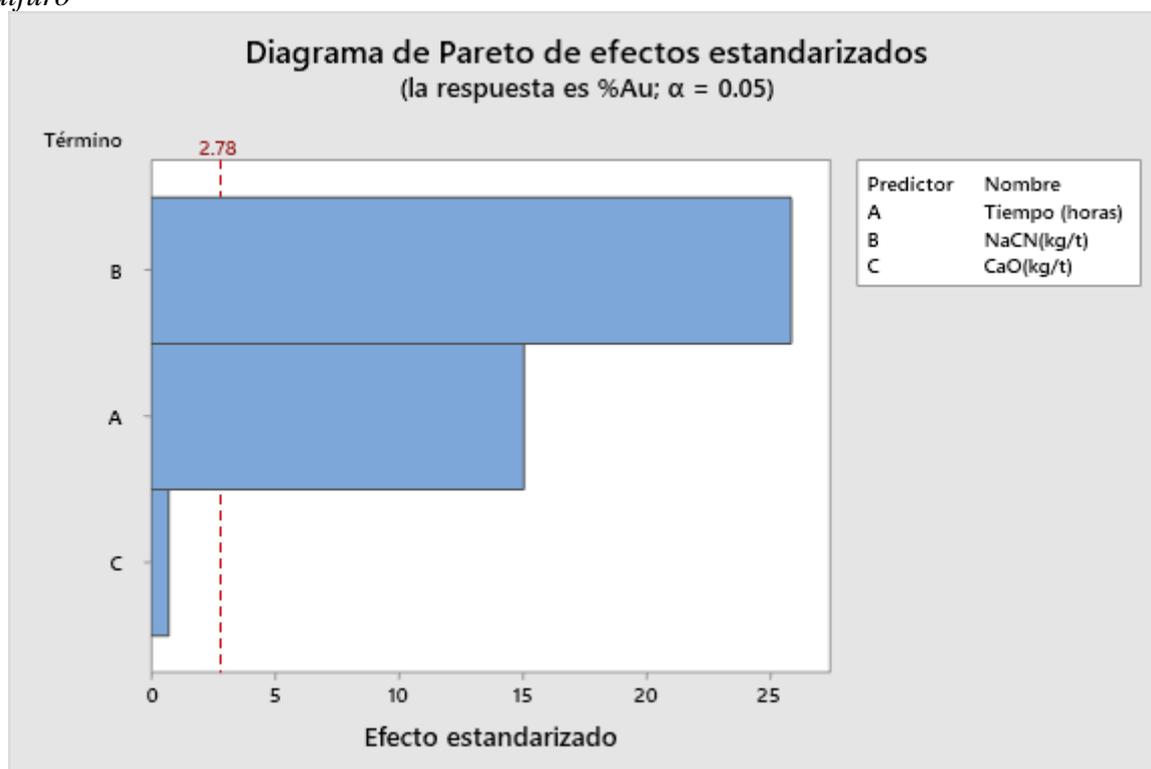
Tabla 22

Coefficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Au mineral sulfuro

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	12.9	16.3	0.79	0.473	
Tiempo (horas)	-0.9741	0.0646	-15.08	0.000	4.14
NaCN(kg/t)	30.40	1.18	25.86	0.000	4.76
CaO(kg/t)	-11.8	16.5	-0.72	0.513	2.60

Figura 15

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Au en mineral sulfuro



De la tabla 21 el p calculado es 0.000 para el tiempo, 0.000 para el NaCN menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo y NaCN en la recuperación del Au, mientras que CaO tiene un valor calculado 0.513 mayor a 0.05 no tiene efecto estadísticamente en la

recuperación del oro de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 15 la barra A, B tiempo(horas) de cianuración, NaCN(kg/t) es mayor a 2.78 teniendo efecto el tiempo(horas) y NaCN(kg/t) en la recuperación del oro, mientras que la barra C CaO(kg/t) es menor a 2.78 por lo que no tiene efecto en la recuperación del oro en los minerales sulfuros.

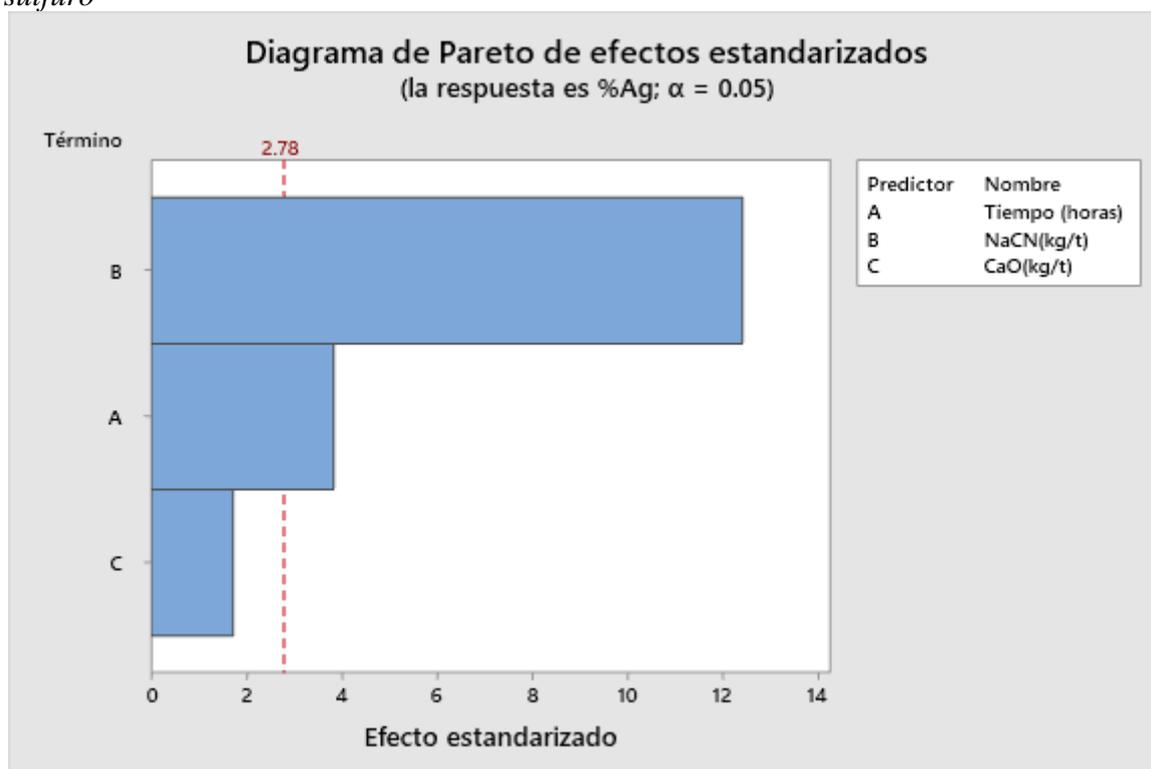
Tabla 23

Coeficientes para el tiempo NaCN CaO en la recuperación de Ag mineral sulfuro

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-24.2	13.7	-1.76	0.153	
Tiempo (horas)	-0.2087	0.0544	-3.84	0.019	4.14
NaCN(kg/t)	12.288	0.990	12.42	0.000	4.76
CaO(kg/t)	24.0	13.9	1.73	0.159	2.60

Figura 16

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo, NaCN CaO en la Recuperación Ag en mineral sulfuro



De la tabla 22 el p calculado es 0.019 para el tiempo, 0.000 para el NaCN menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo y NaCN en la recuperación del Ag, mientras que CaO tiene un valor calculado 0.513 mayor a 0.05 no tiene efecto estadísticamente en la

recuperación del plata de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 16 la barra A, B tiempo(horas) de cianuración, NaCN(kg/t) es mayor a 2.78 teniendo efecto el tiempo(horas) y NaCN(kg/t) en la recuperación del plata, mientras que la barra C CaO(kg/t) es menor a 2.78 por lo que no tiene efecto en la recuperación del plata en los minerales sulfuros.

Por lo tanto, el tiempo de cianuración(horas) y el cianuro de sodio (kg/t) en la recuperación de oro y plata en minerales oxidado y sulfuro predetermina en la hipótesis alternativa, mientras en el caso de CaO(kg/t) tiene dominio la hipótesis nula.

- **Ha:** Realizando un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción óptima de oro y plata.

Ho: Realizando un estudio sobre la moliendabilidad de minerales auríferos **No** permitirá obtener un tiempo óptimo para una liberación adecuada de granulometría para una extracción óptima de oro y plata.

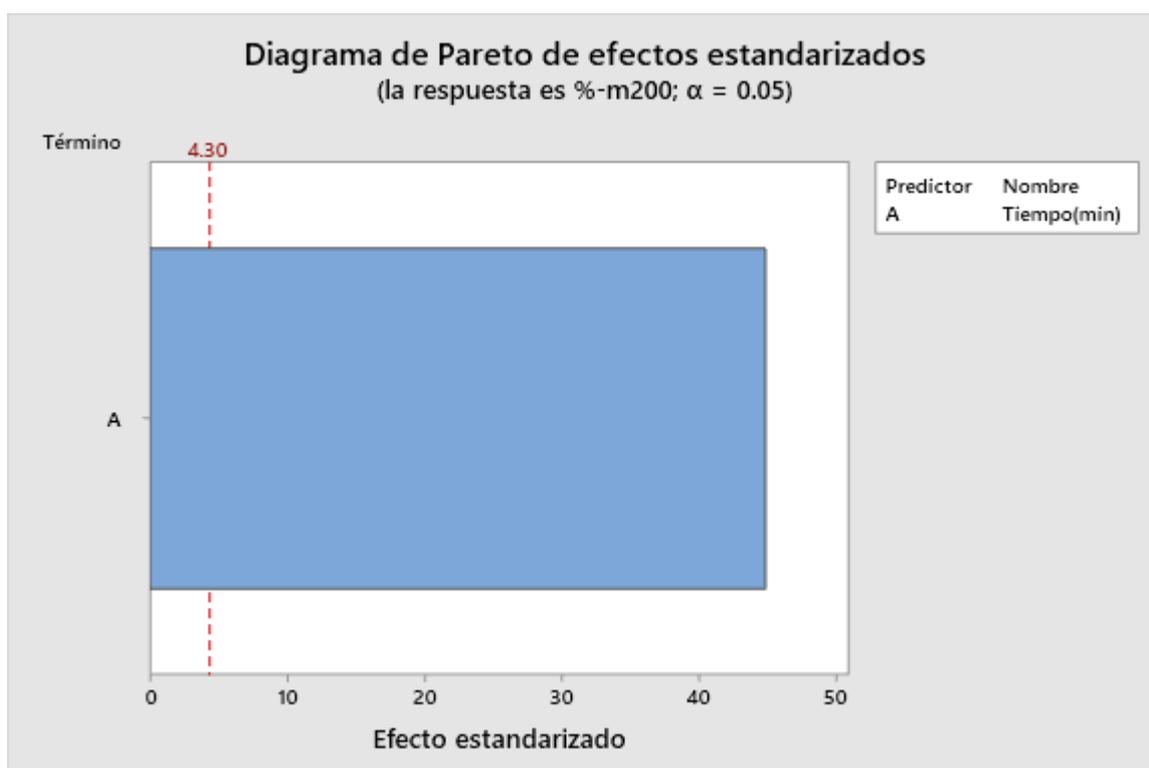
Tabla 24

Coefficientes para el tiempo vs pasante 200m para mineral oxidado

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	34.050	0.707	48.14	0.000	
Tiempo(min)	2.3180	0.0517	44.88	0.000	1.00

Figura 17

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo de molienda en %-200m de mineral oxidado



De la tabla 19 el p calculado es 0.000 menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo de molienda en la liberación del mineral pasante a la malla 200 de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 13 la barra A tiempo de molienda(minutos) es mayor a 4.30 por lo tanto

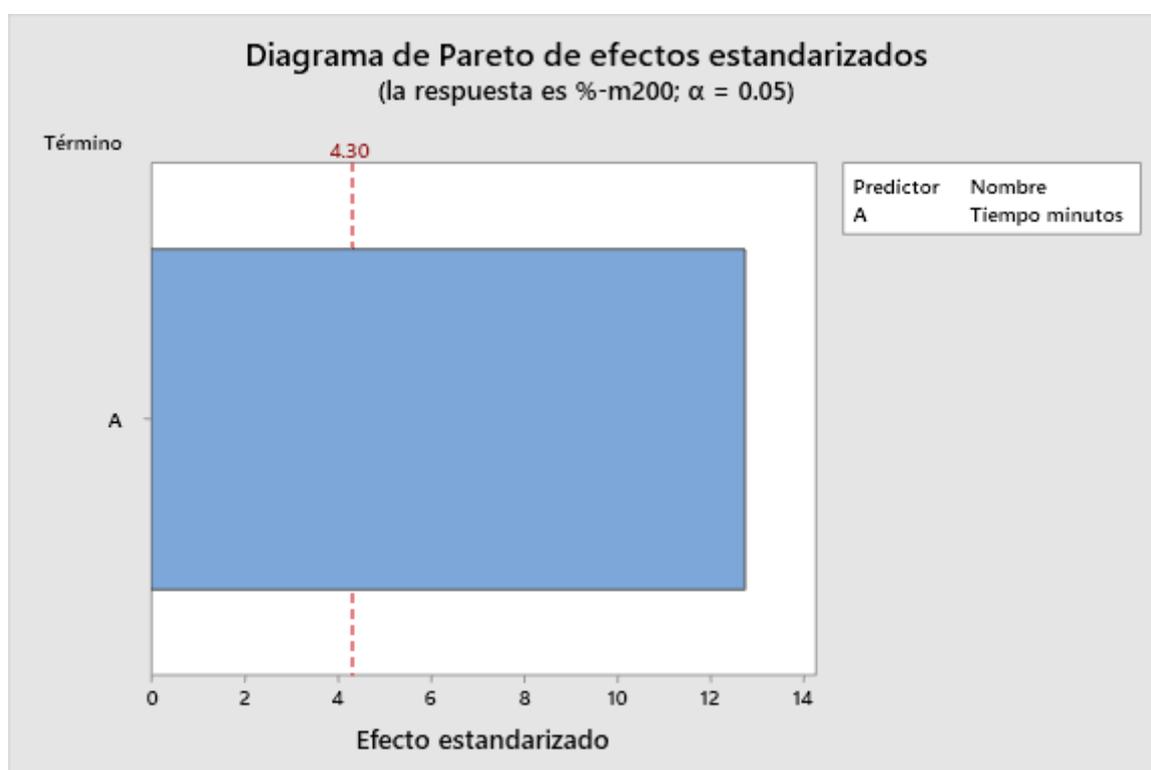
tiene efecto el tiempo de molienda en la liberación del mineral pasante a la malla 200 para los minerales oxidados.

Tabla 25
Coefficientes para el tiempo vs pasante 200m para mineral sulfuro

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p FIV
Constante	36.60	2.80	13.07	0.006
Tiempo minutos	2.606	0.205	12.74	0.006 1.00

Figura 18

Diagrama de Pareto el efecto del tiempo de molienda en %-200m de mineral sulfuro



De la tabla 20 el p calculado es 0.006 menor a 0.05 estadísticamente tiene un efecto el tiempo de molienda en la liberación del mineral pasante a la malla 200 de igual manera en el diagrama de Pareto en la figura 14 la barra A tiempo de molienda(minutos) es mayor a 4.30 por lo tanto tiene efecto el tiempo de molienda en la liberación del mineral pasante a la malla 200 para los minerales sulfurados.

Por lo tanto, predetermina la hipótesis alternativa planteada en el caso del tiempo de molienda influye en la liberación del mineral pasante a la malla 200.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados.

En las pruebas de flotación y cianuración realizadas se contó con un mineral sulfurado de ley de cabeza de 14.26 g/t Au, 190 g/t Ag y 13.85% de hierro lo que se llevó a pruebas experimentales con las siguientes condiciones de 80% pasante a la malla 200 con 33% de sólidos, el tiempo empleado fue de 39.48 minutos, los reactivos dosificados se tiene MX-945 71 g/t, Z-6 65 g/t y D250 72 g/t. Obteniendo un concentrado de 38.3 g/t de oro, 532 g/t de plata con una recuperación de 94.34% de oro, 91.38% de plata. Con una mezcla de concentrado rougher y scavenger 32.42 g/t oro, 452.80 g/t plata con una recuperación del 96.11% de oro, 93.61% de plata. La cianuración de minerales sulfuros las condiciones fuerza de 1000 ppm, 30% de sólido, 80% pasante a la malla 200, en tiempo empleado de 72 horas con un consumo de 4.97 kg//t de NaCN y 1.15 kg/t de CaO, recuperando el 88.36% de oro y 46.95% de plata. Mientras que el mineral oxidado de ley de cabeza de 9.41 g/t Au, 24.90 g/t Ag y 10.07% de hierro, se sometieron con las condiciones de cianuración, fuerza de cianuro de sodio de 1000 ppm, 30% de sólido, 80% pasante a la malla 200 y tiempo empleado de 72 horas obteniendo un consumo de 2.01 kg//t de NaCN y 3.85 kg/t de CaO, recuperando el 90.22% de oro y 54.99% de plata.

En los trabajos realizados por Dueñas & Graff (2018) en el proceso de flotación a mineral basic en las pruebas de laboratorio se obtiene de 78% a 80% de recuperación en el cíclico en orden 85% a 90% de oro, en la cianuración a una temperatura de 65°C se obtiene 87% oro y 93% de plata. Mientras que para mineral con pirita y arsénico se obtiene una recuperación 63.83% en las pruebas de flotación para el oro y en las pruebas cíclicas del orden de 66% de recuperación del oro y 34% para la plata. Por otra parte, Mendivil (2017) en la cianuración de minerales en condiciones de lavado con dilución de 4/1 se recupera 92% para el oro y 95.55% para la plata

con un consumo de 1.1 g/t de NaCN, 3 .0 g/t de CaO. Del mismo Flores (2019) realizado en la rinconada obtuvo 91.67% de recuperación de oro con una fuerza de 0.14% de NaCN y 90.42% con una fuerza de 0.08% NaCN en 72 horas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

En el trabajo realizado a nivel experimental respecto al “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC” basado a los resultados obtenidos se concluye:

Que el mineral sulfurado por flotación se obtuvo una calidad de 38.30 g/t de oro, 532 g/t de plata con una recuperación del 94.34% y 91.38% respectivamente con un ratio de concentración de 2.9, mientras que en la cianuración se obtuvo una recuperación de 88.36% de oro, 46.95% para la plata con un consumo de 4.97 kg/t de NaCN, 1.15 kg/t de CaO para una ley de cabeza 14.26 g/t de oro, 190 g/t de plata. Por otro lado, para el mineral oxidado en la cianuración se obtuvo una recuperación de 90.22% para el oro y 54.99% para la plata, con un consumo de 2.01 kg/t de NaCN, 3.85 kg/t CaO para una ley de cabeza de 9.41 g/t Au, 24.90 g/t Ag.

En el proceso de flotación con una liberación del 80% pasante a la malla 200 y la adición de 71 g/t de MIX-945, 65 g/t de Z6 y 72 g/t de D250 en 39.48 minutos se obtuvo un concentrado de 38.30 g/t de oro, 532 g/t de plata con una recuperación del 94.34% y 91.38% respectivamente.

En la cianuración el tiempo de cianuración, el cianuro de sodio en la recuperación de oro y plata para mineral oxidado y sulfurado tiene influencia estadísticamente ya que el valor de p calculado es menor a 0.05, mientras que la CaO en la recuperación de oro y plata para mineral oxidado y sulfurado no tiene influencia estadísticamente ya que el valor de p es mayor a 0.05.

En la liberación de minerales el tiempo empleado en la molienda de mineral oxidado y sulfuro tiene influencia estadísticamente el tiempo pasante a la malla 200 ya que el valor de p calculado es menor a 0.05.

6.2. Recomendaciones.

Respecto al trabajo realizado sobre “Estudio de minerales auríferos por flotación y cianuración para la recuperación de oro y plata de la minera Tres Valles SAC”, en función a al trabajo realizado y los resultados obtenidos se recomienda:

Realizar un estudio mineralógico de los dos tipos de minerales con la finalidad de obtener identificar las diferentes especies mineralógicas presentes en la muestra sean de interés y gangas, por otra parte, la asociación y el grado de liberación de las especies mineralógicas presentes.

Realizar más pruebas de flotación y cianuración con la finalidad de obtener las condiciones más adecuadas para realizar un escalamiento y su posterior aplicación en planta de proceso.

Oxidar los minerales con la finalidad de elevar la recuperación de plata tanto en los minerales oxidados y sulfurados en el proceso de cianuración.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACION

7.1. Fuentes Bibliográficas.

De la Vergne, J. (junio de 2021). *Diccionario Técnico de Mineros y Petroleros*. Obtenido de

https://www.u-cursos.cl/usuario/cdb8b154d7c215025cd0c10087be85dd/mi_blog/r/Diccionario_Tecnico_de_Mineros_y_Petroleros_-_Ingles_a_Espanol.pdf

Aramburú, V. (2017). Recuperación de oro en minerales sulfurados de baja ley en la provincia de Casma. *Ingeniero Metalurgico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6475/Julca_vd.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Azañero, A. (2015). *Flotación y Concentración de Minerales*. Lima: San Marcos.

Ballester, A., Verdeja, L., & Sancho, J. (2000). *Metalurgia Extractiva*. Madrid: Editorial Síntesis.

Carrasco, S. (2019). *Metodología de la Investigación científica*. Lima: San Marcos.

Chia, J. (1984). *Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales*. Lima.

Davila Burga, J. (2011). *Diccionario Geologico*. Lima: Arth Grouting SAC. Obtenido de

<https://www.yumpu.com/es/document/view/5680022/diccionario-geologico-arth-altuna>

Díaz, E. (2017). Modelamiento geometalúrgico del consumo de medios de molienda basado en técnicas de caracterización avanzada. *Magíster en Metalurgia Extractiva*. Universidad

de Chile, Santiago. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147418/Modelamiento->

geometalurgico-del-consumo-de-medios-de-molienda-basado-en%20t%C3%A9cnicas-de-.pdf?sequence=1

Domic, E. (2001). *Hidrometalurgia Fundamento, Procesos y Aplicación*. Santiago de Chile: Autor-Editor genérico.

Dueñas, Z., & Graff, J. (2018). Recuperación de oro y plata por medio de concentración por flotación y lixiviación con cianuro. *Ingeniero Químico*. Universidad de Sonora, Sonora. Obtenido de <http://repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/unison/1455/1/duenascabrerazaherabdiell.pdf>

Egas, J. (1985). *Evaluación de Plantas Concentradoras*. Lima.

Flores, C. (2019). Estudio del proceso de cianuración de minerales auríferos para la recuperación de oro en el proyecto oropesa, la Rinconada – Puno. *Ingeniero Metalurgista*. Uiveraidad Nacional del Altiplaono de Puno, Puno. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13931/Flores_Mamani_Carlos_Victor.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gonzales, E. (2020). Influencia de minerales piriticos alterados en la flotación de Oro en la planta de beneficio María Mercedes I – Apurímac – 2019. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2020/1/T026_71773482_T.pdf

Gutiérrez, L. (2017). Estudio del tratamiento de minerales sulfurados auríferos mediante procesos secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración para la recuperación de oro. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6616/Gutierrez_fl.pdf;jsessionid=4DDE4BAE06F88F11498D93F4EED41D59?sequence=1

- Jaico, J. (2009). *Problemas de Procesamiento de Minerales*. Trujillo.
- Kelly, E., & Spottiswood, D. (1990). *Introducción al Procesamiento de Minerales*. Mexico D.F: Noriega Editores.
- Kumar, C. (2003). *Chemical Metallurgy*. Mumbai: Wiley-VCH.
- Mamani, J. (2020). “evaluación del tamaño de partícula y flotación para mejorar el porcentaje de recuperación en el concentrado de oro en la CIA Cori Puno S.A.C.”. *ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14374/Mamani_Benito_Juan_Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marsden, J., & C, L. (2006). *The Chemistry of Gold Extraction*. Littleton: society for mining metallurgy and explotarion Inc.
- Mendivil, j. . (2017). Extracción de oro y plata mediante cianuración de un mineral auroargentífero refractario, previo tratamiento ácido reductivo. *Ingeniero Químico*. Universidad de Sonora, Sonora. Obtenido de <http://148.225.114.120/handle/unison/992>
- Metso. (2004). *Conocimientos Básicos en el Procesamiento de Minerales*. Metso Minerals.
- Misare, F. (2010). *Metalurgia del oro*. Lima: San Marcos.
- Pellella, S., & Martins, F. (2015). *Metodología de la Investigación Cuantitativo*. Caracas: FEDUPEL.
- Porras, D. (1997). *Procesamiento de Minerales*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Ruiz, J., López, C., Carmona, M., & Bolívar, W. (2019). *Modelamiento estadístico y optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v28n53/0121-1129-rfing-28-53-00033.pdf>
- Runge, K., Tabosa, E., Holtham, P., & Valle, R. (2014). *Grinding and Flotation Circuits Integration and Optimization*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/281103909_Grinding_and_Flotation_Circuits_Integration_and_Optimization

Sivestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitario*. Lima: San Marcos.

Sutulov, A. (1963). *Flotación de Minerales*. Concepción.

Toro, I., & Parra, R. (2010). *Fundamento Epistemológicos de la Investigación y la Metodología de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa*. Medellín: Fondo Editorial Universal EAFIT.

Wills, B. (1994). *Tecnología de los Procesamiento de los Minerales*. falmouth: Mexico D.F.

ANEXOS

Anexo 1 localización

Distritos de la provincia de Caravelí



Anexo 2 Instrumentos para la toma de datos

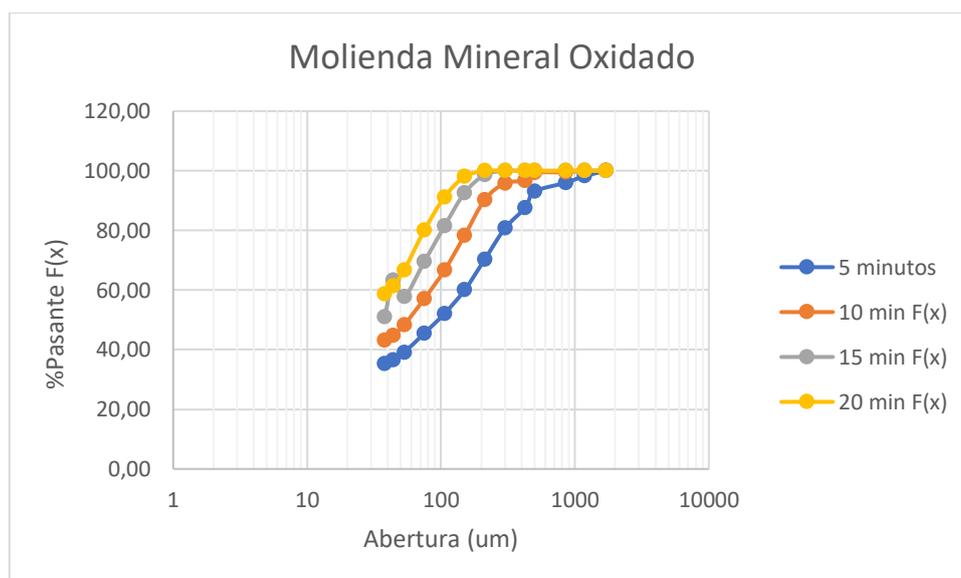
Item	Código de Sub- Muestra	Peso Metalurgia kg
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Total		

Código Muestra	Leyes: g/t		%
	Au	Ag	Fe
Cabeza (M. Oxidado)			
Cabeza (M. Sulfuro)			

Malla	Abertura	Peso, g		
	μ			
+70	212			
+100	150			
+150	105			
+200	75			
+270	53			
+325	45			
+400	38			
-400	24			

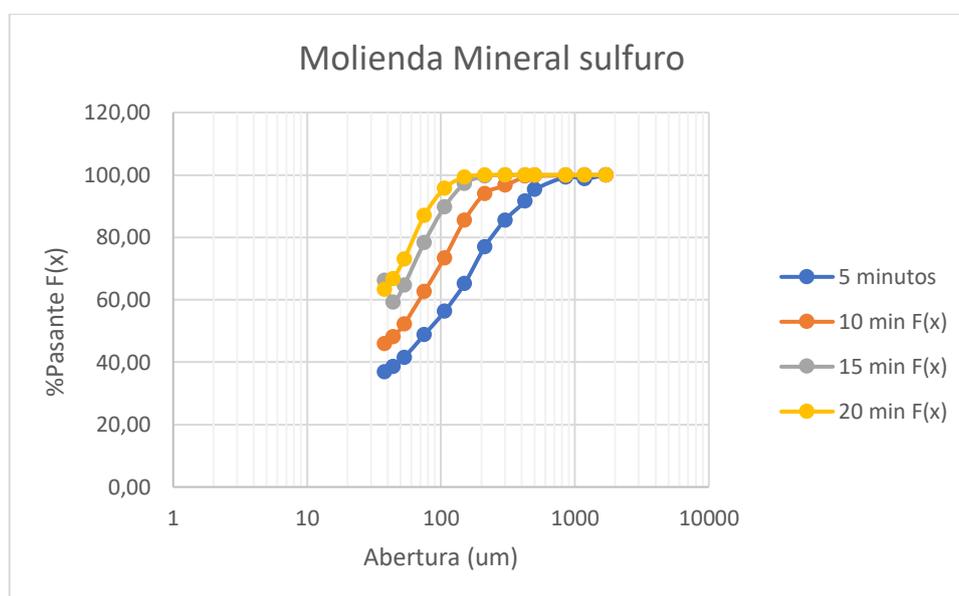
Anexo 3: Molienda de mineral oxidado

N°	Abertura(um)	5 min F(x)	10 min F(x)	15 min F(x)	20 min F(x)
10	1700	100.00	100.00	100.00	100.00
14	1180	98.20	100.00	100.00	100.00
20	850	96.00	99.50	100.00	100.00
28	500	93.00	99.30	100.00	100.00
35	425	87.60	96.70	100.00	100.00
48	300	80.70	95.80	100.00	100.00
65	212	70.30	90.30	98.60	100.00
100	150	60.00	78.30	92.60	98.00
150	106	52.10	66.60	81.40	91.20
200	75	45.50	57.10	69.50	80.00
270	53	39.10	48.30	57.70	66.70
325	44	36.50	44.80	63.30	61.40
400	38	35.20	43.10	51.00	58.60



Anexo 4: Molienda de mineral sulfuro

N°	Abertura(um)	5 min F(x)	10 min F(x)	15 min F(x)	20 min F(x)
10	1700	100.00	100.00	100.00	100.00
14	1180	98.80	99.90	100.00	100.00
20	850	99.30	99.80	100.00	100.00
28	500	95.30	99.70	100.00	100.00
35	425	91.50	99.50	100.00	100.00
48	300	85.50	96.60	100.00	100.00
65	212	76.90	94.00	99.60	100.00
100	150	65.20	85.50	97.20	99.30
150	106	56.20	73.40	89.70	95.70
200	75	48.80	62.60	78.30	87.00
270	53	41.50	52.20	64.70	73.00
325	44	38.50	48.10	59.10	66.70
400	38	36.90	45.90	66.20	63.20



Anexo 5: Flotación de mineral sulfuro

Producto	Peso (g)	%Peso	Au(g/t)	Ag(g/t)	%Fe	Au(g)	Ag(g)	Fe(g)	Au	Ag	Fe
Cabeza	1000	100	14.26	190	13.85	0.0143	0.1900	138.50	100	100	100
Conc. Ro	344.5	34.45	38.3	532	29.04	0.0132	0.1833	100.04	92.53	96.46	72.23
Conc. Scv	70.1	7.01	3.52	63.6	16	0.0002	0.0045	11.22	1.73	2.35	8.10
Conc. Ro + Scv	414.6	41.46	32.42	452.80	26.84	0.0134	0.1877	111.26	94.26	98.81	80.33
Relave	585.4	58.54	0.93	21.9	4.6	0.0005	0.0128	26.93	3.82	6.75	19.44
cab. Calk.	1000	100	13.99	200.55	13.82	0.0140	0.2006	138.19	98.08	105.55	99.77

Producto	Peso (g)	%Peso	Au(g/t)	Ag(g/t)	%Fe	Au(g)	Ag(g)	Fe(g)	Au	Ag	Fe
Cabeza	1000	100	13.99	200.55	13.82	0.0140	0.2006	138.19	100	100	100
Conc. Ro	344.50	34.45	38.3	532	29.04	0.0132	0.1833	100.04	94.34	91.38	72.40
Conc. Scv	70.10	7.01	3.52	63.6	16.00	0.0002	0.0045	11.22	1.76	2.22	8.12
Conc. Ro + Scv	414.60	41.46	32.42	452.80	26.84	0.0134	0.1877	111.26	96.11	93.61	80.51
Relave	585.40	58.54	0.93	21.9	4.60	0.0005	0.0128	26.93	3.89	6.39	19.49
cab. Calk.	1000	100	13.99	200.55	13.82	0.0140	0.2006	138.19	100.00	100.00	100.00

Anexo 6: Cianuración de mineral sulfuro

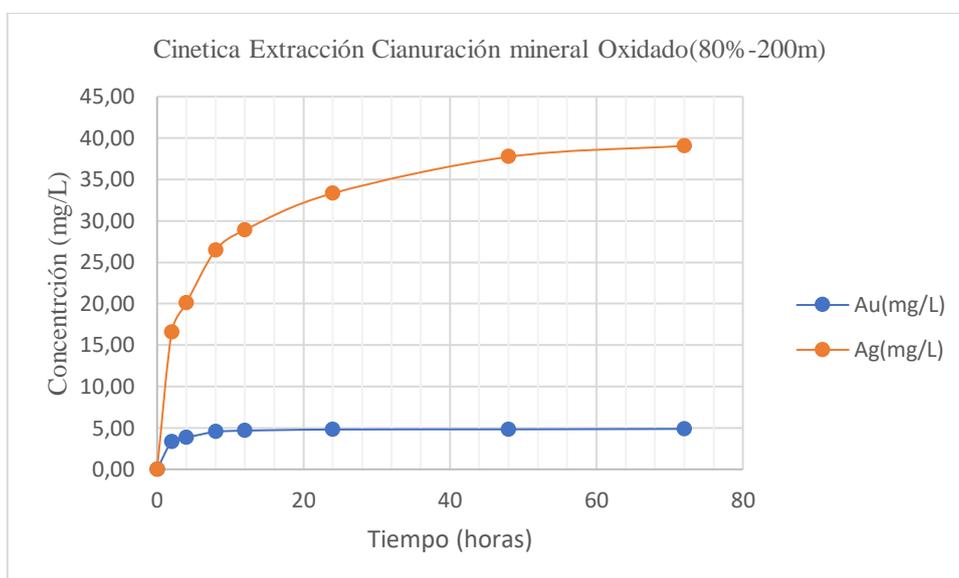
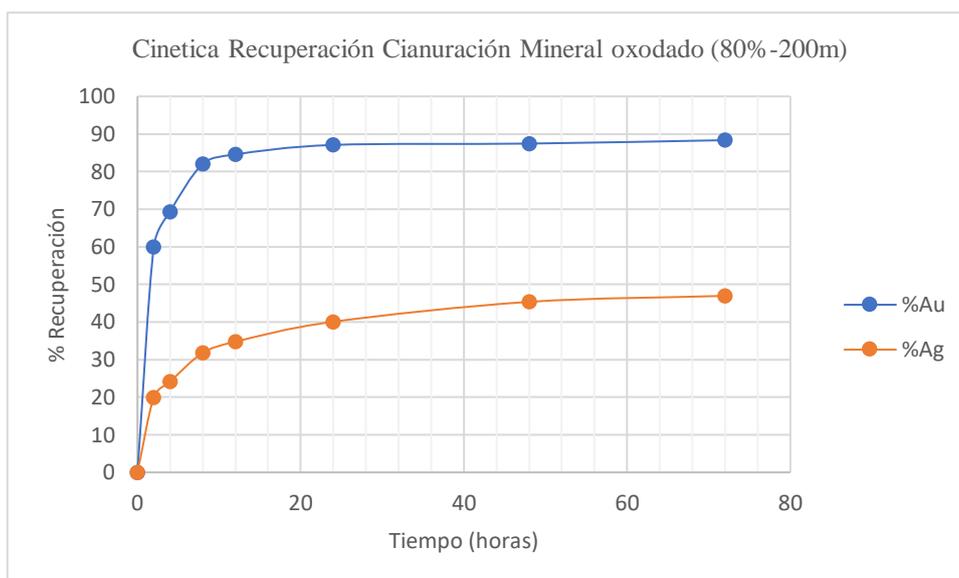
Mineral	:	2000 g	Au	:	0.02852 g
Sólido	:	30 %			28.52 mg
Dilución	:	2.33	Ag	:	0.38 g
Agua	:	4666.7 g			380 mg
Volumen Agua	:	4.67 L			

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metalico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	3.31	16.55	15.45	77.23	54.16	20.32
4	4.67	3.83	20.07	17.87	93.66	62.67	24.65
8	4.67	4.53	26.46	21.14	123.48	74.12	32.49
12	4.67	4.67	28.91	21.79	134.91	76.41	35.50
24	4.67	4.81	33.33	22.45	155.54	78.71	40.93
48	4.67	4.83	37.73	22.54	176.07	79.03	46.34
72	4.67	4.88	39.06	22.77	182.28	79.85	47.97

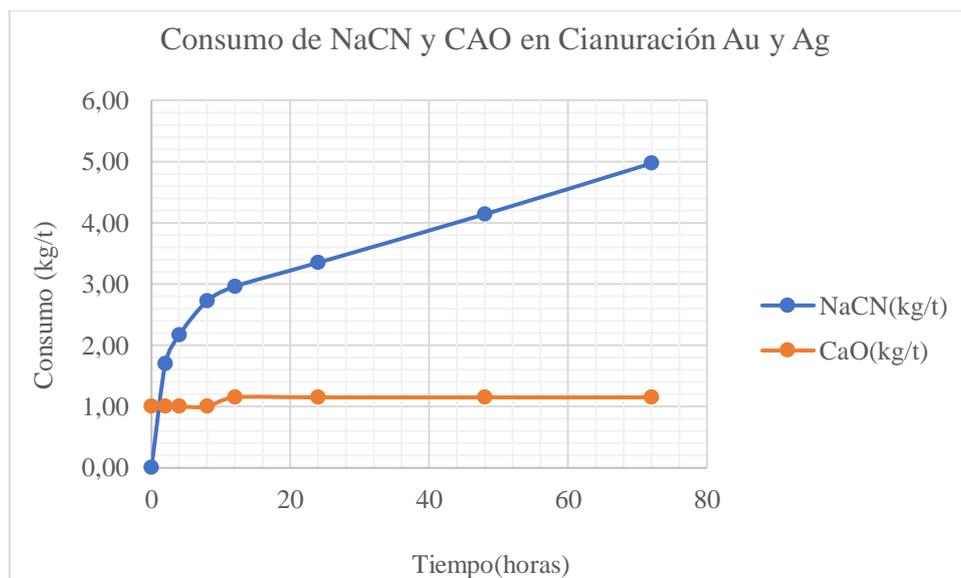
Muestra	gramos/mL	Leyes		Contenido Metalico		Distribución	
		Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	9.41	24.9	0.01882	0.0498	100	100
solución rica (mL)	4666.67	0.0049	0.0391	0.02277	0.18228	79.85	47.97
Relave(g)	1999.79	1.5	103	0.0030	0.2060	15.94	413.61
	2000.00	12.89	194.13	0.0258	0.3883	95.79	461.58

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metalico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	3.31	16.55	15.45	77.23	59.93	19.89
4	4.67	3.83	20.07	17.87	93.66	69.35	24.12
8	4.67	4.53	26.46	21.14	123.48	82.02	31.80
12	4.67	4.67	28.91	21.79	134.91	84.56	34.75
24	4.67	4.81	33.33	22.45	155.54	87.09	40.06
48	4.67	4.83	37.73	22.54	176.07	87.46	45.35
72	4.67	4.88	39.06	22.77	182.28	88.36	46.95

	gramos/mL	Leyes		Contenido Metalico		Distribución	
		Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	12.89	194.13	0.0258	0.3883	100	100
solución rica (mL)	4666.67	0.00488	0.03906	0.0228	0.1823	88.36	46.95
Relave(g)	1999.79	1.5	103	0.0030	0.2060	11.64	53.05
	2000.00	12.89	194.13	0.0258	0.3883	100.00	100.00



Tiempo (horas)	pH		g		kg/t		Acumulado (kg/t)	
	Inicial	Final	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN(kg/t)	CaO(kg/t)
0	7.20	10.76	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00
2	10.69	10.81	3.4	0.00	1.70	0.00	1.7	1.00
4	10.80	10.8	0.94	0.00	0.47	0.00	2.17	1.00
8	10.75	10.77	1.1	0.00	0.55	0.00	2.72	1.00
12	10.72	11.04	0.48	0.30	0.24	0.15	2.96	1.15
24	11.00	11.02	0.78	0.00	0.39	0.00	3.35	1.15
48	10.64	10.73	1.58	0.00	0.79	0.00	4.14	1.15
72	10.40		1.66	0.00	0.83	0.00	4.97	1.15
			9.94	2.30	4.97	1.15		



Anexo 7: Cianuración de mineral oxidado

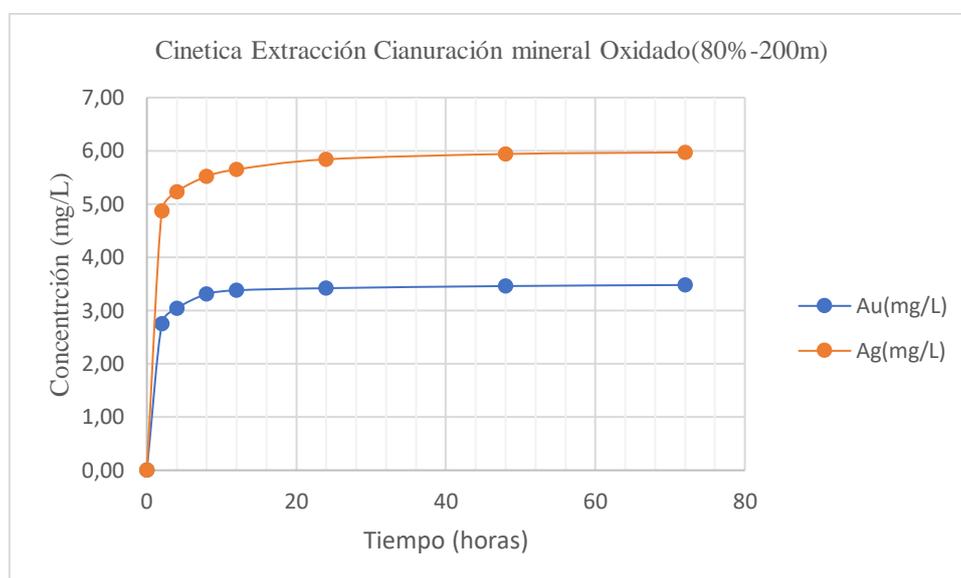
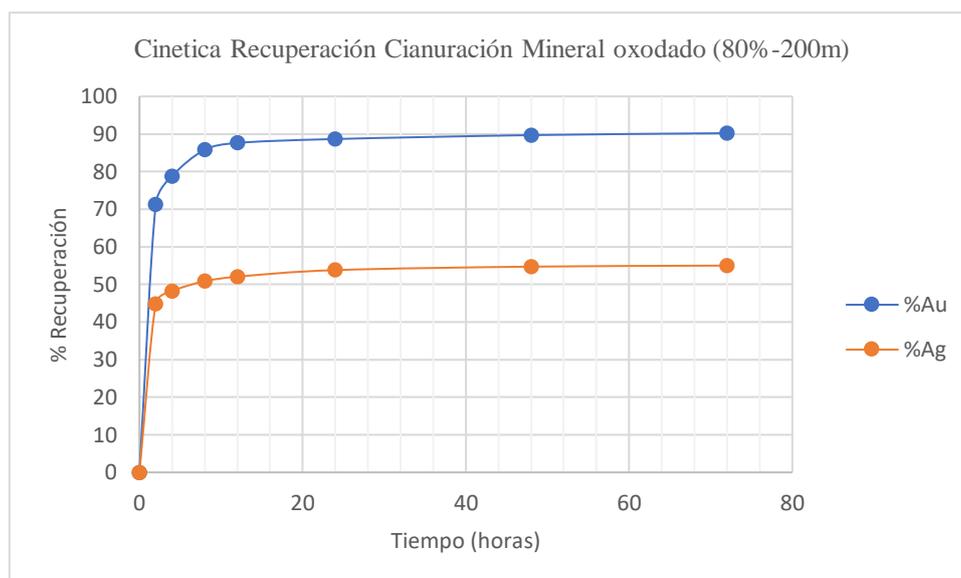
Mineral	:	2000 g	Au	:	0.01882 g
Sólido	:	30 %		:	18.82 mg
Dilución	:	2.33	Ag	:	0.0498 g
Agua	:	4666.7 g		:	49.8 mg
Volumen Agua	:	4.67 L		:	

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metalico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	2.75	4.87	12.83	22.73	68.19	45.64
4	4.67	3.04	5.23	14.19	24.41	75.38	49.01
8	4.67	3.31	5.52	15.45	25.76	82.08	51.73
12	4.67	3.38	5.65	15.77	26.37	83.81	52.95
24	4.67	3.42	5.84	15.96	27.25	84.80	54.73
48	4.67	3.46	5.94	16.15	27.72	85.80	55.66
72	4.67	3.48	5.97	16.24	27.86	86.29	55.94

Muestra	gramos/mL	Leyes		Contenido Metalico		Distribución	
		Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	9.41	24.9	0.01882	0.0498	100	100
solución rica (mL)	4666.67	0.0035	0.0060	0.01624	0.02786	86.29	55.94
Relave(g)	1999.96	0.88	11.4	0.0018	0.0228	9.35	45.78
	2000.00	9.00	25.33	0.0180	0.0507	95.64	101.73

Tiempo (horas)	Vol. Sol. (L)	Ley		Contenido metalico		Recuperación	
		Au(mg/L)	Ag(mg/L)	Au(mg)	Ag(mg)	%Au	%Ag
0	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.67	2.75	4.87	12.83	22.73	71.30	44.86
4	4.67	3.04	5.23	14.19	24.41	78.81	48.18
8	4.67	3.31	5.52	15.45	25.76	85.81	50.85
12	4.67	3.38	5.65	15.77	26.37	87.63	52.05
24	4.67	3.42	5.84	15.96	27.25	88.67	53.80
48	4.67	3.46	5.94	16.15	27.72	89.70	54.72
72	4.67	3.48	5.97	16.24	27.86	90.22	54.99

	gramos/mL	Leyes		Contenido Metalico		Distribución	
		Au(g/t, g/L)	Ag(g/t, g/L)	Au g	Ag (g)	%Au	%Ag
Cabeza(g)	2000.00	9.00	25.33	0.0180	0.0507	100	100
solución rica (mL)	4666.67	0.00348	0.00597	0.0162	0.0279	90.22	54.99
Relave(g)	1999.96	0.88	11.4	0.0018	0.0228	9.78	45.01
Cabeza Cal.(g)	2000.00	9.00	25.33	0.0180	0.0507	100.00	100.00



Tiempo (horas)	pH		g		kg/t		Acumulado (kg/t)	
	Inicial	Final	NaCN	CaO	NaCN	CaO	NaCN(kg/t)	CaO(kg/t)
0	7.83	10.8	0.00	6.40	0.00	3.20	0.00	3.20
2	10.50	10.6	1.64	0.00	0.82	0.00	0.82	3.20
4	10.55	10.75	0.44	0.50	0.22	0.25	1.04	3.45
8	10.62	10.77	0.00	0.20	0.00	0.10	1.04	3.55
12	10.65	10.86	0.36	0.30	0.18	0.15	1.22	3.70
24	10.72	10.8	0.44	0.00	0.22	0.00	1.44	3.70
48	10.60	10.75	0.56	0.30	0.28	0.15	1.72	3.85
72	10.60		0.58	0.00	0.29	0.00	2.01	3.85
			4.02	7.70	2.01	3.85		

