

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



“Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica”

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

***“EFECTO DEL CIANURO DE SODIO EN EL TRATAMIENTO DE
MINERALES POLIMETÁLICOS PARA LA CONCENTRACIÓN POR
FLOTACIÓN DE MENAS DE PLOMO y ZINC”***

**“TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO METALÚRGICO”**

Autor:

BRIAN JOSÉ ESPINOZA CASTILLO

Asesor:

M(o) **JOAQUÍN JOSÉ ABARCA RODRÍGUEZ**

C.I.P. N° 108833


JOAQUÍN JOSÉ
ABARCA RODRÍGUEZ
INGENIERO METALÚRGICO
Reg. CIP N° 108833

Huacho - Perú

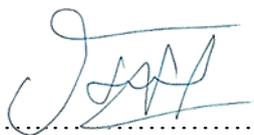
2021

**“EFECTO DEL CIANURO DE SODIO EN EL TRATAMIENTO DE MINERALES
POLIMETÁLICOS PARA LA CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN DE MENAS DE
PLOMO y ZINC”**



Dr. NUNJA GARCIA, JOSE VICENTE

Presidente



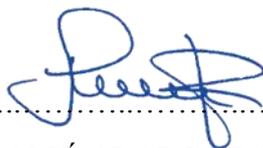
M(o). IMAN MENDOZA, JAIME

Secretario



M(o). NASVASTA TORRES, ISRAEL

Vocal



M(o). JOAQUIN JOSÉ ABARCA RODRÍGUEZ

Asesor

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi abuelo que está en el cielo observándome como cumplo mis metas, a mi hijo que es el motor que me impulsa a seguir superándome cada día como persona y profesional; y a mi pareja y a mis padres por brindarme su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme concretar cada uno de mis logros, a mi familia por acompañarme en estos grandes momentos, a mis compañeros de trabajo que me brindaron sus conocimientos y experiencias, y de antemano agradezco a mi asesor por estar de manera constante resolviendo y aclarando cada una de mis dudas.

PENSAMIENTO

“No es el más fuerte ni el más inteligente el que sobrevive, sino aquel que más se adapta a los cambios” (Charles Darwin)

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
PENSAMIENTO.....	5
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE TABLA.....	9
ÍNDICE DE FIGURA.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	15
1.2 Formulación del Problema.....	15
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas Específicos.....	15
1.3 Objetivos de la Investigación.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Justificación de la Investigación.....	16
1.4.1 Justificación Teórica.....	16
1.4.2 Justificación Práctica.....	17
1.4.3 Justificación Metodológica.....	17

1.4.4	Justificación Económica.	17
1.4.5	Justificación Social.	17
1.5	Delimitación del Estudio	18
1.5.1	Delimitación del Tiempo.	18
1.5.2	Delimitación de Espacio.	18
1.6	Viabilidad del Estudio.	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		19
2.1.	Antecedentes de la Investigación	19
2.1.1.	Investigación Internacional.	19
2.1.2.	Investigación Nacional.	20
2.2.	Bases Teóricas.	22
2.2.1.	Molienda de Minerales.	22
2.2.2.	Flotación de Minerales.	23
2.2.3.	Flotación de Sulfuros.	26
2.3.	Definiciones Conceptuales.	27
2.4.	Hipótesis de la Investigación.	29
2.4.1.	Hipótesis General.	29
2.4.2.	Hipótesis Específicas.	29
2.5.	Operacionalización de Variables e Indicadores.	30
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		31
3.1.	Diseño Metodológico.	31
3.2.	Población y Muestra.	32

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	32
3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.	33
3.5. Matriz de Consistencia.	34
CAPÍTULO IV.....	35
RESULTADOS.....	35
4.1.1. Muestra y leyes de mineral.....	35
4.1.2. Diagrama de proceso de las pruebas de flotación y condiciones de trabajo.	37
4.1.3. Resultados de analisis de malla valorada del mineral.	40
4.2.1. Contrastación hipótesis general.....	54
4.2.2. Contratación hipótesis específicas.	54
CAPÍTULO V.....	58
DISCUSIÓN.....	58
CAPÍTULO VI.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACIÓN.....	62
7.1. Fuentes Bibliográficas.....	62
ANEXOS.....	64
Anexo 1 Localización mina Lincuna.....	65
Anexo 2 Instrumentos para la toma de datos.....	66

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de las variables e indicadores.....	30
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	34
Tabla 3 Muestras para pruebas metalúrgicas	35
Tabla 4 Dilución y potencia de la veta.....	36
Tabla 5 Leyes de las vetas.....	36
Tabla 6 Ley de cabeza promedio del mineral	38
Tabla 7 Condiciones de las pruebas de flotación para plomo y zinc	38
Tabla 8 Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 50% m-200	40
Tabla 9 Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 60% m-200	40
Tabla 10 Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 70% m-200	41
Tabla 11 Grados de asociación por T-Student	42
Tabla 12 Balance de Metalúrgica prueba 1 sin NaCN (1%) - 0 g/t	44
Tabla 13 Balance de Metalúrgica prueba 2 con NaCN (1%) - 2 g/t	45
Tabla 14 Balance de Metalúrgica prueba 3 con NaCN (1%) - 5 g/t	46
Tabla 15 Balance de Metalúrgica prueba 4 con NaCN (1%) - 8 g/t	47
Tabla 16 Balance de Metalúrgica prueba 5 con NaCN (1%) - 11 g/t	48
Tabla 17 Recuperación de la plata en función a la dosificación del NaCN	49
Tabla 18 Evaluación de las recuperaciones – Circuito de Plomo (concentrado más medio)..	50
Tabla 19 Evaluación de las recuperaciones – Circuito de Zinc (concentrado más medio).....	51
Tabla 22 Coeficiente de Análisis de regresión: %Pb vs. NaCN(g/t)	55
Tabla 23 Coeficiente de Análisis de regresión: Ag(oz/t) vs. NaCN(g/t)	55
Tabla 24 Coeficiente de Análisis de regresión: %Zn vs. NaCN(g/t)	55
Tabla 25 Coeficientes Análisis de regresión recuperación: Pb vs. NaCN(g/t)	56
Tabla 26 Coeficientes análisis de regresión recuperación: Ag vs. NaCN(g/t).....	56

Tabla 27 Coeficientes análisis de regresión recuperación: Zn vs. NaCN(g/t)	56
----------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Diagrama de flujo de la prueba metalúrgica de flotación a nivel laboratorio.....	37
Figura 2 Recuperación de la plata total vs dosificación de NaCN g/t.....	49
Figura 3 Curva ley de plata y plomo vs dosificación del NaCN g/t.....	52
Figura 4 Recuperación de plomo y plata vs dosificación del NaCN	52
Figura 5 Leyes de zinc y plata vs dosificación del NaCN g/t	53
Figura 6 Recuperación del zinc y plata vs dosificación del NaCN g/t.....	53

RESUMEN

La investigación trata del efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc, es una investigación experimental realizado en el laboratorio de la empresa Lincuna SAC en el 2020, las muestras obtenidas de los tajos en sacos se chancaron y homogenizaron luego se cuarteo y se sacaron las muestras para realizar las pruebas de molienda y flotación. Los mejores resultados obtenidos se tienen con 11 g/t NaCN con lo que se obtuvieron una ley de concentrado de plomo con ley de 51.66 oz/t de plata, 38.66% de plomo con una recuperación de 65.94% y 79.97% respectivamente, mientras que en el concentrado de zinc se obtuvieron 30.53% de zinc con una recuperación de 84.42%. Concluyendo a medida que incremento la dosificación del NaCN decrece la ley de plomo, plata e incrementa la ley de zinc, pero no tiene estadísticamente influencia el NaCN en la ley de plomo y plata, pero en la ley de zinc si tiene influencia. La recuperación del plomo y zinc se incrementa a medida que aumenta la dosificación del NaCN y la plata decrece la recuperación. Pero estadísticamente tiene influencia en la recuperación de la plata y no tiene influencia en la recuperación de plomo zinc. A medida que aumenta la liberación del mineral se libera la asociación de los minerales por el decrecimiento de t-student y el coeficiente de correlacional tiene a disminuir se aleja de 1 y se aproxima a cero.

Palabra clave: liberación y flotación, recuperación plomo zinc, influencia de cianuro de sodio, depresión de zinc, flotación de plomo zinc.

ABSTRACT

The investigation deals with the Effect of sodium cyanide in the treatment of polymetallic minerals for the concentration by flotation of lead and zinc ores, it is an experimental investigation carried out in the laboratory of the company Lincuna SAC in 2020, the samples obtained from the pits In sacks, they were chacarron and homogenized then they were cracked and the samples were taken to carry out the grinding and flotation tests. The best results obtained are obtained with 11 g / t NaCN with which a grade of lead concentrate was obtained with a grade of 51.66 oz / t of silver, 38.66% of lead with a recovery of 65.94% and 79.97% respectively, while 30.53% zinc was obtained in the zinc concentrate with a recovery of 84.42%. Concluding as the NaCN dosage increases, the lead, silver grade decreases and the zinc grade increases, but the NaCN does not statistically influence the lead and silver grade, but in the zinc grade it does have an influence. Lead and zinc recovery increases as NaCN dosage increases and silver recovery decreases. But statistically it has influence on the recovery of silver and has no influence on the recovery of lead zinc. As the release of the mineral increases, the association of minerals is released by the decrease of t-student and the correlational coefficient tends to decrease, it moves away from 1 and approaches zero.

Keyword: release and flotation, lead zinc recovery, influence of sodium cyanide, zinc depression, lead zinc flotation.

INTRODUCCIÓN

Se pretende ver el efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc. Los minerales de los tajos extraídos llevados al proceso deben de ser caracterizados y tener establecidos los parámetros operacionales, con la finalidad de obtener una mejor calidad y recuperación en los concentrados de plomo y zinc.

Los minerales de la veta sansón compuesto por un conjunto de tajos pertenecientes a la Empresa Minera Lincuna SAC, tiene gangas compuesto por arsénico, hierro y otros, que en el proceso de flotación influyen en los concentrados al ser flotados con los minerales de plata plomo y zinc, al tener una afinidad de flotabilidad y al estar asociados, es necesario la liberación y la depresión en sus respectivos circuitos.

Para evitar la presencia de estos minerales es necesario emplear una liberación y una depresión empleado los depresores de estos minerales en nuestro caso el cianuro de sodio junto con el sulfato de zinc, al ser los componentes depresores más comunes y comercial (Medina, 1982).

El cianuro de sodio es el depresor en estudio en un parámetro establecido con la finalidad de ver el efecto en la calidad de los concentrados de plomo y zinc, por otra parte, la recuperación de plomo, plata y zinc.

En el concentrado de plomo la calidad y recuperación de la plata decrece con la intervención del cianuro de sodio, mientras que para el zinc se incrementa. En el concentrado de zinc la calidad y recuperación tiende a incrementar con la adición del cianuro de sodio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

En el proceso de la recuperación de los minerales por flotación en la Empresa Minera Lincuna S.A.C, es necesario garantizar el mineral para la operación de la producción, y las reservas de los minerales probables y probadas en la mina, por otra parte, el mineral extraído de la mina debe de tener los estudios de las pruebas de molienda y flotación. La calidad y la recuperación del concentrado de plomo y zinc debe de estar dentro de un rango de acuerdo los contratos de comercialización para ello es necesario buscar los parámetros de producción, dentro de ello es necesario eliminar los sulfuros que no es interés en el caso de los sulfuros de hierro, para ello se emplea los depresores para minimizar la presencia de los sulfuros de hierro en los concentrado, por otra la liberación de los minerales que está relacionado en el tiempo y consumo de energía para minimizar los gastos de operación por lo que es necesario su evaluación. El estudio se realizar durante el 2021 en el laboratorio metalúrgico de la empresa. Por lo que se realizar el efecto del cianuro de sodio en el circuito de flotación de menas de plomo y zinc.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿Tendrá efecto el cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos en la concentración por flotación de menas de plomo y zinc?

1.2.2 Problemas Específicos.

- ¿En qué tiempo de molienda de los minerales, permitirá la liberación de las menas que se encuentran asociadas?

- ¿Cuál será la concentración de cianuro de sodio, que permita obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc?
- ¿En qué medida la concentración del cianuro de sodio afecta la recuperación de menas de plomo y zinc?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos en la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el tiempo de molienda de los minerales, que permitirá hallar la mayor liberación de las menas que se encuentran asociadas.
- Evaluar la concentración de cianuro de sodio, que permita obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.
- Evaluar la concentración del cianuro de sodio que afecta la recuperación de menas de plomo y zinc.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación Teórica.

En el proceso de flotación de los minerales los sulfuros de hierro son los componentes que no tiene interés por lo que es necesario separarlo de los otros sulfuros como de plomo, zinc, cobre, Plata, etc. por lo que es necesario emplear componente que permita deprimir para ello se empleará el cianuro de sodio para deprimir los sulfuros.

1.4.2 Justificación Práctica.

El trabajo de investigación permitirá emplear el cianuro de sodio como depresor de los sulfuros de hierro, para encontrar la cantidad optima de dosificación para obtener una calidad de plomo y zinc por flotación en los concentrados respectivos.

1.4.3 Justificación Metodológica.

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas de la liberación de los minerales, para ver en qué tamaño de granulometría se liberan los minerales de interés y la cantidad de cianuro de sodio optimo en la depresión de los sulfuros, se emplearán como antecedentes en las futuros investigaciones a realizarse.

1.4.4 Justificación Económica.

La energía empleada en la liberación del mineral y la cantidad optima empleada del cianuro de sodio permitirá encontrar un rango adecuado esto a su vez una cantidad de recursos económicos adecuados que permita optimizar y tener un ingreso para la empresa.

1.4.5 Justificación Social.

La descarga de los efluentes líquidos y sólidos de las operaciones de las plantas concentradoras específicamente de la empresa por la presencia del cianuro de sodio contamina los efluentes líquidos y esto a su vez afecta a las comunidades que se encuentran alrededores. Por otra parte, el funcionamiento de las operaciones de la empresa minera trae empleo a la gente de las comunidades y profesionales del país.

1.5 Delimitación del Estudio

1.5.1 Delimitación del Tiempo.

El estudio sobre efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc, se realiza durante el 2021 respecto a los estudios de las pruebas a nivel investigación y su fundamentación de teórico y la redacción del informe de la investigación.

1.5.2 Delimitación de Espacio.

Se realizará en el laboratorio de la Empresa Minera Lincuna S.A.C, ubicado en el departamento de Ancash, Provincia de Recuay, Distrito de Aija, en Abra de Huancapeti, a una altitud de 4100 msnm. Longitud oeste 77°33' latitud sur 90°40'.

1.6 Viabilidad del Estudio.

El estudio sobre efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc, es viable, se cuenta con los recursos necesarios para realizar el estudio, se cuenta con la autorización de la gerencia para realizar los trabajos en el laboratorio metalúrgico de la empresa para el uso de los equipos y los insumos, con la guía de un personal para el manejo de los equipos de laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Guanuchi & Romero (2020) en su trabajo sobre “Recuperación de metales por flotación de relaves auríferos en la sociedad civil minera “Goldmins” ubicada en el Cantón Zaruma” de la Universidad Técnica de Machala del Ecuador. El resultado obtenido a nivel laboratorio para velocidad de flotación de 900 rpm, con 30% sólido en 5 minutos, con 6 mL de sulfato de cobre, 5 mL de colectores Z-6, A-404 y 0.4 mL de espumante. Obtuvieron una recuperación de 85% de plomo y 74% de zinc. Mientras que en la prueba de cinética de flotación se emplearon con las mismas condiciones de las pruebas realizadas, En un espacio de 7 minutos, muestreado cada 1 minuto, con ello se emplearon los modelos cinéticos clásicos y de segundo orden obteniendo el mismo resultado. Concluyendo que entre los dos modelos no existe una diferencia en la cinética de flotación y se tiene una recuperación óptima para los reactivos empleados.

Pablo (2020) es su trabajo sobre “Propuesta técnica para el procesamiento de mineral polimetálico proveniente de la región de Coquimbo”, llegó a los siguientes resultados del tratamiento de minerales polimetálicos, permite una flotación bulk de plomo cobre más adecuado, con una depresión del zinc. El concentrado bulk posterior realizar la separación deprimiendo con cianuro de sodio el cobre por tener una mayor cantidad de sulfuro a comparación del plomo. Concluyendo que es necesario una flotación bulk de plomo cobre y su posterior flotación del zinc.

Qian, y otros (2021) en sus trabajos sobre “Recuperación por flotación eficiente de plomo y zinc a partir de minerales refractarios de plomo-zinc en condiciones de baja alcalinidad”. Los resultados obtenidos a nivel laboratorio para una flotación de minerales

mixtos de óxido y sulfuro de plomo y zinc, a un pH de 9 se emplearon un colector de compuesto de una mezcla de tiocarbomato de etilo con dibutilditiofosfato de amonio y ditiofosfato 25, mientras que el depresor empleado este compuesto de Na_2S más ZnSO_4 y Na_2SO_3 para la flotación de minerales sulfuros; mientras que para los minerales oxidado de zinc se emplearon como colector una mezcla de éter amina más hidroxietilcelulosa y poliacrílico, como depresor una mezcla de hexametáfosfato de sodio más el silicato de sodio. Obteniendo una recuperación de 43.37% de plomo en el concentrado de plomo con una calidad de 52.73% de plomo; en el circuito de zinc se obtuvo una recuperación del 84.42% de zinc compuesto de sulfuro y óxido. Concluyendo que la recuperación del plomo a nivel industrial aumenta en 1.86% en relación a las pruebas experimentales y de 4.09% en comparación al proceso inicial, por otra parte, la recuperación del zinc oxidado aumenta en 19.52%, reduciendo el costo de reactivos de 3.92 yuanes por tonelada de mineral procesada.

2.1.2. Investigación Nacional.

En el trabajo realizado por Vera (2019) sobre “Evaluación del efecto de nuevos reactivos colectores y depresores para mejorar la recuperación del proceso de flotación en los circuitos de plomo y zinc de la planta concentradora Antonio Raymondi” de la Universidad Nacional de San Agustín del Perú. Obtuvo los siguientes resultados con una dosificación de bisulfito de sodio y el cianuro de sodio en relación de 200 g/t y 45 g/t respectivamente en el circuito de plomo, permitiendo mejor la depresión el hierro y zinc, sin afectar al plomo y zinc. Mientras que en el circuito de zinc se tiene un mejor control del hierro, en la evaluación de los colectores A-404, A-242, A-3418 para la sustitución del xantato isopropílico de sodio como resultado se dio que el xantato isopropílico de sodio frente a los 3 colectores dio mejor resultados. Concluyendo que la adición de cianuro de sodio y bisulfito de sodio tiene mejor

comportamiento y el xantato isopropílico de sodio es mejor resultados en comparación de los otros 3 colectores.

Gamarra (2019) en su trabajo “Flotación bulk de minerales sulfurados de plomo – zinc refractarios de bajo grado en la Planta Concentradora de Huari de la UNCP” de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Como resultado obtuvo para una ley de cabeza de mineral de 3.5% de zinc, 1.0% de plomo y 1.9% de hierro. Empleando como activador sulfato de cobre a razón de 100 g/t, 150 g/t de xantato amílico de potasio a un pH de 8 y tiempo de 10 minutos, obteniendo un concentrado de 40.33% de zinc y 8.49% de plomo con una recuperación de 86.49% y 68.12% respectivamente. Concluyendo que la calidad y recuperación de plomo es óptimo.

Ramos y Orihuela (2017) en su investigación respecto a “Caracterización y evaluación de pruebas metalúrgicas de flotación de un mineral complejo polimetálico del distrito de Palca – Huancavelica” de la Universidad Nacional Mayo de San Marcos del Perú. Llegaron a los resultados, en el circuito bulk el 80% pasante a la malla 100 μm , empleando 100 g/t de cianuro de sodio, 400 g/t de sulfato de zinc, 12 g/t de xantato isopropílico de sodio, 20 g/t de espumante MIBC a un pH de 8.5 en 6 minutos. Mientras que en la separación de plomo cobre se emplea 200 g/t de sulfato de zinc con 20 g/t de cianuro de sodio con un 80% pasante a 35 μm , con una limpieza a pH de 9. En el circuito de zinc el 80% pasante a 45 μm , pH de 11.5, 110 g/t de sulfato de cobre, 7 g/t de xantato isopropílico de sodio en un espacio de 8 minutos en promedio se tiene un concentrado de cobre con una ley de 25.55% de cobre, arsénico de 8.44%, antimonio de 5.99% y plata de 2495 g/t con 95.47% de recuperación de cobre. El concentrado de plomo de 54.27% de plomo, arsénico de 0.24%, antimonio de 0.24% y plata de 1286 g/t con una recuperación de 93.42% de plomo. Mientras que en el concentrado de zinc se tiene 55.80% de zinc, 0.16% de arsénico con una recuperación del 87.59% de zinc.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Molienda de Minerales.

La liberación del mineral se realiza en dos etapas, primero para una reducción de las rocas a una granulometría que se encuentran adecuado para la molienda en las chancadoras en un promedio menor 2/3” en un proceso convencional.

Los minerales procedentes del chancado se envían a la molienda en forma continua donde se realiza en un medio donde intervienen el agua para formar una pulpa en un promedio de 60% de sólidos, que permita una liberación adecuada y eficiente.

La liberación del mineral debe estar en relación a la adecuada separación de la mena de las gangas, este varía de acuerdo el tamaño y la asociación del mineral desde una granulometría pasante a la malla 60 en el mayor de los casos para el plomo, mientras que para el cobre y zinc es necesario realizar una liberación por debajo del 55% a 60% pasante a la malla 200.

2.2.1.1. Variables de Molienda.

En los procesos de molienda es necesario identificar aquellos factores o variables que intervienen en la liberación estos factores son: granulometría de mineral alimentada, porcentaje de sólido, tiempo de molienda, carga moledora, dureza, mineralogía, velocidad de operación del molino, etc. (Porras, 1997).

Carga de bolas: Con una adecuada carga de bola y distribución permitirá obtener una adecuada liberación del mineral no debe exceder el 45% del volumen del cilindro.

Granulometría de alimentación: La alimentación en un proceso convencional es menor a 3/4” a los molinos, la granulometría puede variar de acuerdo las condiciones de trabajo y requerimiento de cada planta.

Condiciones de la Chaqueta: Para una adecuada liberación del mineral es necesario que las bolas sean levantadas y produzca la fragmentación por impacto, para ello es necesario que las condiciones de las chaquetas este adecuado para levantar las bolas.

Tiempo de molienda: El tiempo de molienda se controla en función a la carga del mineral y el agua, cuando se incrementa el agua tiempo de permanencia del mineral es menor y cuando se disminuye el tiempo será mayor el tiempo de permanencia del mineral en el molino (Porras, 1997).

Velocidad de operación del molino: La velocidad de un molino para una adecuada molienda para aprovechar la energía potencial, la formación de la catarata y cascada debe estar entre 70 a 80% de la velocidad crítica de un molino (Porras, 1997).

Porcentaje de sólidos: La carga del mineral en el circuito de molienda debe de estar en un promedio practico entre 60% a 80% de sólido para poder tener una liberación adecuada del mineral sulfurado.

2.2.2. Flotación de Minerales.

Es una de las técnicas de separación de los minerales valiosos de las gangas o estéril que no tiene valor comercial. Consiste en aprovechamiento de la propiedad del mineral de rechazo del agua, es decir, la flotación es un proceso fisicoquímica e hidrodinámico, donde los minerales valiosos son hidrofóbico que son repelente al agua de lo contrario emplear reactivos para cambiar la superficie del mineral haciéndolo hidrofóbico, por otra parte el mineral por su tamaño y por la acción del movimiento dinámico de la pulpa tiene que el mineral sube a la superficie separándose de esa manera (Sutulov, 1963).

2.2.2.1. Variables de Flotación de Minerales.

Los factores que intervienen en un proceso de separación de los minerales por flotación son la acción de la velocidad de agitación mecánica o dinámica, tiempo de acondicionamiento y flotación, pH de la pulpa, reactivos, calidad del agua, granulometría del mineral, mineralogía del mineral, reactivos, etc. (Drzymala, 2007).

- a. **Velocidad de agitación:** la velocidad de agitación de la pulpa es muy importante, ya que le permitirá tener una turbulencia adecuada para que el mineral entre en contacto con las burbujas de aire y luego se serrarán posteriormente suben las burbujas para su evacuación.
- b. **Tiempo de acondicionamiento:** El espacio adecuado del acondicionamiento del mineral es importante, en esta etapa el mineral debe ser preparada adecuadamente como la adhesión del colector a las paredes del mineral valioso, pH adecuado, adhesión de los depresores a las paredes de los minerales que no se desea flotar.
- c. **Tiempo de flotación:** El tiempo de flotación es el espacio suficiente para poder flotar el mineral desde que ingrese luego se adhesión a la burbuja, posteriormente se separe y evacuación las espumas por la parte superior de las celdas a las canales de recolección.
- d. **pH de la pulpa:** El rango adecuado de pH de la pulpa para cada mineral es importante de lo contrario, no se obtendrá una adecuada flotación ni la calidad del concentrado.
- e. **Granulometría del mineral:** Es muy impórtate la granulometría del mineral para una flotación adecuada esto debe ser pasante a la malla 60, en un rango pasante el 58% a la malla 200 para los casos prácticos.
- f. **Mineralogía:** Es uno de las variables importante para una adecuada calidad de los concentrados y una flotación adecuada es necesario la composición de los minerales, en función ello tomar la decisión para su liberación adecuada, esto está sujeto al tamaño de granulometría de los componentes.
- g. **Reactivos:** Los agentes que interviene en el proceso de flotación está constituido por colectores, espumantes y modificadores (depresores, activadores, modificador de pH, sulfurizante, dispersantes, etc.).

Colectores. Los colectores son sustancias químicas inorgánica y orgánicas que se empleados para la hidrofobicidad de los minerales para la flotación, estos colectores en los procesos convencionales se tienen el Z11, Z6, A-208, A-3418, A-404, etc.

Espumante. Tienen la función de darle estabilidad a la espuma en el proceso de flotación, durante la adhesión, separación y flotación de las partículas valiosos hasta que sean evacuadas de las celdas de flotación luego sean reventadas por un chorro de agua. Los espumantes más empleadas son MICB, F-70, D250, Aceite de pino, etc.

Modificadores: Entre los modificadores están clasificado como depresores, activadores, modificadores de pH, sulfurizante, dispersante, floculantes, etc.

- **Depresores.** Son los reactivos que permite que se adhiere a la superficie del mineral sulfurado no deseado con la finalidad que sean captada por el agua o tenga afinidad es decir hidrofílicos capacidad de hidratarse. Entre los reactivos se tiene cianuro de sodio, sulfato de zinc, bisulfito de sodio, dicromato de sodio, etc.
- **Activadores.** Son reactivos que permite que los minerales deprimidos o hidrofílicos nuevamente se vuelva activos. Entre los reactivos empleados se tiene sulfato de cobre, nitrato de plomo, etc.
- **Modificadores de pH.** En esta familia los reactivos que se cuentan son para el estado básico oxido de calcio, hidrácido de sodio, carbonato de sodio, etc. Mientras que para el estado acida se cuenta con ácido sulfúrico, ácido acético, etc.
- **Sulfurizantes.** Son reactivos que nos permite adherirse a la superficie del mineral oxidado para que el mineral se comporte como un sulfuro. Se tiene el NaSH, Na₂S, etc.

2.2.2.2. *Depresión de Mineral con Cianuro de Sodio.*

Los minerales sulfurados tienden a ser deprimidos por la presencia de ion CN^- , afectando a todos los sulfuros en un grado, para el caso de la pirita para la depresión debe de estar 0.10 mg/L, para la calcopirita de 0.45 mg/L, marcasita de 2.5 mg/L (Sutulov, 1963).

El proceso depresión por el CN^- se puede describir en la siguiente relación $\text{CUX}_2 + 3\text{CN}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{CN})_3 + 2\text{X}^-$, donde el X- xantato es deservido de su superficie del mineral de cobre (Azañero, 2016).

2.2.3. **Flotación de Sulfuros.**

En el proceso de la flotación de los minerales, los sulfuros tienen un comportamiento muy adecuado, por ello es la más conveniente la concentración por flotación, debido a la excelente propiedad de los sulfuros. Los minerales sulfuros en el agua y aire tienen la siguiente relación respecto a la oxidación “ $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{FeS}_2 \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{FeS}_2 \rightarrow \text{CuFeS}_2$ ” (Medina, 1982, pág. 48). Por ello es necesario una flotación selectiva para minerales sulfuros, para producir concentrado de cobre, plomo, zinc.

2.3. Definiciones Conceptuales.

- a) **Adición:** Es el incremento o adición de una sustancia a la molienda o flotación con la finalidad de cumplir las funciones deseadas.
- b) **Optimización:** Se refiere al ordenamiento de un proceso con la finalidad de minimizar el consumo de los insumos u otros.
- c) **Cianuro de sodio:** Es un reactivo inorgánico usado en la flotación para deprimir a los minerales sulfuros no deseados, que no tienen valor comercial.
- d) **Tratamiento de minerales:** Es el proceso de molienda y flotación de un mineral con fines de concentrar una mena deseada.
- e) **Menas:** Son minerales de valor comercial tanto sulfuros como óxidos que se encuentran en la cancha de gruesos extraído de la corteza terrestre.
- f) **Minerales polimetálicos:** Son minerales sulfuros compuestos por sulfuro de plomo, sulfuro de cobre, sulfuro de zinc, etc.
- g) **Molienda:** Es la liberación de mineral en fragmentos finos con la finalidad de liberar los minerales que se encuentran asociado con la finalidad de concentrar los minerales sulfuros de valor comercial y extraer metales como el oro, plata, cobre, etc.
- h) **Concentración:** Es el mecanismo de agrupar a los minerales que tienen la misma familia es decir a todos los sulfuros de interés comercial.
- i) **Tiempo de molienda:** Es el espacio que se emplea para una liberación adecuada de un mineral.
- j) **Liberación de menas:** Es el mecanismo de separar a una asociación de minerales encapsuladas o amarradas con la finalidad de separarlo y luego concentrar a minerales deseados o extraer a los metales deseados.

- k) **Calidad de concentrado:** Es el grado de concentración de un metal en un concentrado expresado en gramos por toneladas métricas, onzas por toneladas cortas o en porcentaje.
- l) **Recuperación:** Es la expresión de la obtención de un elemento metálico concentrado o extraído en relación a elemento metálico que se encontraba inicialmente en el mineral expresado en porcentaje.
- m) **Flotación:** Es un mecanismo de separación de un mineral por acción de la diferencia de densidades o aprovechando la propiedad hidrofóbicos de los minerales en un medio diluido en el agua.
- n) **Reactivos de flotación:** Son sustancias inorgánicos y orgánicos que se emplean para la flotación de los minerales, que pueden actuar como colectores, espumantes, modificadores, etc.
- o) **Acondicionamiento:** Es el proceso donde se dan el espacio adecuado para dar un acondicionar adecuadas para el proceso de flotación.
- p) **Agitación:** Es el proceso de producir una turbulencia por medios mecánicos o neumáticos para llevar a las partículas de minerales a dispersarse con la finalidad de tener contacto con los reactivos y las burbujas.
- q) **Porcentaje de sólido:** Es la relación en peso de componente solido o mineral en relación al peso de solido más el agua multiplicado por cien.
- r) **Pulpa:** Es la mezcla de sólidos y líquidos es decir mineral más agua.
- s) **Factores:** Son componentes que están involucrados en un determinado proceso antes causa y después efecto.

2.4. Hipótesis de la Investigación.

2.4.1. Hipótesis General.

Con una adición óptima del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos, tendrá efecto en la calidad de la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.

2.4.2. Hipótesis Específicas.

- Con un tiempo de molienda de los minerales adecuado, permitirá encontrar una mayor liberación de las menas que se encuentran asociadas.
- Con una adición adecuado de la concentración de cianuro de sodio, permitirá obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.
- Con una adición óptima de la concentración del cianuro de sodio, permitirá tener un efecto adecuado en la recuperación de menas de plomo y zinc.

2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.

Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.

Tabla 1
Operacionalización de las variables e indicadores

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
X: Efecto del cianuro de sodio	Es la acción de deprimir los minerales sulfuros de hierro, es decir hidrofílico que tenga afinidad con el agua.	Acondicionamiento	- Tiempo de molienda. - Concentración de cianuro %
Dependiente			
Y: Concentración por flotación plomo zinc	Es el mecanismo por el cual los minerales valiosos de plomo y zinc son agrupados en una misma especie.	Resultado	- Calidad. - Recuperación. - Liberación.
Intervinientes			
Factores	Son los componentes que intervienen en el proceso de flotación, que son controlados, que no se pueden variar en el sistema.	Componentes controlados	- Porcentaje de sólido en la pulpa. - Tiempo de flotación y acondicionamiento. - Agitación de la pulpa. - Reactivos para la flotación. - pH de la pulpa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

En el estudio sobre el “Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc” de acuerdo su naturaleza es una investigación Aplicada, “por tener propósitos prácticos inmediatos (...) es decir se investiga para actuar, transformar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (Carrasco, 2019).

3.1.2. Nivel de Investigación.

La investigación que se realiza sobre “Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc”, tiene un nivel relacional ya que se busca la relación causa efecto de las variables de estudio (Arias, 2006).

3.1.3. Diseño de la Investigación.

Respecto al diseño de la investigación sobre el trabajo “Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc”, es una investigación experimental, ya que se realizará una manipulación de las variables en estudio con la finalidad de obtener los resultados deseados (Carrasco, 2019).

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

Respecto el enfoque del trabajo sobre “Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc”, es un enfoque cuantitativo, ya que se pretende predecir y explicar los fenómenos de la investigación, buscando regularidades y relaciones entre las causas de los elementos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2. Población y Muestra.

3.2.1. Población de la Investigación.

La población está conformada por las ventas de la concesión de la empresa denominado veta sansón y veta sansón alto, de los tajos TJ (TJ461, TJ560, TJ105, TJ8870, TJ700, TJ172, TJ505 y TJ593/536).

3.2.2. Muestra de la Investigación.

Respecto a la muestra para la investigación estará conformado por los tajos TJ 461 con un 40 kg, TJ560 40 kg, TJ105 40 kg, TJ8870 40 kg, TJ700 150 kg, TJ172 150 kg, TJ505 50 kg y TJ593/536 150 kg aproximada de cada uno de ello, para luego realizar un chancado y mezclado para sacar las muestras para las pruebas.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.3.1. Técnicas a Emplear.

Se empleará la técnica de observación activa, ya que se realizará una recolección de datos en campo y su posterior preparación, para luego emplearlo en las pruebas experimentales y su recopilación de la información para su procesamiento (Fraile, 2006).

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.

En el estudio sobre “Efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc”, se empleará la lista de cotejo, que es un “instrumentos para recabar la información o llevar registro de datos” (Silvestre & Huamán, 2019). Las informaciones que se recopilar se necesita registrar en tablas para su posterior procesamiento de la información.

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.

Los datos recopilados de las pruebas experimentales es necesario procesarlo, para ello se emplear la estadística con la finalidad de obtener la información, en tablas, gráficos, etc.; para su posterior análisis. La información analizada se necesita digitalizar para ello se emplean un programa de procesamiento de texto y su conversión en un paquete estable, para ello se emplearán Word y el pdf.

3.5. Matriz de Consistencia.

Tabla 2

Matriz de consistencia.

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Generales	- ¿Tendrá efecto el cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos en la concentración por flotación de menas de plomo y zinc?	- Evaluar el efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos en la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.	- Con una adición optima del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos, tendrá efecto en la calidad de la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.	<u>Independiente</u> • Efecto	Acondicionamiento	<u>Tipo de investigación:</u> Aplicada
				<u>Dependiente.</u> <u>Concentración</u>	Resultado	<u>Nivel de Investigación:</u> Relacional
	- ¿En qué tiempo de molienda de los minerales, permitirá la liberación de las menas que se encuentran asociadas?	- Evaluar el tiempo de molienda de los minerales, que permitirá hallar la mayor liberación de las menas que se encuentran asociadas.	- Con un tiempo de molienda de los minerales adecuado, permitirá encontrar una mayor liberación de las menas que se encuentran asociadas.	<u>Independiente</u> - Tiempo	Acondicionamiento	<u>Diseño de Investigación:</u> Experimental
				<u>Dependiente.</u> - Liberación	Resultado	<u>Enfoque de Investigación:</u> Cuantitativo
Específico	- ¿Cuál será la concentración de cianuro de sodio, que permita obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc?	- Evaluar la concentración de cianuro de sodio, que permita obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.	- Con una adición adecuada de la concentración de cianuro de sodio, permitirá obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.	<u>Independiente</u> - Concentración NaCN	Acondicionamiento	<u>Población Muestra:</u> Mineral
				<u>Dependiente.</u> - Calidad	Resultado	<u>Técnica Recolección Datos:</u> Observación
	- ¿En qué medida la concentración del cianuro de sodio afecta la recuperación de menas de plomo y zinc?	- Evaluar la concentración del cianuro de sodio que afecta la recuperación de menas de plomo y zinc.	- Con una adición optima de la concentración del cianuro de sodio, permitirá tener un efecto adecuado en la recuperación de menas de plomo y zinc.	<u>Independiente</u> - Concentración NaCN	Acondicionamiento	<u>Técnica Procesamiento Información:</u> Estadístico
				<u>Dependiente.</u> - Recuperación	Resultado	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Muestra y leyes de mineral.

Tabla 3

Muestras para pruebas metalúrgicas

Muestras	Tajo	Veta	Cantidad De Sacos	Peso Aprox (Kg)	Fecha De Entrega
1	TJ 461	Sansón	1 Saco	40	28/10/2020
2	TJ 505	Sansón	1 Saco	50	28/10/2020
3	TJ 560	Sansón	1 Saco	40	28/10/2020
4	TJ 105	Sansón	1 Saco	40	28/10/2020
5	TJ 8870	Sansón	1 Saco	40	28/10/2020
6	TJ 700	Sansón	3 Sacos	150	28/10/2020
7	TJ 172	Sansón	2 Sacos	150	28/10/2020
8	TJ 593 / 536	Sansón	2 Sacos	150	28/10/2020

De la tabla 3 las muestras extraídos de los veta sansón con respecto a los tajos, tiene el tajo TJ 461 40 kilogramos de mineral, TJ 505 50 kilogramos de mineral, TJ 560 40 kilogramos de mineral, TJ 105 40 kilogramos de mineral, TJ 8870 40 kilogramos de mineral, TJ 700 150 kilogramos de mineral, TJ 172 150 kilogramos de mineral y el TJ 593/536 150 kilogramos de mineral. Un total de 660 kilogramos.

Tabla 4
Dilución y potencia de la veta

Estructuras	Cod.	Labor	Potencia	Ancho de Min	Dilución Total (%)	TM Progam.
V.Sanson	TJ	172	1.60	1.80	16%	2,504
V.Sanson	TJ	536 / 593	1.85	2.05	14%	3,119
V.Sanson	TJ	0461	1.40	1.69	23%	2,199
V.Sanson	TJ	0505N	2.20	2.40	12%	5,000
V.Sanson	TJ	0700	1.90	2.10	14%	3,994
V.Sanson	TJ	560	1.50	1.70	16%	2,492
V.Sanson alto	TJ	105	2.50	2.70	11%	2,519
V.Sanson alto	TJ	8870	2.10	2.30	13%	3,894

En la tabla 4 se muestra el la potencia extraído, el ancho y la dilución de las veta sanson a los tajos TJ 172, TJ 536/593, TJ 0461, TJ 0505N, TJ 0700, TJ 560, TJ 105 y el TJ 8870.

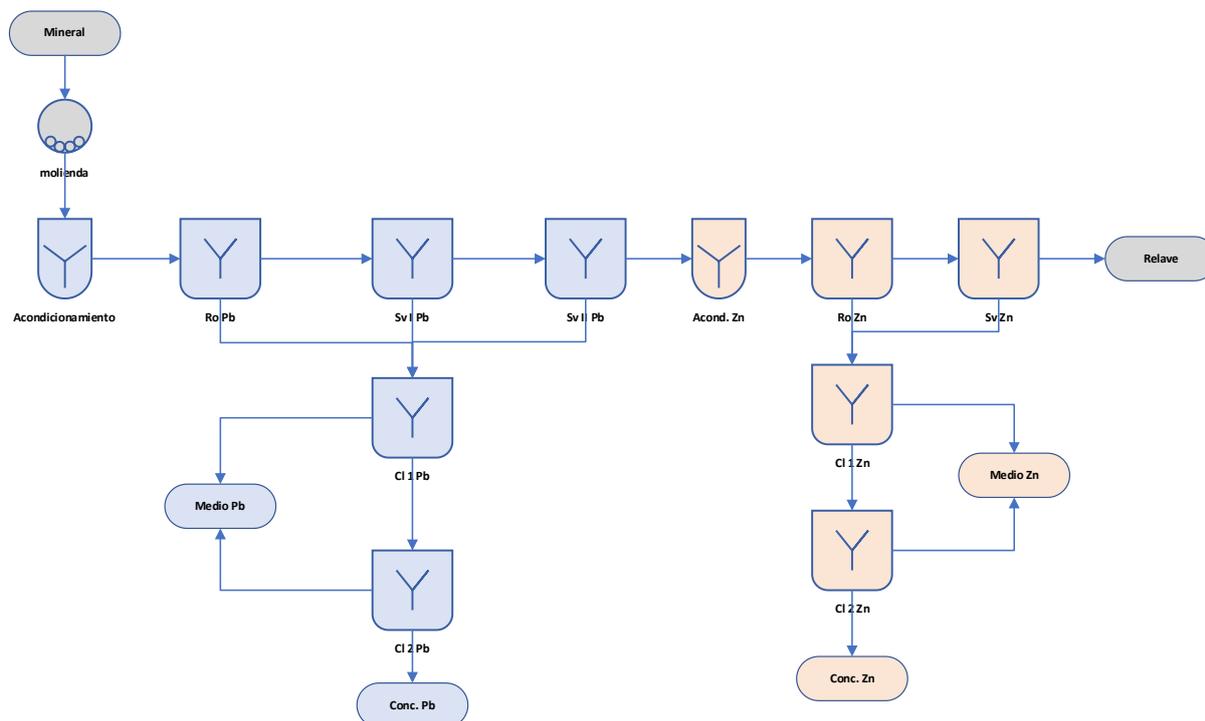
Tabla 5
Leyes de las vetas

Estructuras	Cod.	Labor	Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %
V.Sanson	TJ	172	2.20	1.34	1.47	0.03	4.98
V.Sanson	TJ	536 / 593	2.37	2.06	2.06	0.05	3.30
V.Sanson	TJ	0461	2.06	1.35	1.77	0.03	3.04
V.Sanson	TJ	0505N	2.78	1.76	1.79	0.04	1.52
V.Sanson	TJ	0700	2.15	1.55	1.95	0.04	0.87
V.Sanson	TJ	560	2.54	1.42	1.46	0.03	4.94
V.Sanson alto	TJ	105	2.34	1.37	1.53	0.03	5.18
V.Sanson alto	TJ	8870	2.44	1.73	1.68	0.03	1.48

En la tabla 5 se muestra las leyes de Ag, Pb, Zn, Cu, As de las veta sanson para los tajos TJ 172, TJ 536/593, TJ 0461, TJ 0505N, TJ 0700, TJ 560, TJ 105 y el TJ 8870.

4.1.2. Diagrama de proceso de las pruebas de flotación y condiciones de trabajo.

Figura 1 Diagrama de flujo de la prueba metalúrgica de flotación a nivel laboratorio



En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo del trabajo realizado en las pruebas de laboratorio, se realizaron una molienda del mineral, luego se realizaron una flotación para concentrar el plomo para ello se realiza el acondicionamiento, flotación Rougher, Scavenger I, Scavenger II, el producto se realizaron dos limpiezas Cleaner I y Cleaner II, el producto el concentrado de plomo y el concentrado intermedio de la limpieza se llevo a secado y se envio para el analisis quimico. Mientras que el relave se llevo a acondicionamiento para la recuperación del zinc, para ello se realizo flotación Rougher y Scavenger I, el producto de los dos se llevo a una flotación de limpieza en dos etapas cleaner I y cleaner II el, producto obtenido de la flotación de los intermedios y el concentrado del zinc se llevo a secado y a analisis quimico.

Tabla 6
Ley de cabeza promedio del mineral

	Au (oz/t)	Ag (oz/t)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	%PbOx	%ZnOx
Mineral Planta	***	2.00	0.06	1.49	1.56	7.94	3.13	0.20	0.07

En la tabla 6 la ley de cabeza del mineral se tiene 2 oz/t de plata, 0.06% Cu, 1.49%Pb, 7.94%Fe, 3.13%As, 0.20% PbOx y 0.07% ZnOx.

Tabla 7
Condiciones de las pruebas de flotación para plomo y zinc

Etapa	Tiempo	pH	Consumo de reactivos g/t				
			ZnSO ₄	Z-11	AP-3418	CuSO ₄	MIBC
Molienda	7min 5seg		150	-	30	-	-
Acondicionamiento	1 min	11.50	-	8.5	-	-	25
Flash	1 min	11.50	-	-	-	-	-
Ro Pb	2 min	11.50	20	3.5	-	-	-
Scv Pb	3 min	11.50	-	-	-	-	-
Cleaner Pb	3 min	12.30	-	-	-	-	-
Cleaner Pb	2 min	12.30	5	-	-	-	-
Acondicionamiento	5	12.00	-	-	-	170	-
Ro Zn	4	12.30	-	-	-	-	-
Scv Zn	4	12.30	-	7.5	-	-	-
Rve I cleaner Zn	3.5	12.50	-	-	-	-	-
Rve II cleaner Zn	2.5	12.50	-	-	-	-	-

De la tabla 7 el tiempo de molienda es de 7 minutos con 5 segundos se agrega en la molienda 150 g/t de sulfato de zinc, 30 g/t de AP-3418. En el acondicionamiento lleva a un pH de 11.5, luego se agrega 8.5 g/t Z-11, 25 g/t MIBC y se acondicionada durante 1 minuto. En la flotación el pH es de 11.5 y se realiza una flotación flash de plomo durante 1 minuto. En la flotación

rougher de plomo se mantiene el pH 11.5, se agrega 20 g/t sulfato de zinc, 3.5 g/t de Z-11 y se realiza la flotación por un espacio de 2 minutos. En el scavenger de plomo se mantiene el pH de 11.5 y se realiza la flotación por un espacio de 3 minutos. La primera limpieza del concentrado de plomo se realiza a un pH de 12.30 en un espacio de 3 minutos. Segunda limpieza de plomo a un pH de 12.30 y se agrga 5 g/t de sulfato de zinc y se realiza la flotación por un espacio de 2 minutos.

El relave producto de la flotación del plomo se lleva a acondicionamiento para ello se agrega 170 g/t de sulfato de cobre y se ajusta el pH a 12, luego se aondiciona durante 5 minutos. La flotación rougher del zinc se realiza durante 4 minutos a un pH de 12.30. En la flotación scavenger del zinc se agrega 7.5 g/t Z-11 a un pH de 12.30 y se realiza una flotación por un espacio de 4 minutos. En la primera limpieza del zinc se realiza a un pH de 12.50 durante 3.5 minutos. La segunda limpieza del zinc se realiza a un pH de 12.5 durante 2.5 minutos.

4.1.3. Resultados de análisis de malla valorada del mineral.

Tabla 8

Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 50% m-200

Malla	oz/t Ag	%Pb	%Zn	%As	%Cu	%Fe	g/t Au
#70	3.11	1.16	2.09	3.12	0.62	5.81	1.12
#100	5.66	1.82	5.28	2.92	0.89	6.46	1.20
#140	9.51	3.26	6.02	2.17	1.11	6.25	0.99
#200	11.79	4.07	6.28	2.08	1.10	5.55	0.94
#270	14.45	5.11	7.09	2.06	1.28	5.98	0.91
#325	16.06	5.85	7.36	1.88	1.28	5.77	0.89
#400	16.68	6.07	7.22	2.08	1.31	5.56	0.87
#-400	16.71	6.06	6.71	1.87	1.29	5.57	0.78

En la tabla 8 el análisis de malla valorada pasante al 50% de la malla -200 se tiene en la malla 140, 9.51 oz/t de plata, 3.26% plomo, 6.02% de zinc, 2.17% arsénico, 1.11% de cobre, 6.25% de hierro y 0.99 g/t oro.

Tabla 9

Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 60% m-200

Malla	oz/t Ag	%Pb	%Zn	%As	%Cu	%Fe	g/tAu
#70	3.65	1.35	3.12	2.90	0.53	5.54	0.86
#100	4.16	1.53	3.44	3.10	0.71	5.85	1.23
#140	7.32	2.42	5.27	1.88	0.98	6.24	1.07
#200	10.51	4.01	6.29	2.40	1.17	6.44	0.95
#270	14.23	4.87	6.89	2.70	1.23	6.05	0.87
#325	15.11	5.36	6.94	1.87	1.24	5.55	0.90
#400	15.24	5.33	6.60	1.92	1.22	5.54	0.83

#-400	15.28	5.34	6.33	1.75	1.13	5.57	0.74
-------	-------	------	------	------	------	------	------

En la tabla 9 el análisis de malla valorada pasante al 60% de la malla -200 se tiene en la malla 140 7.32 oz/t de plata, 2.42% plomo, 5.27% de zinc, 1.88% arsénico, 0.98% de cobre, 6.24% de hierro y 1.07 g/t oro.

Tabla 10

Análisis granulométrico de la malla valorada pasante 70% m-200

Malla	oz/t Ag	%Pb	%Zn	%As	%Cu	%Fe	g/tAu
#70	5.41	1.81	4.03	2.08	0.79	5.94	0.69
#100	8.39	2.74	5.42	2.06	1.01	5.96	1.05
#140	11.86	4.20	6.55	2.08	1.19	5.94	1.00
#200	13.02	5.01	6.84	1.88	1.26	5.84	1.14
#270	13.20	5.32	6.84	2.06	1.23	5.66	0.88
#325	14.08	5.46	6.77	2.18	1.18	5.75	0.89
#400	16.18	6.02	6.90	2.09	1.30	5.89	0.92
#-400	10.91	3.79	4.30	1.25	0.87	5.56	0.62

En la tabla 10 el análisis de malla valorada al 70% pasante de la malla -200 el 70% se tiene en la malla 140, 11.86 oz/t de plata, 4.20% plomo, 6.55% de zinc, 2.08% arsénico, 1.19% de cobre, 5.94% de hierro y 1.00 g/t oro.

Tabla 11
Grados de asociación por T-Student

	50% -200M		60% -200M		70% -200M	
	R ²	T-Student	R ²	T-Student	R ²	T-Student
Ag - Pb	0.99	28.37	0.99	22.38	0.90	6.78
Ag - Zn	0.93	8.49	0.85	5.34	0.33	1.86
Ag - As	0.48	2.36	-0.07	0.83	0.29	1.74
Ag - Cu	0.99	26.45	-0.25	-0.05	0.43	2.18
Ag - Fe	0.63	3.10	0.19	1.47	0.00	0.99
Ag - Au	0.53	2.56	0.67	3.32	-0.13	0.66
Pb - Zn	0.93	8.49	0.84	5.13	0.48	2.37
Pb - As	0.41	2.11	-0.12	0.68	0.39	2.04
Pb - Cu	0.99	20.72	-0.25	0.02	0.52	2.55
Pb - Fe	0.68	3.43	0.12	1.30	-0.11	0.71
Pb - Au	0.48	2.38	0.67	3.34	-0.08	0.79
Zn - As	0.52	2.54	0.18	1.45	0.86	5.61
Zn - Cu	0.95	10.05	-0.16	0.55	0.94	8.84
Zn - Fe	0.76	4.16	0.49	2.41	0.34	1.89
Zn - Au	0.56	2.73	0.94	9.18	0.55	2.69
As - Cu	0.45	2.26	-0.17	0.52	0.72	3.68
As - Fe	0.13	1.31	0.83	5.09	0.31	1.79
As - Au	0.30	1.78	0.22	1.54	0.26	1.65
Cu - Fe	0.65	3.21	-0.18	0.48	0.42	2.15
Cu - Au	0.60	2.90	0.00	0.99	0.57	2.75
Fe - Au	0.16	1.39	0.46	2.29	0.53	2.57

En la tabla 11 el grado de asociación en función de t-student. Descartamos todos los análisis que tienen un R^2 negativos, ya que nos da un resultado con un coeficiente de Pearson demasiado bajo, el cual nos indica que los resultados no son confiables, Podemos encontrar valores t-student elevados en los grupos de elementos Ag/Pb - Ag/Cu - Pb/Cu - Zn/Cu, que nos indica probables asociaciones tipo mineralógicas, pero en la mayoría de casos cuando la observamos a una mayor liberación podemos ver que disminuye gradualmente, por lo cual determinamos que no es tanto un tema de asociación sino más un tema de liberación, claro que también hay un cierto grado de asociación pues su valor t no es menor en valor absoluto a 2.

Los valores sombreados con verde como podemos apreciar tienen un valor t-student relativamente bajos, por lo cual podemos determinar que si bien es cierto cuando su valor t-student es mayor en valor absoluto a 2, podría haber asociaciones que también podrían deberse a falta de liberación, y nos podemos sacar de dudas observando los valores t-student en una mayor liberación.

En el caso del oro lo observamos para todas sus agrupaciones con un valor t-student bajo, por lo cual podríamos asumir que se encuentra libre, pero asociado en pequeñas cantidades con algunos elementos, sobre todo con el zinc, plomo y la plata.

Tabla 12

Balance de Metalúrgica prueba 1 sin NaCN (1%) - 0 g/t

PRODUCTO	PESO	%PESO	LEYES					CONTENIDO METÁLICO					% RECUPERACIÓN							
			Ag (oz/t)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As	% Ag	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As
Concentrado Pb	3.19	0.32	118.96	5.63	30.53	16.66	10.69	1.56	38.15	0.02	0.10	0.05	0.03	0.01	15.25	21.61	6.25	3.09	0.42	0.12
Medios Pb	41.05	4.13	40.19	0.74	28.18	8.66	11.73	3.87	165.85	0.03	1.16	0.36	0.48	0.16	66.29	36.55	74.22	20.69	5.94	3.81
Conc Pb+Medios Pb	44.24	4.45	45.87	1.09	28.35	9.24	11.66	3.70	204.00	0.05	1.26	0.41	0.52	0.16	81.54	58.16	80.47	23.79	6.36	3.93
Concentrado Zinc	15.68	1.58	3.54	0.56	1.08	49.55	8.49	1.22	5.58	0.01	0.02	0.78	0.13	0.02	2.23	10.57	1.09	45.23	1.64	0.46
Medios Zinc	60.76	6.11	2.19	0.14	1.28	5.74	24.08	20.48	13.38	0.01	0.08	0.35	1.47	1.25	5.35	10.24	4.99	20.30	18.05	29.83
Conc Zn+Medios Zn	76.44	7.68	2.47	0.23	1.24	14.73	20.88	16.53	18.96	0.02	0.10	1.13	1.60	1.27	7.58	20.80	6.08	65.53	19.69	30.29
Relave Final	874.06	87.87	0.31	0.02	0.24	0.21	6.86	3.14	27.24	0.02	0.21	0.18	6.03	2.76	10.89	21.04	13.46	10.68	73.95	65.79
Cabeza Cal.	994.74	100.00	2.50	0.08	1.57	1.73	8.15	4.19	250.20	0.08	1.57	1.73	8.15	4.19	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
															89.11					

De la tabla 11 se tienen un concentrado con una ley de 118.96 g/t plata, 30.53% de plomo con una recuperación de 15.25% de plata, 6.25% de plomo, mientras que el medio más el concentrado se tiene 45.87 g/t de plata, 28.35% de plomo con una recuperación de 81.54% de plata y 80.47% de plomo. El concentrado de zinc tiene una ley de 49.55% de zinc con una recuperación de 45.23%, mientras que medio más concentrado de zinc se tiene una ley de 14.73% de plomo con una recuperación de 65.53%.

Tabla 13

Balance de Metalúrgica prueba 2 con NaCN (1%) - 2 g/t

PRODUCTO	PESO	%PESO	LEYES					CONTENIDO METÁLICO					% RECUPERACIÓN							
			Ag (Oz/t)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As	% Ag	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As
Concentrado Pb	4.78	0.48	116.10	2.61	60.85	5.11	4.66	1.36	56.00	0.01	0.29	0.02	0.02	0.01	25.27	21.58	21.19	1.47	0.31	0.19
Medios Pb	24.72	2.49	46.22	0.75	33.83	6.70	11.42	4.22	115.30	0.02	0.84	0.17	0.28	0.11	52.02	32.07	60.93	9.98	3.96	3.11
Conc Pb+Medios Pb	29.50	2.98	57.54	1.05	38.21	6.44	10.32	3.76	171.30	0.03	1.14	0.19	0.31	0.11	77.29	53.65	82.12	11.45	4.28	3.30
Concentrado Zinc	17.84	1.80	3.79	0.64	0.71	51.45	7.06	0.77	6.82	0.01	0.01	0.93	0.13	0.01	3.08	19.75	0.92	55.30	1.77	0.41
Medios Zinc	45.72	4.61	2.56	0.14	1.36	8.93	24.61	19.41	11.81	0.01	0.06	0.41	1.14	0.90	5.33	11.07	4.53	24.60	15.80	26.45
Conc Zn+Medios Zn	63.56	6.41	2.91	0.28	1.18	20.86	19.68	14.18	18.63	0.02	0.08	1.34	1.26	0.91	8.41	30.82	5.45	79.90	17.57	26.86
Relave Final	897.89	90.61	0.35	0.01	0.19	0.16	6.20	2.61	31.71	0.01	0.17	0.14	5.62	2.36	14.31	15.53	12.43	8.66	78.16	69.84
Cabeza Cal.	990.95	100.00	2.22	0.06	1.39	1.68	7.19	3.39	221.65	0.06	1.39	1.68	7.19	3.39	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
															85.69					

De la tabla 12 para una dosificación de NaCN a razón de 2 g/t se tienen un concentrado con una ley de 116.10 g/t plata, 60.85% de plomo con una recuperación de 25.27% de plata, 21.19% de plomo, mientras que el medio más el concentrado se tiene 57.54 g/t de plata, 38.21% de plomo con una recuperación de 77.29% de plata y 82.12% de plomo. El concentrado de zinc tiene una ley de 51.45% de zinc con una recuperación de 55.30%, mientras que medio más concentrado de zinc se tiene una ley de 20.86% de plomo con una recuperación de 79.00%.

Tabla 14

Balance de Metalúrgica prueba 3 con NaCN (1%) - 5 g/t

PRODUCTO	PESO	%PESO	LEYES					CONTENIDO METÁLICO					% RECUPERACIÓN							
			Ag (Oz/t)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As	% Ag	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As
Concentrado Pb	5.83	0.59	89.22	2.05	63.00	4.13	4.36	1.54	52.44	0.01	0.37	0.02	0.03	0.01	22.41	16.99	24.89	1.43	0.31	0.25
Medios Pb	23.47	2.37	45.41	0.82	33.33	6.41	12.15	4.73	107.46	0.02	0.79	0.15	0.29	0.11	45.93	27.36	53.02	8.95	3.47	3.07
Conc Pb+Medios Pb	29.30	2.95	54.13	1.06	39.23	5.96	10.60	4.10	159.90	0.03	1.16	0.18	0.31	0.12	68.34	44.36	77.91	10.38	3.78	3.31
Concentrado Zinc	18.92	1.91	5.88	0.69	1.24	46.93	8.48	1.74	11.22	0.01	0.02	0.90	0.16	0.03	4.79	18.56	1.59	52.81	1.95	0.91
Medios Zinc	48.05	4.84	3.47	0.17	1.82	9.34	22.90	19.60	16.81	0.01	0.09	0.45	1.11	0.95	7.18	11.61	5.93	26.69	13.39	26.01
Conc Zn+Medios Zn	66.97	6.75	4.15	0.32	1.66	19.96	18.83	14.55	28.03	0.02	0.11	1.35	1.27	0.98	11.98	30.18	7.52	79.50	15.34	26.92
Relave Final	895.55	90.29	0.51	0.02	0.24	0.19	7.42	2.82	46.05	0.02	0.22	0.17	6.70	2.55	19.68	25.47	14.57	10.12	80.88	69.76
Cabeza Cal.	991.82	100.00	2.34	0.07	1.49	1.70	8.28	3.65	233.98	0.07	1.49	1.70	8.28	3.65	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
															80.32					

De la tabla 13 para una dosificación de NaCN a razón de 5 g/t se tienen un concentrado con una ley de 89.22 g/t plata, 63.00% de plomo con una recuperación de 22.41% de plata, 24.89% de plomo, mientras que el medio más el concentrado se tiene 54.13 g/t de plata, 39.23% de plomo con una recuperación de 68.34% de plata y 77.91% de plomo. El concentrado de zinc tiene una ley de 46.93% de zinc con una recuperación de 52.81%, mientras que medio más concentrado de zinc se tiene una ley de 19.96% de plomo con una recuperación de 79.50%.

Tabla 15

Balance de Metalúrgica prueba 4 con NaCN (1%) - 8 g/t

PRODUCTO	PESO	%PESO	LEYES						CONTENIDO METÁLICO						% RECUPERACIÓN					
			Ag (Oz/t)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As	% Ag	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As
Concentrado Pb	4.79	0.47	86.81	1.25	67.55	2.54	2.10	1.47	41.05	0.01	0.32	0.01	0.01	0.01	17.50	6.92	21.56	0.73	0.10	0.19
Medios Pb	25.70	2.54	45.81	0.80	33.30	5.23	10.17	4.60	116.23	0.02	0.84	0.13	0.26	0.12	49.55	23.75	57.01	8.01	2.71	3.22
Conc Pb+Medios Pb	30.49	3.01	52.25	0.87	38.68	4.81	8.90	4.11	157.29	0.03	1.16	0.14	0.27	0.12	67.06	30.67	78.57	8.74	2.81	3.42
Concentrado Zinc	18.39	1.82	6.40	1.63	1.16	48.95	8.21	9.41	11.62	0.03	0.02	0.89	0.15	0.17	4.95	34.63	1.42	53.65	1.56	4.72
Medios Zinc	30.71	3.03	4.94	0.37	1.88	12.95	14.79	7.56	14.98	0.01	0.06	0.39	0.45	0.23	6.39	13.13	3.85	23.70	4.70	6.33
Conc Zn+Medios Zn	49.10	4.85	5.49	0.84	1.61	26.43	12.33	8.25	26.60	0.04	0.08	1.28	0.60	0.40	11.34	47.76	5.27	77.36	6.27	11.05
Relave Final	933.30	92.14	0.55	0.02	0.26	0.25	9.41	3.36	50.68	0.02	0.24	0.23	8.67	3.10	21.61	21.57	16.17	13.91	90.92	85.53
Cabeza Cal.	1012.89	100.00	2.35	0.09	1.48	1.66	9.54	3.62	234.56	0.09	1.48	1.66	9.54	3.62	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
															78.39					

De la tabla 14 para una dosificación de NaCN a razón de 8 g/t se tienen un concentrado con una ley de 86.81 g/t plata, 67.55% de plomo con una recuperación de 17.50% de plata, 21.56% de plomo, mientras que el medio más el concentrado se tiene 52.25 g/t de plata, 38.68% de plomo con una recuperación de 67.06% de plata y 78.57% de plomo. El concentrado de zinc tiene una ley de 48.95% de zinc con una recuperación de 53.65%, mientras que medio más concentrado de zinc se tiene una ley de 26.43% de plomo con una recuperación de 77.36%.

Tabla 16

Balance de Metalúrgica prueba 5 con NaCN (1%) - 11 g/t

PRODUCTO	PESO	%PESO	LEYES						CONTENIDO METÁLICO						% RECUPERACIÓN					
			Ag (Oz/T)	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As	% Ag	%Cu	%Pb	%Zn	%Fe	%As
Concentrado Pb	4.31	0.43	84.39	1.25	62.60	2.98	4.70	2.90	36.45	0.01	0.27	0.01	0.02	0.01	16.35	7.79	19.65	0.78	0.28	0.43
Medios Pb	24.09	2.41	45.81	0.73	34.38	4.30	10.33	3.81	110.60	0.02	0.83	0.10	0.25	0.09	49.59	25.44	60.32	6.33	3.45	3.18
Conc Pb+Medios Pb	28.40	2.85	51.66	0.81	38.66	4.10	9.48	3.67	147.06	0.02	1.10	0.12	0.27	0.10	65.94	33.23	79.97	7.11	3.73	3.61
Concentrado Zinc	16.24	1.63	4.50	0.81	0.71	53.18	7.29	0.29	7.32	0.01	0.01	0.87	0.12	0.00	3.28	19.03	0.84	52.75	1.64	0.16
Medios Zinc	29.04	2.91	6.08	0.50	2.39	17.86	15.51	8.14	17.70	0.01	0.07	0.52	0.45	0.24	7.93	21.00	5.05	31.68	6.24	8.19
Conc Zn+Medios Zn	45.28	4.54	5.51	0.61	1.79	30.53	12.56	5.32	25.02	0.03	0.08	1.39	0.57	0.24	11.22	40.03	5.89	84.42	7.87	8.35
Relave Final	924.09	92.62	0.55	0.02	0.21	0.15	6.91	2.75	50.94	0.02	0.19	0.14	6.40	2.55	22.84	26.74	14.13	8.47	88.40	88.04
Cabeza Cal.	997.77	100.00	2.23	0.07	1.38	1.64	7.24	2.89	223.01	0.07	1.38	1.64	7.24	2.89	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
															77.16					

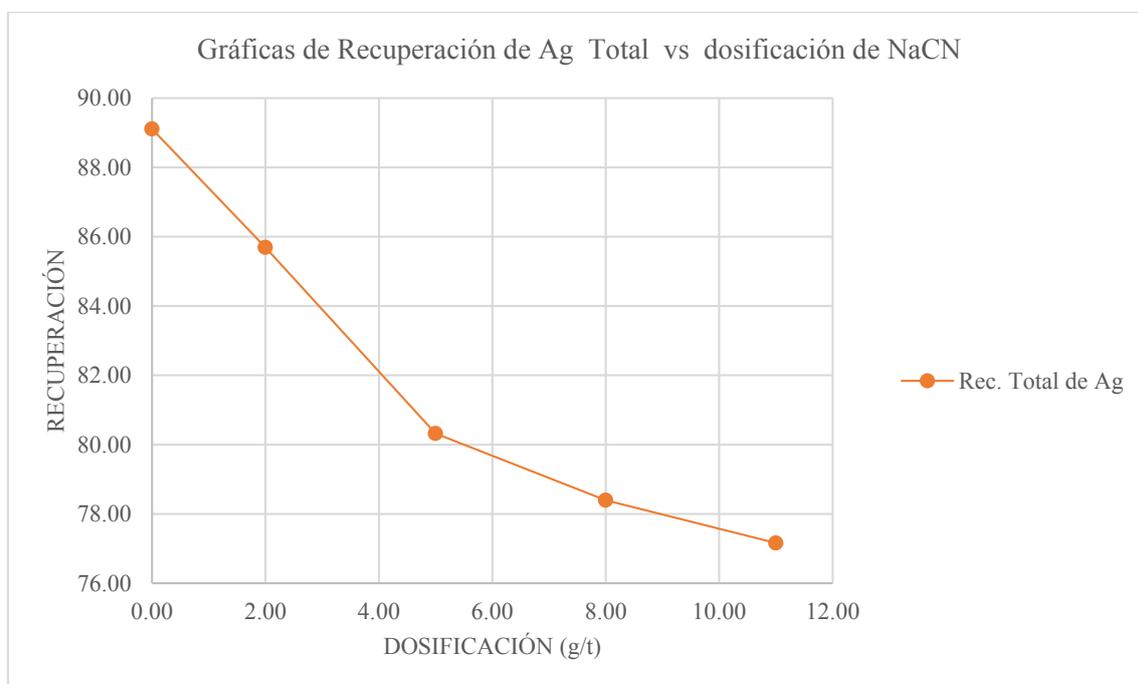
De la tabla 15 para una dosificación de NaCN a razón de 11 g/t se tienen un concentrado con una ley de 84.39 g/t plata, 62.60% de plomo con una recuperación de 16.35% de plata, 19.65% de plomo, mientras que el medio más el concentrado se tiene 51.66 g/t de plata, 38.66% de plomo con una recuperación de 65.94% de plata y 79.97% de plomo. El concentrado de zinc tiene una ley de 53.18% de zinc con una recuperación de 52.72%, mientras que medio más concentrado de zinc se tiene una ley de 30.53% de plomo con una recuperación de 84.42%.

Tabla 17
Recuperación de la plata en función a la dosificación del NaCN

Concentración NaCN	g/t NaCN	Rec. Ag
1	0.00	89.11
1	2.00	85.69
1	5.00	80.32
1	8.00	78.39
1	11.00	77.16

En la tabla 16 la recuperación de la plata se tiene con sin adición de cianuro de sodio se tiene una recuperación de 89.11% de plata, con 2 g/t NaCN se recupera 85.69% de plata, con 5 g/t NaCN se tiene 80.32%, si se agrega 8 g/t se tiene el 78.39% de recuperación, si se agrega 11 g/t se tiene 77.16% de recuperación de plata.

Figura 2
Recuperación de la plata total vs dosificación de NaCN g/t



En la figura 2 la curva de recuperación de plata en función de la concentración de cianuro de sodio, decrece.

Tabla 18
Evaluación de las recuperaciones – Circuito de Plomo (concentrado más medio)

Condición	Concentración	Prueba	g/t		LEYES					RECUPERACION					
			NaCN	Ag oz/t	% Cu	%Pb	%Zn	%Fe	% As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As
1%	1	P1	0.00	118.96	5.63	30.53	16.66	10.69	1.56	81.54	58.16	80.47	23.79	6.36	3.93
	1	P2	2.00	116.10	2.61	60.85	5.11	4.66	1.36	77.29	53.65	82.12	11.45	4.28	3.30
Diluido	1	P3	5.00	89.22	2.05	63.00	4.13	4.36	1.54	68.34	44.36	77.91	10.38	3.78	3.31
(1%)	1	P4	8.00	86.81	1.25	67.55	2.54	2.10	1.47	67.06	30.67	78.57	8.74	2.74	3.42
	1	P5	11.00	84.39	1.25	62.60	2.98	4.70	2.90	65.94	33.23	79.97	7.11	3.73	3.61

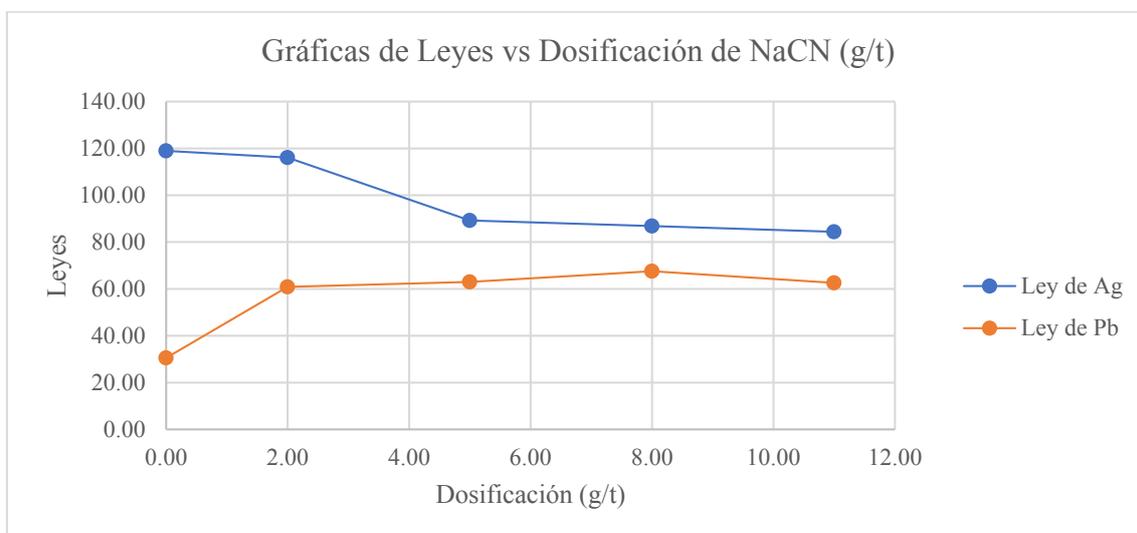
En la tabla 17 el concentrado de plomo se tiene sin adición de NaCN se tiene una ley de plata de 118.96g/t, cobre 5.63%, plomo 30.53%, 16.66% Zn, 10.69% Fe, 1.56% As. Con una distribución de 81.16% Ag, 58.16% Cu, 80.47% Pb, 23.79% Zn, 6.36% Fe, 3.93% As. Con una adición de 2 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 116.10g/t, cobre 2.61%, plomo 60.85%, 5.11% Zn, 4.66% Fe, 1.36% As. Con una distribución de 77.29% Ag, 53.65% Cu, 82.12% Pb, 11.45% Zn, 4.28% Fe, 3.30% As. Mientras con una adición de 5 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 89.22 g/t, cobre 2.05%, plomo 63.00%, 4.13% Zn, 4.36% Fe, 1.54% As. Con una distribución de 68.34% Ag, 44.36% Cu, 77.91% Pb, 10.36% Zn, 3.78% Fe, 3.31% As. Para una adición de 8 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 86.81 g/t, cobre 1.25%, plomo 67.55%, 2.54% Zn, 2.10% Fe, 1.47% As. Con una distribución de 67.06% Ag, 30.67% Cu, 78.57% Pb, 8.74% Zn, 2.74% Fe, 3.42% As. Para una adición de 11 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 84.39 g/t, cobre 1.25%, plomo 62.60%, 2.98% Zn, 4.70% Fe, 2.90% As. Con una distribución de 65.94 % Ag, 33.23% Cu, 79.97% Pb, 7.11% Zn, 3.73% Fe, 3.61% As.

Tabla 19
Evaluación de las recuperaciones – Circuito de Zinc (concentrado más medio)

Condición	Concentración	Prueba	g/t		LEYES					RECUPERACION					
			NaCN	Ag oz/t	% Cu	%Pb	%Zn	%Fe	% As	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	As
1%	1	P1	0.00	3.54	0.56	1.08	49.55	8.49	1.22	7.58	20.80	6.08	65.53	19.69	30.29
	1	P2	2.00	3.79	0.64	0.71	51.45	7.06	0.77	8.41	30.82	5.45	79.90	17.57	26.86
Diluido	1	P3	5.00	5.88	0.69	1.24	46.93	8.48	1.74	11.98	30.18	7.52	79.50	15.34	26.92
(1%)	1	P4	8.00	6.40	1.63	1.16	48.95	8.21	9.41	11.34	47.76	5.27	77.36	6.27	11.05
	1	P5	11.00	4.50	0.81	0.71	53.18	7.29	0.29	11.22	40.03	5.89	84.42	7.87	8.35

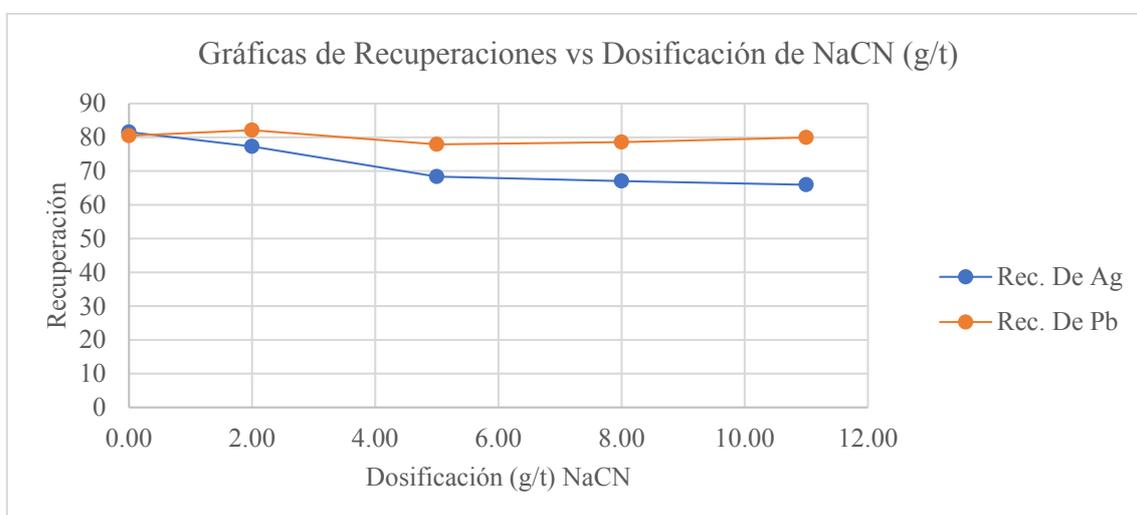
En la tabla 17 el concentrado de zinc se tiene sin adición de NaCN se tiene una ley de plata de 3.54g/t, cobre 0.56%, plomo 1.08%, 49.55% Zn, 8.49% Fe, 1.22% As. Con una distribución de 7.58% Ag, 20.80% Cu, 6.08% Pb, 65.53% Zn, 19.69% Fe, 30.29% As. Con una adición de 2 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 3.79g/t, cobre 0.64%, plomo 0.71%, 51.45% Zn, 7.06% Fe, 0.77% As. Con una distribución de 8.41% Ag, 30.82% Cu, 5.45% Pb, 79.90% Zn, 17.57% Fe, 26.86% As. Mientras con una adición de 5 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 5.88 g/t, cobre 0.69%, plomo 1.24%, 46.93% Zn, 8.48% Fe, 1.74% As. Con una distribución de 11.98% Ag, 30.18% Cu, 7.52% Pb, 79.50% Zn, 15.34% Fe, 26.92% As. Para una adición de 8 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 6.40 g/t, cobre 1.63%, plomo 1.16%, 48.95% Zn, 8.21% Fe, 9.41% As. Con una distribución de 11.34% Ag, 47.76% Cu, 5.27% Pb, 77.36% Zn, 6.27% Fe, 11.05% As. Para una adición de 11 g/t de NaCN se tiene ley de plata de 4.50 g/t, cobre 0.81%, plomo 0.71 %, 53.18% Zn, 7.29% Fe, 0.29% As. Con una distribución de 11.22 % Ag, 40.03% Cu, 5.89% Pb, 84.42% Zn, 7.87% Fe, 8.35% As.

Figura 3
Curva ley de plata y plomo vs dosificación del NaCN g/t



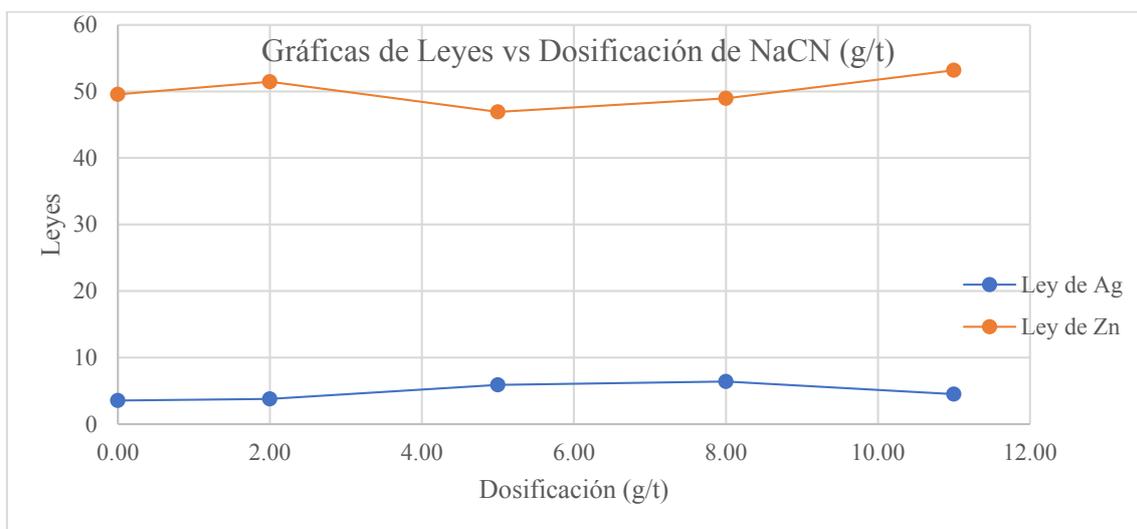
En la figura 3 la curva de la ley de plata en gramos por toneladas métricas decrece a medida que se incrementa la dosificación del cianuro de sodio g/t, mientras que la ley del plomo tiende a ligeramente aumentar.

Figura 4
Recuperación de plomo y plata vs dosificación del NaCN



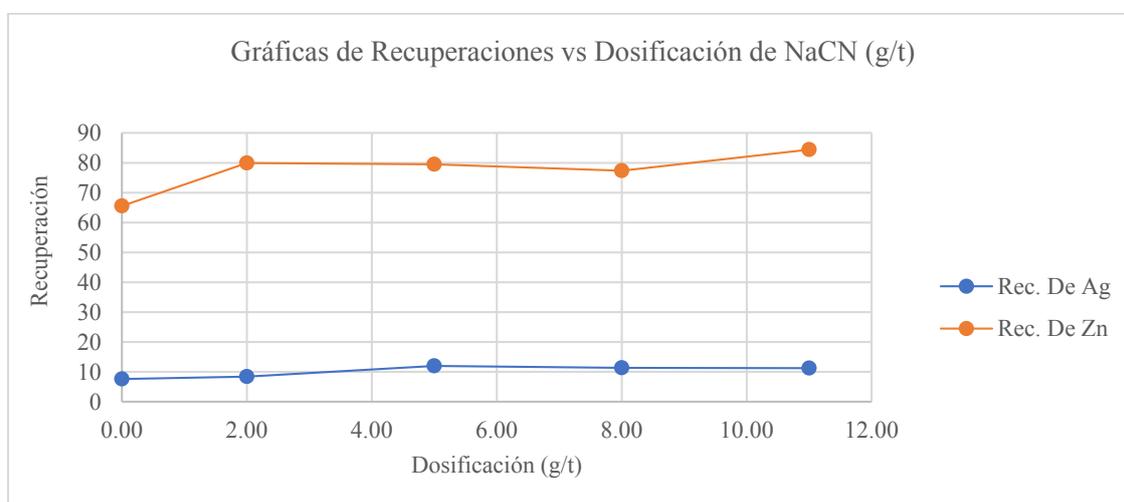
En la figura 3 la curva de recuperación de la plata a medida que se incrementa la dosificación del cianuro de sodio en gramos por tonelada de mineral decrece la recuperación, mientras que la recuperación de plomo tiende una ligera variación de disminución la recuperación.

Figura 5
Leyes de zinc y plata vs dosificación del NaCN g/t



En la figura 5 la ley de plata de acuerdo la curva tiene mejora hasta una dosificación 8 g/t de NaCN, posteriormente tiende a decrecer la ley, mientras que la ley del zinc decrece a una dosificación de 5 g/t de NaCN luego se incrementa la ley de zinc en el concentrado.

Figura 6
Recuperación del zinc y plata vs dosificación del NaCN g/t



En la figura 6 la curva de recuperación para el zinc se incrementa a medida que se incrementó la dosificación del cianuro de sodio en gramos por toneladas métricas, mientras que la recuperación de la plata tiene una ligera recuperación a medida que se incrementa la dosificación del NaCN entre 2 a 11 g/t de cianuro de sodio por toneladas métricas de mineral

4.2. Contrastación de Hipotesis.

4.2.1. Contrastación hipótesis general.

H(i): Con una adición optima del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálico, tendrá efecto en la calidad de la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.

H(o): Con una adición optima del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos, no tendrá efecto en la calidad de la concentración por flotación de menas de plomo y zinc.

La hipótesis nula predomina para la calidad del concentrado de plomo de acuerdo la tabla 20 y 21. Mientras que para la calidad de concentrado de zinc predomina la hipótesis alternativa de acuerdo el análisis de la tabla 22.

4.2.2. Contratación hipótesis específicas.

- **H(i):** Con un tiempo de molienda de los minerales adecuado, permitirá encontrar una malla de mayor liberación de las menas que se encuentran asociado.

H(o): Con un tiempo de molienda de los minerales adecuado, no permitirá encontrar a una malla mayor liberación de las menas que se encuentran asociadas.

En la tabla 10 el valor de t-student tiende a disminuir a medida que se va liberando cuando se tiene 50% pasante m-200 en mayor a 2 mientras que la liberan y pasan a 60% pasante m-200 se va disminuyendo el valor y cuando se tiene el 70% pasante m-200 se aproximan a 2 y alguno de los casos menor 2 por lo que a medida que va disminuyendo la granulometría se va liberando el mineral.

La hipótesis alternativa predetermina ya que a medida que la granulometría disminuye se va liberando el mineral asociado.

- **H(i):** Con una adición adecuada de la concentración de cianuro de sodio, permitirá obtener una calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.

H(o): Con una adición adecuado de la concentración de cianuro de sodio, no permitirá obtener una buena calidad de concentrado de plomo y zinc óptimo.

Tabla 20

Coficiente de Análisis de regresión: %Pb vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	33.00	2.94	11.22	0.002	
NaCN(g/t)	0.698	0.449	1.55	0.218	1.00

En la tabla 20 el valor de t-student calculado es 1.55 menor de 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.218 mayor a 0.05 por lo que no influye estadísticamente el cianuro de sodio en la ley del plomo en el concentrado del plomo.

Tabla 21

Coficiente de Análisis de regresión: Ag(oz/t) vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	51.47	3.58	14.40	0.001	
NaCN(g/t)	0.158	0.547	0.29	0.791	1.00

En la tabla 21 el valor de t-student calculado es 0.29 menor a 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.791 mayor a 0.05 por lo que no influye estadísticamente el cianuro de sodio en la ley de la plata en el concentrado del plomo.

Tabla 22

Coficiente de Análisis de regresión: %Zn vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	15.66	1.53	10.24	0.002	
NaCN(g/t)	1.316	0.234	5.64	0.011	1.00

En la tabla 22 el valor de t-student calculado es 5.64 mayor a 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.011 menor a 0.05 por lo que influye estadísticamente el cianuro de sodio en la ley de la Zn en el concentrado del zinc.

De acuerdo las tablas 20 y 21, para el plomo y plata predomina la hipótesis nula y de acuerdo la tabla 22 para el zinc predomina la hipótesis alternativa.

- **H(i):** Con una adición óptima de la concentración del cianuro de sodio, permitirá tener un efecto adecuado en la recuperación de menas de plomo y zinc.

H(o): Con una adición óptima de la concentración del cianuro de sodio, no permitirá tener un efecto adecuado en la recuperación de menas de plomo y zinc.

Tabla 23

Coefficientes Análisis de regresión recuperación: Pb vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	80.66	1.26	63.95	0.000	
NaCN(g/t)	-0.164	0.193	-0.85	0.456	1.00

En la tabla 23 el valor de t-student calculado es -0.85 menor a 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.456 mayor a 0.05 por lo que no influye estadísticamente el cianuro de sodio en la recuperación del plomo.

Tabla 24

Coefficientes análisis de regresión recuperación: Ag vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	79.60	2.18	36.48	0.000	
NaCN(g/t)	-1.456	0.334	-4.37	0.022	1.00

En la tabla 24 el valor de t-student calculado es -4.37 mayor a 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.022 mayor a 0.05 por lo que influye estadísticamente el cianuro de sodio en la recuperación de la plata.

Tabla 25

Coefficientes análisis de regresión recuperación: Zn vs. NaCN(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	71.14	4.01	17.73	0.000	

NaCN(g/t)	1.192	0.613	1.94	0.147	1.00
-----------	-------	-------	------	-------	------

En la tabla 25 el valor de t-student calculado es 1.94 menor a 3.182 para α 0.025 y el valor de p calculado es 0.147 mayor a 0.05 por lo que no influye estadísticamente el cianuro de sodio en la recuperación del zinc.

De acuerdo las tablas 23 y 25, para el plomo y zinc predomina la hipótesis nula y de acuerdo la tabla 24 para la plata predomina la hipótesis alternativa.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de Resultados.

En el estudio sobre efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc, A medida que se realiza una liberación del mineral pasante a las malla 200 realizada el 50%, 60%, 70% para Ag-Zn R^2 0.93 es 8.49 para 50% pasante, R^2 0.85 es 5.34 para 60% pasante tiene una asociación alta ya que es mayor a 2 y R^2 0.33 es 1.86 para 70% pasante a la m200 tiene asociación mínima ya que es menor a 2, el t-student se va reduciendo. Los mejores resultados obtenidos se tiene con 2 g/t NaCN obteniendo un concentrado de plomo con una ley de 57.54 oz/t de plata y 38.21% de plomo con una recuperación de 77.295 de plata y 82.12% de plomo, mientras que en el circuito de zinc se tiene 20.86% de zinc con una recuperación de 79.90%. En el concentrado de zinc con 11 g/t de NaCN se tiene una ley de 30.53% de zinc con una recuperación del 84.42%, mientras que el concentrado de plomo tiene una 51.66 oz/t plata, 38.66% de plomo con una recuperación 65.94% de plata y 79.97% de plomo.

La recuperación de la plata total a medida que aumenta la dosificación de NaCN decrece la recuperación figura 2. En el concentrado de plomo la ley de la plata decrece a medida que se incrementa el cianuro de sodio, mientras que la ley del plomo se incrementa figura 3. La recuperación de la plata decrece a medida que se incrementa la dosificación del cianuro de sodio, mientras que la recuperación de plomo tiene un ligero incremento figura 4.

En el concentrado de zinc la plata tiende a decrecer a medida que se incrementa la dosis del cianuro de sodio, mientras que la ley del zinc tiende a incrementarse a medida que se incrementa la dosificación del NaCN figura 5. La recuperación del zinc y plata en el concentrado de zinc tiende a incrementarse ligeramente en el rango estudiado figura 6. Mientras la dosificación del cianuro de sodio en la ley de concentrado del plomo plata no tiene influencia

significativo estadísticamente, pero la ley de zinc sí tiene influencia significativa estadísticamente en el concentrado de zinc. En la recuperación de plomo y zinc el cianuro de sodio no tiene influencia significativa estadísticamente, pero sí en la recuperación de plata tiene efecto significativo.

Por otra parte las investigaciones realizadas por Guanuchi & Romero (2020) el control de la velocidad, tiempo, colectores, promotores y espumante le permitieron obtener recuperación de 85% para el plomo y 74% para el zinc. Mientras que Pablo (2020) realizó una flotación bulk de plomo zinc y una separación mediante el uso de cianuro de sodio como depresor de minerales de cobre. Para Vera (2019) el cianuro de sodio y el bisulfito de sodio tienen mejor comportamiento como depresor y colector Z-11 es mejor colector frente a los A-404, A-242, A-3418. Por otra parte, para Gamarra (2019), el empleo de sulfato de cobre como colector, el xantato amílico de potasio, a un pH 8 y en 10 minutos se tiene concentrado y recuperación de plomo óptimo.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

En el estudio sobre efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc, se tiene las siguientes conclusiones:

En el concentrado de plomo y la de plata decrece a medida que se incrementa la dosificación de NaCN y la ley del plomo se incrementó, pero estadísticamente no tiene influencia significativa, mientras que la ley del zinc en el concentrado de zinc se incrementa a medida que se incrementa la dosificación del NaCN y estadísticamente si tiene influencia significativa.

La recuperación del plomo y zinc se incrementa a medida que se incrementa la dosificación del NaCN, mientras que de la plata decrece, pero estadísticamente no tiene influencia significativa en la recuperación de plomo y zinc, mientras que la recuperación de la plata tiene influencia significativa estadísticamente.

A medida que se incrementa la liberación disminuye la asociación ya que el valor t-student decrece y el R^2 se aproxima a 0.

6.2. Recomendaciones.

Las recomendaciones en el estudio sobre efecto del cianuro de sodio en el tratamiento de minerales polimetálicos para la concentración por flotación de menas de plomo y zinc son:

Realizar una flotación de los minerales usando otro tipo de depresor a diferentes mallas para mejorar la calidad y recuperación.

Evaluar otros colectores con la finalidad de ver cuál es la más adecuada para una mejor recuperación.

Realizar un estudio mineralógico para ver la asociación y el tamaño de los minerales.

Realizar una flotación a diferentes pH y densidad con la finalidad de mejorar la calidad del concentrado y la recuperación.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1. Fuentes Bibliográficas

Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación introducción a la investigación científica*. Caracas: Editorial Episteme.

Azañero, A. (2016). *Flotación y Concentración de Minerales*. Lima: Editorial Colecciones Jovic.

Bulatovic, S. (2007). *Handbook of Flotation Reagents*. Elsevier Science & Technology Books.

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

Drzymala, J. (2007). *Mineral Processing Foundations of theory and practice of minerallurgy* (1 ed.). Wrocław: Wrocław University of Technology. Obtenido de www.ig.pwr.wroc.pl/minproc

Fraille, M. (2006). *Metodología y técnica de Investigación social*. Madrid: McCraw Hill.

Gamarra, H. (2019). Flotación bulk de minerales sulfurados de plomo – zinc refractarios de bajo grado en la Planta Concentradora de Huari de la UNCP. *Ingeniero Metalurgista y Materiales*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6490>

Guanuchi, L., & Romero, D. (2020). Recuperación de metales por flotación de relaves auríferos en la sociedad civil minera “Goldmins” ubicada en el Cantón Zaruma. *Ingeniero Químico*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15659/1/T-3585_GUANUCHI%20OCAMPO%20LISSETTE%20PAULETTE.pdf

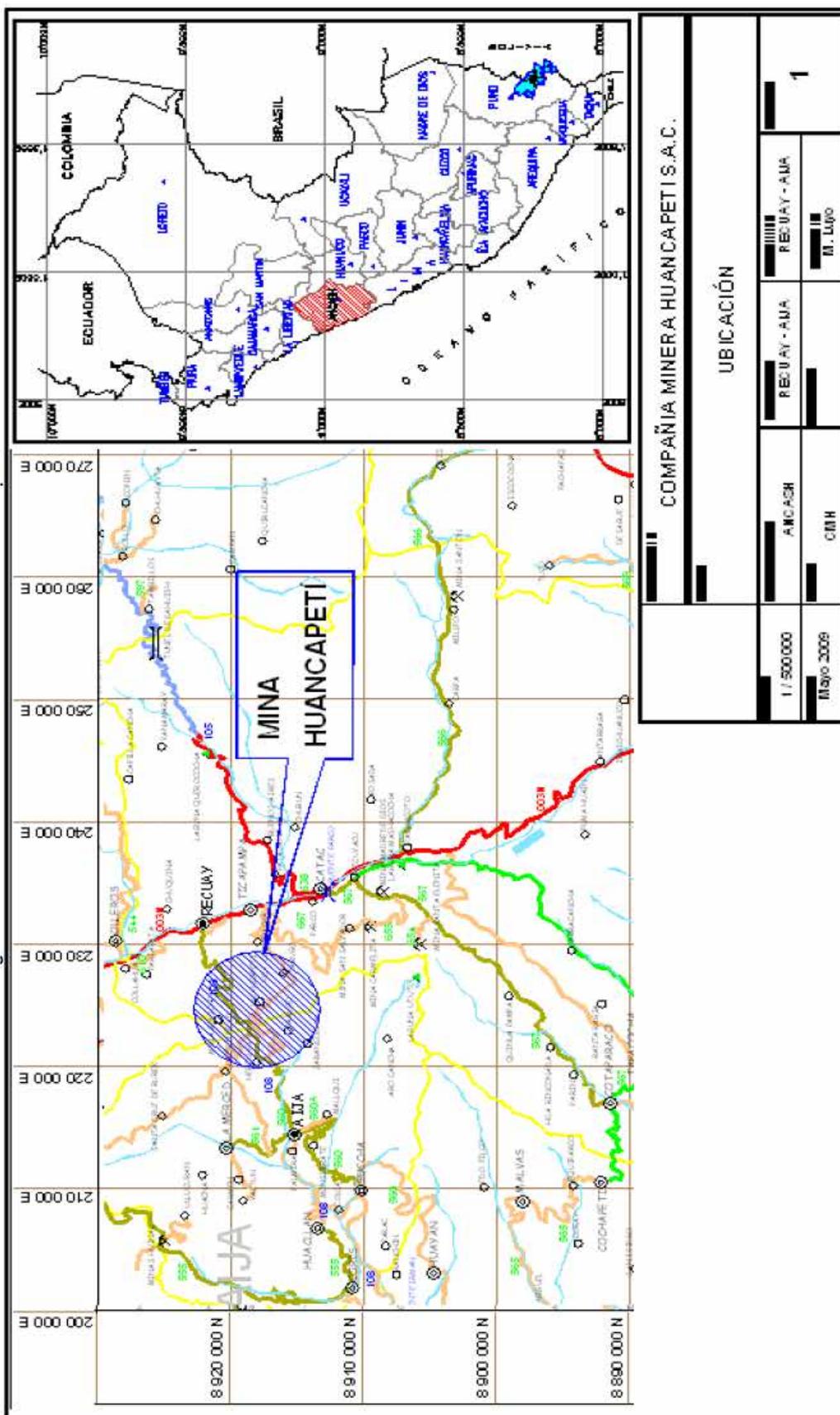
Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.

Medina, O. (1982). *Flotación tecnológica*. Lima.

- Pablo, S. (2020). Propuesta técnica para el procesamiento de mineral polimetálico proveniente de la región de Coquimbo. *Ingeniero Civil en Minas*. Universidad Andres Bello, Concepción. Obtenido de http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/14443/a130466_Sandoval_P_Propuesta_tecnica_para_el_procesamiento_2020_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Porras, D. (1997). *Procesamiento de Minerales*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Qian, W., Liuyang, D., Wenqing, Q., Fen, J., Zhongxu, Q., Cheng, F., . . . Shunyuan, X. (2021). Efficient flotation recovery of lead and zinc from refractory lead-zinc ores under low alkaline conditions. *Elsevier*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemer.2021.125769>
- Ramos, J., & Orihuela, A. (2017). Caracterización y evaluación de pruebas metalúrgicas de flotación de un mineral complejo polimetálico del distrito de Palca - Huancavelica. *Ingeniero Metalurgico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7495>
- Silvestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: Editorial San Marcos.
- Sutulov, A. (1963). *Flotación de minerales*. Concepción: Universidad de concepción .
- Vera, C. (2019). Evaluación del efecto de nuevos reactivos colectores y depresores para mejorar la recuperación del proceso de flotación en los circuitos de plomo y zinc de la planta concentradora Antonio Raymondi. *Ingeniero Metalurgicsta*. Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9207>

ANEXOS

Anexo 1 Localización de la Empresa Minera Lincuna SAC



Anexo 2 Instrumentos para la toma de datos

Muestras Para Pruebas Metalúrgicas					
Muestras	Tajo	Veta	Cantidad de Sacos	Peso Aprox (Kg)	Fecha de Entrega
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Etapa	Tiempo	pH	CONSUMO DE REACTIVOS gr/tn							
			ZnSO4	Z-11	AP-3418	CuSO4	MIBC	Mix	Quebracho	NaCN
Molienda										
Acondicionamiento										
Flash										
Ro Pb										
Scv Pb										
Cleaner Pb										
Cleaner Pb										
Acondicionamiento										
Ro Zn										
Scv Zn										
Rve I cleaner Zn										
Rve II cleaner Zn										

Anexo 3 Densidad del mineral de Tajo Sansom

PESOS	TAJO SANSON				G.E. PROMEDIO
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	
W1	10	10	10	10	
W2	70.4	70.5	71.5	71.8	
W3	170	170.1	171.1	171.4	
W4	176.9	177	177.9	178.3	3.20
W5	80.4	80.5	81.5	81.8	
G.E	3.23	3.23	3.13	3.23	

Anexo 4 Análisis de Malla Valorada del Tajo Sanson

SAMPLE	Ag	Pb	Zn	As	Cu	Fe	Au
#70	5.41	1.81	4.03	2.08	0.79	5.94	0.69
#100	8.39	2.74	5.42	2.06	1.01	5.96	1.05
#140	11.86	4.20	6.55	2.08	1.19	5.94	1.00
#200	13.02	5.01	6.84	1.88	1.26	5.84	1.14
#270	13.20	5.32	6.84	2.06	1.23	5.66	0.88
#325	14.08	5.46	6.77	2.18	1.18	5.75	0.89
#400	16.18	6.02	6.90	2.09	1.30	5.89	0.92
#-400	10.91	3.79	4.30	1.25	0.87	5.56	0.62

Anexo 5 Moliendabilidad del Tajo Sanson

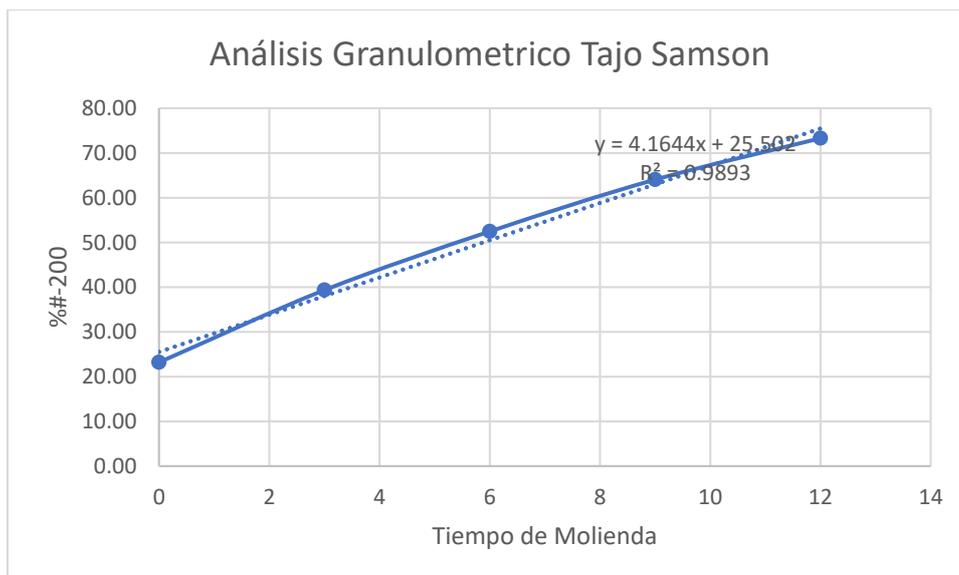
MALLA	ABERTURA(um)	MOLIENDABILIDAD TAJO SANSON			
		0 min			
		PESO	% PESO	%Ac. Ret.	%Ac. Pas.
20	850	350.40	35.04	35.04	64.96
40	425	183.20	18.32	53.36	46.64
50	300	65.90	6.59	59.95	40.05
70	212	56.10	5.61	65.56	34.44
100	150	48.10	4.81	70.37	29.63
140	106	41.50	4.15	74.52	25.48
200	75	22.69	2.27	76.79	23.21
-200	75	232.11	23.21	100.00	0.00
	TOTAL	1000.00			

MALLA	ABERTURA(um)	MOLIENDABILIDAD TAJO SANSON			
		3 min			
		PESO	% PESO	%Ac. Ret.	%Ac. Pas.
20	850	96.40	9.64	9.64	90.36
40	425	105.90	10.59	20.23	79.77
50	300	83.40	8.34	28.57	71.43
70	212	97.00	9.70	38.27	61.73
100	150	94.40	9.44	47.71	52.29
140	106	83.70	8.37	56.08	43.92
200	75	45.61	4.56	60.64	39.36
-200	75	393.59	39.36	100.00	0.00
	TOTAL	1000.00			

MALLA	ABERTURA(um)	MOLIENDABILIDAD TAJO SANSON			
		6 min			
		PESO	% PESO	%Ac. Ret.	%Ac. Pas.
20	850	20.60	2.06	2.06	97.94
40	425	24.30	2.43	4.49	95.51
50	300	34.70	3.47	7.96	92.04
70	212	79.40	7.94	15.90	84.10
100	150	126.30	12.63	28.53	71.47
140	106	120.30	12.03	40.56	59.44
200	75	69.63	6.96	47.52	52.48
-200	75	524.77	52.48	100.00	0.00
	TOTAL	1000.00			

MALLA	ABERTURA(um)	MOLIENDABILIDAD TAJO SANSON			
		9 min			
		PESO	% PESO	%Ac. Ret.	%Ac. Pas.
20	850	1.40	0.14	0.14	99.86
40	425	3.10	0.31	0.45	99.55
50	300	6.40	0.64	1.09	98.91
70	212	28.30	2.83	3.92	96.08
100	150	90.20	9.02	12.94	87.06
140	106	138.10	13.81	26.75	73.25
200	75	91.78	9.18	35.93	64.07
-200	75	640.72	64.07	100.00	0.00
	TOTAL	1000.00			

MALLA	ABERTURA(um)	MOLIENDABILIDAD TAJO SANSON			
		12 min			
		PESO	% PESO	%Ac. Ret.	%Ac. Pas.
20	850	0.00	0.00	0.00	100.00
40	425	0.30	0.03	0.03	99.97
50	300	0.80	0.08	0.11	99.89
70	212	6.30	0.63	0.74	99.26
100	150	37.30	3.73	4.47	95.53
140	106	111.20	11.12	15.59	84.41
200	75	110.90	11.09	26.68	73.32
-200	75	716.10	71.61	98.29	1.71
	TOTAL	1000.00			



t de molienda	#-200%
0	23.21
3	39.36
6	52.48
9	64.07
12	73.32

A	4.1644
B	25.502
Y	55
X	7.08337336

MIN 7

SEG 5.00240131

t molienda	7min 5seg
------------	-----------

As - Cu									
<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coeficiente	0.87871263								
Coeficiente	0.77213588								
R ² ajustado	0.71516985								
Error típico	0.18443217								
Observacion	6								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	0.46105328	0.46105328	13.5543216	0.02117383				
Residuos	4	0.13606089	0.03401522						
Total	5	0.59711417							
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>	
Intercepción	-0.39564555	0.63448328	-0.62357128	0.56670527	-2.15725353	1.36596244	-2.15725353	1.36596244	
Variable X 1	1.97804748	0.53727647	3.68161942	0.02117383	0.48632886	3.4697661	0.48632886	3.4697661	
Zn - As									
<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coeficiente	0.94191053								
Coeficiente	0.88719545								
R ² ajustado	0.85899431								
Error típico	0.38295937								
Observacion	6								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	1	4.61379264	4.61379264	31.4595624	0.00496357				
Residuos	4	0.58663151	0.14665788						
Total	5	5.20042415							
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>	
Intercepción	1.01816445	0.9661402	1.05384752	0.35140059	-1.66427078	3.70059968	-1.66427078	3.70059968	
Variable X 1	2.77971548	0.49559168	5.60888246	0.00496357	1.40373239	4.15569858	1.40373239	4.15569858	

Anexo 6 Prueba de flotación sin NaCN

