

*Universidad Nacional*  
*“José Faustino Sánchez Carrión”*



**“Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica”**

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**“ESTUDIO DE MINERALES POLIMETÁLICOS POR FLOTACIÓN  
PARA LA CONCENTRACIÓN Y VALORACIÓN DEL MINERAL”**

**“TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
METALURGICO”**

**Autor:**

**SHEYLA BRENDA BALDEON MORA**

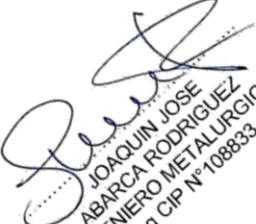
**Asesor:**

**M(o) JOAQUIN JOSE ABARCA RODRIGUEZ**

**C.I.P. N° 108833**

**Huacho - Perú**

**2022**

  
JOAQUIN JOSE  
ABARCA RODRIGUEZ  
INGENIERO METALURGICO  
Reg CIP N° 108833

# "ESTUDIO DE MINERALES POLIMETÁLICOS POR FLOTACIÓN PARA LA CONCENTRACIÓN Y VALORACIÓN DEL MINERAL"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	repository.uaeh.edu.mx Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

**“ESTUDIO DE MINERALES POLIMETÁLICOS POR FLOTACIÓN PARA  
LA CONCENTRACIÓN Y VALORACIÓN DEL MINERAL”**



Dr. Berardo Beder Ruiz Sánchez

Presidente



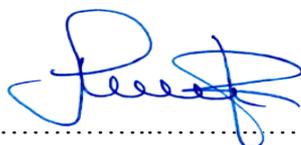
M(o). Víctor Raúl Coca Ramírez

Secretario



M(o). Jaime Imán Mendoza

Vocal



M(o). Joaquín José Abarca Rodríguez

Asesor

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria va dirigida a todos los que fueron un apoyo considerable e imprescindible en el transcurso de mi carrera y para el desarrollo posterior de esta tesis. Primeramente, a mis padres, que fueron el apoyo moral y espiritual necesario para continuar cuando las dificultades se presentaron.

A mi pareja Samuel ya que su apoyo fue fundamental y estuvo motivándome y apoyándome.

A mi hija Mía quien con su llegada se convirtió en mi motor e inspiración para lograr muchas metas.

Ya que sin ellos esto no hubiese podido ser posible.

Gracias

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia. Gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto.

Gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es Y lo justa que puede llegar a ser.

Gracias a mis padres por su apoyo incondicional y creer en mí.

Gracias A mi Asesor que fue mi guía y soporte intelectual en este proceso de investigación. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a si apoyo, lo complicado de lograr esta meta no se ha notado. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

## **PENSAMIENTO**

“No dejes que el ruido de las opiniones ajenas  
apague tu voz interna” (Steve Jobs)

## INDICEGENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
PENSAMIENTO .....	v
INDICEGENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURA .....	ix
ÍNDICE DE TABLA.....	x
ABREVIATURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXO .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	17
1.2 Formulación del Problema.....	17
1.2.1 Problema General.....	17
1.2.2 Problemas Específicos .....	17
1.3 Objetivos de la Investigación.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivo Específico.....	18
1.4 Justificación de la Investigación.....	18
1.5 Delimitación del Estudio .....	19

1.5.1.	Delimitación territorial.....	19
1.5.2.	Delimitación tiempo espacio.....	19
1.5.3.	Delimitación de recursos .....	19
1.6	Viabilidad del Estudio. ....	19
CAPITULO II MARCO TEORICO .....		20
2.1.	Antecedentes de la Investigación.....	20
2.1.1.	Investigación Internacional .....	20
2.1.2.	Investigación Nacional.....	21
2.2.	Bases Teóricas .....	23
2.2.1.	Molienda de minerales .....	23
2.2.2.	Flotación de minerales .....	23
2.2.3.	Reactivos de flotación de minerales .....	24
2.2.4.	Comercialización de minerales .....	26
2.3.	Definiciones conceptuales .....	27
2.4.	Hipótesis de la Investigación. ....	29
2.4.1.	Hipótesis General.....	29
2.4.2.	Hipótesis Específicos .....	29
2.5.	Operacionalización de Variables e Indicadores.....	30
CAPITULO III METODOLOGIA.....		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 .....	32
3.5. Matriz de Consistencia.....	33
CAPITULO IV RESULTADOS .....	34
4.1. Analisis de Resultados .....	34
4.1.1. Condiciones de las pruebas .....	34
4.1.2. Resultados .....	36
4.2. Contratación de hipótesis .....	48
4.2.1. Contratación de hipótesis general.....	48
4.2.2. Contratación de hipótesis específicos .....	52
CAPITULO V .....	60
DISCUSIÓN.....	60
5.1. Discusión de Resultados .....	60
CAPITULO VI.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
6.1. Conclusiones .....	62
6.2. Recomendaciones .....	63
CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACION .....	64
7.1. Fuentes Bibliográficas .....	64
ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Calidad de plata en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC .....	38
Figura 2 Recuperación de la plata en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC.....	39
Figura 3 Calidad del plomo en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC.....	40
Figura 4 Recuperación del plomo en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC.....	41
Figura 5 Calidad de zinc en el concentrado de zinc en relación molienda Z-11 A-404 MIBC .....	42
Figura 6 Recuperación del zinc en el concentrado de zinc en relación molienda Z-11 A-404 MIBC.....	43
Figura 7 Valorización del concentrado de plomo en relación de la calidad y recuperación plata y plomo. ....	45
Figura 8 Valorización del concentrado de zinc en relación de la calidad y recuperación del zinc .....	46
Figura 9 Valorización del mineral en relación al concentrado de plomo y zinc .....	47

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de las variables e indicadores .....	30
Tabla 2 Matriz de consistencia .....	33
Tabla 3 ley de cabeza.....	34
Tabla 4 Condiciones de las pruebas metalúrgicos.....	34
Tabla 5 Precio de los metales en el mercado .....	35
Tabla 6 Balance metalúrgico de la segunda prueba metalúrgica.....	36
Tabla 7 Resultados de las pruebas de metalúrgicas.....	37
Tabla 8 Valorización del concentrado de plomo, zinc y mineral.....	44
Tabla 9 Precio del concentrado de plomo, zinc y total.....	47
Tabla 10 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Ag en el concentrado Pb – flotación	48
Tabla 11 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Ag Flotación.....	49
Tabla 12 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Pb en el concentrado Pb – flotación	49
Tabla 13 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Pb. Flotación .....	49
Tabla 14 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Zn en el concentrado Zn – flotación	50
Tabla 15 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Zn Flotación.....	50
Tabla 16 Prueba Omnibus ANOVA para el valor de mineral – valor del concentrado .....	51
Tabla 17 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) el valor del concentrado- mineral.....	51
Tabla 18 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del zinc en el concentrado de zinc molienda .....	52
Tabla 19 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Zn molienda.....	52
Tabla 20 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad de la plata en el concentrado plomo molienda .....	53
Tabla 21 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Ag molienda .....	53

Tabla 22 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Pb en el concentrado de Pb molienda .....	53
Tabla 23 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Pb molienda.....	54
Tabla 24 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad de la plata(g/t) en el concentrado de plomo .....	55
Tabla 25 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Ag conc. Pb reactivo. ....	55
Tabla 26 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del plomo (%) en el concentrado de plomo .....	56
Tabla 27 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Pb conc. Pb reactivo .....	56
Tabla 28 Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del zinc (%) en el concentrado del zinc	57
Tabla 29 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Zn conc. Zn reactivo.....	57
Tabla 30 Prueba omnibus anova Valoración de concentrado de plomo (\$\$/t).....	58
Tabla 31 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) valoración del concentrado de Pb .....	58
Tabla 32 Prueba omnibus anova Valoración de concentrado de zinc (\$\$/t).....	59
Tabla 33 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) valoración del concentrado de Zn.....	59

**ABREVIATURAS**

g/t	Gramo por tonelada métrica
%	Porcentaje
SAC	Sociedad anónima cerrada
\$/t	Dólares americana por toneladas métricas
µm	Micra
pp.	Paginas
p.	Pagina
mm	Milímetro
g/L	Gramo por litro
t/m <sup>3</sup>	Tonelada métrica por metro cubica
g/cm <sup>3</sup>	Gramo por centímetro cubica
P(80)	Ochenta por ciento pasante en el producto

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Localización .....	68
Anexo 2 Instrumentos para la toma de datos .....	69
Anexo 3 Balance metalúrgicos de las 5 pruebas .....	70
Anexo 4 Resultado de las 5 pruebas realizadas.....	71
Anexo 5 Resultado de la valoración de concentrados de las 5 pruebas realizadas .....	71
Anexo 6 Valoración de los concentrados .....	72

## RESUMEN

La investigación tiene por objetivo evaluar el “estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral” realizado en el laboratorio de la planta concentradora Santa Rosa de Jangas por parte de la empresa Roval Concentrados SAC. Es un trabajo experimental donde se realizaron pruebas de molienda y flotación empleando Z-11(g/t), MIBC(g/t), A-404(g/t) para un mineral polimetálico de ley de cabeza de 6.00%Pb, 8.09%Zn y 3.01 onz/t de plata. Se realizaron 5 pruebas con diferente porcentaje pasante a la malla 200 con diferentes dosificaciones de colectores y espumantes. El precio del metal para su valoración es de 24.6 \$/onzas para la plata, 1836.50 \$/t para el plomo y 2450.40 \$/t para el zinc, para el balance y valoración a base de 120 toneladas métricas. Obteniendo el mejor resultado para las condiciones de 55% pasante a la malla 200, 15.47 g/t Z-11, 65.98 g/t MIBC, 34.88 g/t A-404 con ello se tiene 26.92 onz/t Ag, 54.89%Pb, 55.62%Zn con una recuperación de 80.05% Ag, 81.99% Pb, 82.00%Zn. Con una valoración de 2194.02 \$/t para el concentrado de plomo, 716.38\$/t para el zinc y 260.21 \$/t para el mineral. Llegando a una conclusión que la molienda(%200m), MIBC(g/t), A-404(g/t) influyen estadísticamente en la calidad de la plata y plomo en el concentrado de plomo y la calidad del zinc en el concentrado del zinc. Mientras que la valorización del concentrado de plomo y zinc influyen estadísticamente la valorización del mineral ya que el valor de p calculado es menor a 0.05.

Palabras claves: Concentración de plomo zinc, valorización de minerales, concentración y valorización de plomo zinc, flotación de menas de plomo zinc.

## ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the "study of polymetallic minerals by flotation for the concentration and valuation of the mineral" carried out in the laboratory of the Santa Rosa de Jangas concentrator plant by the company Roval Concentrados SAC. It is an experimental work where grinding and flotation tests were carried out using Z-11(g/t), MIBC(g/t), A-404(g/t) for a polymetallic ore with a head grade of 6.00% Pb, 8.09% Zn and 3.01 oz/t silver. Five tests were carried out with different percentages passing through the 200 mesh with different dosages of collectors and foaming agents. The price of the metal for its valuation is \$24.6/ounce for silver, \$1,836.50/t for lead and \$2,450.40/t for zinc, for the balance and valuation based on 120 metric tons. Obtaining the best result for the conditions of 55% passing through the 200 mesh, 15.47 g/t Z-11, 65.98 g/t MIBC, 34.88 g/t A-404, with this we have 26.92 oz/t Ag, 54.89%Pb, 55.62% Zn with a recovery of 80.05% Ag, 81.99% Pb, 82.00% Zn. With a valuation of \$2,194.02/t for lead concentrate, \$716.38/t for zinc and \$260.21/t for ore. Reaching a conclusion that grinding (% 200m), MIBC (g/ t), A-404 (g/ t) statistically influences the quality of silver and lead in the lead concentrate and the quality of zinc in the concentrate of zinc. While the valuation of the lead and zinc concentrate statistically influences the valuation of the ore since the calculated p value is less than 0.05.

Keywords: Concentration of lead zinc, recovery of minerals, concentration and recovery of lead zinc, flotation of lead zinc ores.

## INTRODUCCIÓN

En el presente “Estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral” se realizó con la finalidad elevar la concentración de plata, plomo y zinc mediante una liberación, flotación, posteriormente se realizó la valorización del concentrado de plomo, zinc y valorización del mineral para una compra del mineral su posterior tratamiento y su comercialización.

Los países en el mundo utilizan sus recursos para su desarrollo y generación de fuente de trabajo para su población y la inversión en su infraestructura y cumplimiento de los compromisos sociales de sus habitantes.

En América Latina todos los países utilizan sus recursos para la inversión de infraestructura y cumplimiento de las obligaciones sociales ya que son países en desarrollo por lo que es necesario valorizar sus recursos naturales para su comercialización.

Por lo que en el Perú es necesario el aprovechamiento de los minerales polimetálicos es una fuente de ingreso para incrementar la recaudación por parte del estado para ser invertido en educación, salud, construcción de vía de transporte, etc. Por otra parte, se genera fuente de trabajo para población de influencia de los proyectos. Por ello las empresas evaluar los métodos de extracción y concentración de los recursos minerales y su valorización para tener una proyección y poder financiar sus proyecto y crecimiento.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática.

### 1.2 Formulación del Problema.

#### 1.2.1 Problema General.

En el proceso de comercialización de concentrado de menas polimetálicos, es necesario realizar las pruebas de flotación de los minerales valiosos, para ver si es factible la flotación y la calidad del concentrado para poder ver la compra de los minerales y su procesamiento, en merito a ello se tiene la siguiente interrogante: ¿En qué medida el estudio de minerales polimetálicos por flotación nos permite obtener una concentración de calidad y su valoración del mineral?

#### 1.2.2 Problemas Específicos.

En las pruebas de flotación de los minerales que tienen interés comercial para su flotación influyen una serie de factores, para obtener un concentrado por flotación de calidad, para realizar una valoración dentro de ello para nuestro trabajo se tiene las siguientes interrogantes:

- a) ¿En qué medida influye la Molienda en la recuperación de menas de plomo, zinc y plata?
- b) ¿En qué medida los reactivos empleados en la flotación influyen en la calidad de concentrado de minas de plomo, zinc y plata?
- c) ¿En qué medida la calidad del concentrado por flotación de la mena de plomo, zinc y plata influyen en la valoración del mineral?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

En merito a la interrogante planteada sobre el estudio a realizar se tiene como objetivo: “Evaluar el estudio de minerales polimetálicos por flotación para obtener una concentración de calidad y su valoración del mineral”.

#### **1.3.2 Objetivo Específico.**

En el estudio a realizar, respecto a los variables que se tiene en consideración se tiene los siguientes objetivos:

- a) Evaluar la influencia de la molienda en la recuperación de menas de plomo, zinc y plata.
- b) Evaluar los reactivos empleados en la flotación que influyen en la calidad de concentrado de minas de plomo, zinc y plata.
- c) Evaluar la calidad del concentrado por flotación de la mena de plomo, zinc y plata como influyen en la valoración del mineral.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

El presente trabajo sobre, estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral del mineral, permite ver el valor del mineral si es necesario su extracción y la calidad del concentrado a obtener por el proceso de flotación y la recuperación.

El estudio a realizar es un estudio experimental aplicativo, que permite emplear en la valoración de los minerales en el momento de la comercialización, que será empleado por los mineros artesanales y los benéficos económicos influyen a la sociedad de su influencia. Para realizar el presente estudio se cuenta con la información teórico practico que permite realizar el estudio.

Se tiene el apoyo por parte de la empresa privada para llevar a cabo el estudio.

## **1.5 Delimitación del Estudio**

### **1.5.1. Delimitación territorial.**

El laboratorio donde se realizarán las pruebas de flotación, perteneciente a la Planta concentrado Santa Rosa de Jangas, se encuentra ubicado en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Con coordenadas geográfica Latitud: 9° 23' 38.14" S Longitud: 77° 34' 56.04" W a una altitud de 2950 msnm.

### **1.5.2. Delimitación tiempo espacio.**

En presente estudio se llevará a cabo durante el 2021 durante los meses de enero a diciembre las pruebas experimentales y el procesamiento de la información y su trámite por la coyuntura del covid 19.

### **1.5.3. Delimitación de recursos.**

Las limitaciones de recursos que más aqueja en esta coyuntura por la covid 19 es el laboratorio para realizar las pruebas y los análisis de las pruebas, lo que serán cubierto por la empresa Roval concentrados SAC.

## **1.6 Viabilidad del Estudio.**

El estudio sobre el “estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral del mineral” tiene por finalidad darle un camino para que los mineros artesanales pueden valorar los minerales, que tienen en sus concesiones y poder comercializarlos. De acuerdo la coyuntura que la humanidad está pasando por la covid 19, es necesario realizar un estudio más profundo para ver si es comercial o no, por otra parte, ver la subida de los metales que juegan a favor. Los resultados obtenidos de la investigación permitirán como información para futuras trabajos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1. Investigación Internacional.**

Sandoval (2020) en su investigación respecto a la " Propuesta técnica para el procesamiento mineral polimetálico proveniente de la Región de Coquimbo" publicado por la Universidad Andrés Bello Chile. Es un estudio no experimental. Concluye que la mejor alternativa es la flotación bulk cobre plomo, con una separación posterior de plomo con una depresión de cobre mediante el cianuro de sodio. Descartando el zinc junto con el relave para su posterior tratamiento. Respecto al zinc no se tiene un estudio concluyente.

Guanuchi (2020) en su trabajo "Recuperación de metales por flotación de relaves auríferos en la sociedad civil minera "goldmins" ubicada en el cantón Zaruma" publicado por la Universidad Técnica de Machala. Es un trabajo experimental. Los resultados obtenidos que tiene mejor influencia son con el uso DT-404, Z-6, F-350 y  $\text{CuSO}_4$  con ello se obtuvo 87% de recuperación de plomo y 74% de zinc. Con los resultados obtenidos se evaluaron mediante la cinética la recuperación con el modelo clásico y modelo de segundo orden. Concluyendo que el empleo de los dos modelos no tiene una variación por lo que los dos modelos se pueden emplear para calcular la constancia de flotación.

Reyes, y otros (2020) en su trabajo "El papel depresor del pH durante la flotación sin colector de mineral de galena". Concluye que la recuperación del sulfuro de plomo sin colector, descende con el incremento del pH y la disminución de la potencia de la pulpa, debido que la superficie del mineral adquiere un ambiente básico(alcalino). Por lo que el pH de la pulpa influye significativamente en la depresión de la galena en un estado neutro y alcalina. Mientras

que en un pH ligeramente acida se activa la superficie de la galena con un 75% en peso en periodo de 10 minutos (p.60).

### **2.1.2. Investigación Nacional.**

Santos (2018) en su trabajo sobre “Evaluación de la recuperación de cobre por flotación de minerales del yacimiento Caolín - 2017”, publicado en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Perú. Es una investigación experimental, con una ley de cabeza de 2.66% de cobre, con una liberación del 60% pasante a la malla 200 y pH de 7.5. El resultado obtenido se tiene una calidad de cobre entre 23.3% a 27.2% de cobre con recuperación de 70.92% a 81.55%. concluyendo que la recuperación y calidad del concentrado de cobre tiene valor comercial con una ley de cabeza adecuada para un tratamiento a pequeña escala (pp. 56-59).

Ramos y Orihuela (2017) en su investigación respecto la “Caracterización y evaluación de pruebas metalúrgicas de flotación de un mineral complejo polimetálico del distrito de Palca – Huancavelica” realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú. El trabajo realizado es una investigación experimental para ello se tiene una ley de cabeza de plomo 0.96%, zinc 3.13%, hierro 12.35%, cobre 0.27% y plata 72.8 g/t. Los resultados obtenidos de las pruebas en el concentrado respectivo se tienen 37.40% de plomo, 7.65% de cobre, 2494.48 g/t de plata. Con una recuperación de 86.12% Pb, 66.12% Cu, 74.32% Ag. Mientras que para el zinc se tiene 55.80% ley de zinc con una recuperación del 87.59%. Concluyendo que en la flotación bulk el P(80) 100  $\mu\text{m}$  a un pH 8.5 en 6 minutos y en la limpieza P(80) 35  $\mu\text{m}$  a un pH 9. Mientras que en el circuito a un pH 11.0 en 8 minutos y en la limpieza de zinc P(80) 45  $\mu\text{m}$  a un pH 11.5(pp.121-122).

Huallpa (2018) en su investigación sobre “Concentración por flotación de minerales sulfurados: plata, plomo, cobre, zinc y oro en minerales polimetálicos” publicado por la Universidad Nacional de ingeniería Perú. Es una investigación experimental se realiza con una liberación pasante a la malla 200 entre 60% a 65%. El resultado obtenido mejor resultado es a

60% pasante a la malla 200, en la separación de cobre plomo, se empleó el dicromato de potasio con CMC, almidón y fosfato monosódico obteniendo un concentrado de calidad comercial. El empleo de Split factor para simulación de obtuvo similar a las pruebas de laboratorio. Concluyendo que la liberación y el uso de los depresores es importante para obtener un concentrado de calidad y la recuperación y el emplear un modelo matemático permite predecir la calidad y recuperación de los minerales en el proceso de flotación de los minerales.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Molienda de minerales.**

La molienda es la última etapa de la liberación de minerales, los minerales que ingresan al molino en un rango de 5 – 250 mm, se reducen a 10 – 300  $\mu\text{m}$  (Wills, 1988). El producto obtenido que pase al siguiente proceso de concentración de minerales por gravimetría, flotación y la lixiviación mediante el empleo de reactivos químicos o biolixiviación.

Los pasos para la reducción del mineral se pasan primero por el circuito de chancado donde el mineral que ingrese en bloques se reduce en promedio de para un proceso convencional menor a  $\frac{3}{4}$ ", posteriormente pasa al circuito de molienda donde el mineral es reducido a un tamaño requerido en el siguiente proceso en caso de la flotación tiene un promedio de 180  $\mu\text{m}$  (Arrau, 2006).

El proceso de molienda de minerales en húmedo se quiere tener en consideración ciertos variables que interviene en el proceso de liberación de los minerales estos son: porcentaje de sólidos, tiempo, granulometría del mineral que ingresa, carga de medio moledora, velocidad de operación del molino, etc., son los factores que nos permite obtener una liberación adecuado de los minerales asociados (Chia & Currie, 1984).

### **2.2.2. Flotación de minerales.**

La flotación de los minerales es un proceso fisicoquímico e hidrodinámico, donde los minerales para el proceso de flotación es necesario aprovechas sus propiedades hidrofóbicos e hidrofílicas, para el proceso de flotación debe existir tres fases líquido, sólido y gas donde el mineral debe se atraído por las burbujas de aire para ello debe de ser repelente al agua es decir hidrofóbico, para ello es necesario emplear reactivos que cambien las superficie del mineral para ser recopilado por las burbujas y puedan ser flotadas y conducidas a la parte superior (Azañero, 2016).

En el proceso de flotación de los minerales juegan un conjunto de variables para que ocurra una flotación adecuada de los minerales de interés, entre los más importante se puede mencionar densidad de pulpa, reactivos, agitación, tiempo, pH de pulpa, aireación, calidad de agua, granulometría, nivel de espuma, etc (Porras, 1997).

La densidad de pulpa de los minerales en la flotación varía entre 15% a 40% de sólidos, la densidad de pulpa alta se emplea para la flotación primaria y con leyes altos, mientras que una baja densidad se emplea para minerales de baja ley y en el circuito de limpieza (Arrau, 2006).

La granulometría del mineral es importante este está vinculado en la propiedad de la superficie del mineral, en el caso de la flotación de los minerales sulfurados el tamaño promedio en celdas mecánicas esta entre 50 a 100  $\mu\text{m}$ , mientras que las partículas finas producen lamas que son perjudicial en la flotación de minerales. Por qué se busca un tamaño de partículas optimas que permita adherirse a las burbujas y que sean hidrodinámico en el proceso de separación y evacuación las burbujas cargadas de mineral (Yanatos, 2005).

### **2.2.3. Reactivos de flotación de minerales.**

Los reactivos en el proceso de flotación cumplen un papel importante, son los que nos permitirá cambiar las propiedades de los minerales y de la pulpa, permitirá que la superficie de los minerales cambie a hidrofóbicos o hidrofílicos, el pH de la pulpa sea acida, básica o neutra, la agrupación de las partículas para luego, etc. Los reactivos empleados en el proceso de flotación se tiene colectores, espumantes, modificadores, etc.

- a) **Colectores:** son los reactivos que permite cubrir la superficie del mineral y cambiar la particular del mineral en hidrofóbicos, para luego ser captado por la burbuja del mineral. Entre los colectores más empleados se tiene los xantatos, ditiocarbonato, ditiofosfato, dixantogeno, etc (Cytec, 2002).

Los colectores más empleados en el medio se tiene Z-6, Z-11, A-3418, A-404, A-208, A-31, etc (Cytec, 2002).

- b) **Espumantes:** La función primordial de los espumantes es darles la estabilidad a las espumas, cumplen la recolección y transporte de los minerales sulfurados valiosos a la parte superior de las celdas de flotación y su posterior evacuación (Sutulov, 1963).

Los espumantes empleados en el proceso de flotación en el medio son MIBC, aceite de pino, F-70, D-250, etc (Sutulov, 1963).

**Modificadores:** Los reactivos modificadores, permite modificar el medio y la superficie del mineral con la finalidad prepara al mineral para ser adsorbido o desorción de los reactivos, para crear las condiciones adecuadas del medio de la pulpa para una flotación de los minerales. Entre ellos tenemos activadores, depresores, modificadores de pH, etc (Bulatovic, 2007).

**Activadores:** Los reactivos activadores cumple la función de modificar la superficie del mineral, es decir permite que se haga hidrofóbica al particular del mineral con la finalidad de aumentar su flotabilidad. Entre los reactivos tenemos, sulfato de cobre, nitrato de plomo, NaSH, NaS<sub>2</sub>, etc (Azañero, 2016).

**Depresores:** Son reactivos que permite cambiar la superficie del mineral sea hidrofílico, con la finalidad de impedir su flotación de los minerales no deseados. Entre los reactivos más empleados en el medio se tiene cianuro de sodio, bisulfito de sodio, oxido de cal, dicromato de potasio, etc (Sutulov, 1963).

**Modificadores de pH:** Los reactivos que permite aumentar o disminuir la presencia de H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>, con ello se puede cambiar al estado acido y básico de la pulpa. Los reactivos más empleados se tienen oxido de cal, hidróxido de sodio, carbonato de sodio, ácido sulfúrico, etc. (Azañero, 2016).

#### **2.2.4. Comercialización de minerales.**

La comercialización de los minerales está en función de una visión del mercado, producción y consumo de los metales de la demanda y oferta. La comercialización depende del precio de los metales como cobre, zinc, plomo, oro, plata, etc. Los factores que intervienen para la comercialización de los minerales se tienen que considerar como el precio de extracción, proceso, transporte, derechos de pago tanto social, permiso, etc (LATIZA).

En la comercialización de los minerales depende del aprovechamiento del producto, la producción, venta directo o indirecto, entrega adecuada, entrega oportuna y logística (LATIZA).

**Mercado de minerales y metales:** El mercado existente para la comercialización de los metales se tiene china, EEUU, la comunidad europea, japon, la región sudamericana (LATIZA).

**Principales elementos que se considera en los contratos de comercialización de los minerales:** Los componentes que se consideran en la comercialización de los minerales se tiene la cantidad, calidad, embarque, entrega, precio, pago por contenido pagables, gasto de transporte y escalamiento, penalidades, etc (Sotomayor, 2018).

### 2.3. Definiciones conceptuales.

- **Calidad:** Es la valorización de los elementos metálicos en relación al concentrado obtenido de la flotación de minerales.
- **Comercialización de minerales:** Es la venta de un mineral que tiene un valor económico en el mercado como minerales de cobre, plomo, zinc, plata, oro, etc.
- **Concentrado:** Es el resultado de la separación por flotación de los minerales que tiene interés económico de la ganga, que fue obtenido mediante las espumas en una celda de flotación.
- **Densidad de pulpa:** Es la relación matemática entre el peso de la pulpa en relación del volumen de la pulpa en g/L, t/m<sup>3</sup>, g/cm<sup>3</sup>, etc.
- **Menas de cobre:** Las más comunes calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>), bornita (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>), covelita (CuS), etc.
- **Menas de plata:** Las más comunes se tiene la tetraedrita((Cu,Fe,Ag)Sb<sub>4</sub>S<sub>3</sub>), argentita (Ag<sub>2</sub>S).
- **Menas de plomo:** Las más comunes se tiene sulfuro de plomo (galena, PbS), cerusita (PbCO<sub>3</sub>).
- **Menas de zinc:** Las menas más comunes blenda o esfalerita (ZnS), marmatita((ZnFe)S).
- **Menas:** Es el mineral que se encuentra en los naturales compuestos de dos a más elementos metálicos y no metálicos, en un estado sulfurado, óxidos, etc.
- **Molienda:** Es la liberación de minerales mediante un molino que es girado por un motor, que contiene en el interior mineral, agua y bolas.
- **Pulpa:** Es la mezcla de mineral más aguas.
- **Reactivo:** Son sustancias químicas inorgánicas y orgánicas que se emplea en la flotación de los minerales que cumple una función específica. Colectores, depresores, espumantes, activadores, etc.

- **Recuperación:** Es una relación matemática donde se relaciona lo que se obtiene en relación a lo que tenías antes de ingresar a un proceso de concentración de los minerales mediante la técnica de flotación.
- **Valorización:** Es una forma de darle valor económico a los minerales que se encuentran en la corteza, donde se incluye el procesamiento para elevar la calidad, transporte, extracción, etc.

## **2.4. Hipótesis de la Investigación.**

### **2.4.1. Hipótesis General.**

Realizando un estudio de minerales polimetálicos por flotación, nos permite obtener una concentración de calidad y su valorización del mineral.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos.**

Con una molienda adecuada para la liberación de los componentes mineralizados, nos permitirá una recuperación optima de plomo, zinc y plata.

Con una dosificación adecuada de los reactivos empleados en la flotación, nos permitirá obtener un concentrado de calidad de las menas de plomo, zinc y plata.

La calidad del concentrado obtenido por flotación de plomo, zinc y plata, nos permitirá una valorización optima del mineral.

## 2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.

*Tabla 1*  
*Operacionalización de las variables e indicadores*

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
<b>Independiente</b>			
Estudio de minerales polimetálicos.	Consiste en realizar las pruebas de laboratorio, con la finalidad de buscar los parámetros que nos conducen a obtener un concentrado y recuperación adecuada de las menas de interés como plomo, zinc y plata.	Factor	- Molienda - Reactivos. - Calidad de concentrado.
<b>Dependiente</b>			
Concentrado de calidad y valorización del mineral	Es el resultado del proceso de flotación de minerales para elevar la pureza de menas de plomo, zinc y plata, con la finalidad de valorizar el precio del mineral a tratar.	Rango	- Recuperación - Calidad - Valorización
<b>Intervinientes</b>			
			- Tiempo. - Agitación. - Calidad de agua. - pH. - Densidad de pulpa. - Etc.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Diseño Metodológico.**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación.**

El trabajo a realizar sobre el estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, es una investigación aplicada, la información recopilada de las pruebas experimentales se aplicará a la realidad, para la comercialización el mineral en estudio (Carrasco, 2019).

##### **3.1.2. Nivel de Investigación.**

Respecto al nivel de estudio sobre el estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, es un nivel explicativo, el estudio permitirá demostrar el costo del mineral en estudio.

##### **3.1.3. Diseño de la Investigación.**

El diseño de la investigación sobre estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, es un diseño experimental, ya que se realizará las pruebas de laboratorio con la finalidad de ver si el mineral es tratable y rentable económicamente (Silvestre & Huamán, 2019).

##### **3.1.4. Enfoque de la Investigación.**

Respecto al enfoque de la investigación del estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, es un enfoque mixto, ya que se emplearán la parte cualitativa y la cuantitativa en el estudio de las pruebas experimentales y su costo del mineral (Palella & Martins, 2012).

### **3.2. Población y Muestra.**

#### **3.2.1. Población de la Investigación.**

La población del mineral en estudio, es el mineral de la concesión de la empresa Roval Concentrados SAC. Ubicado en el departamento de Ancash, provincia de Carhuaz.

#### **3.2.2. Muestra de la Investigación.**

La muestra para investigación se extraerá de la concesión de la empresa Roval Concentrados SAC, por estratificación aproximadamente 200 kilogramos de los cuales se llevarán al laboratorio y se realizarán el chancado y clasificación por la malla 10. El producto del mineral pasante a la malla 10 se cuartera y se sacaran muestras de 1000 gramos para las pruebas experimentales.

### **3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

#### **3.3.1. Técnicas a Emplear.**

En el trabajo a realizar sobre estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, se emplearán la técnica de la observación, ya que se realizarán pruebas experimentales en el laboratorio, los cuales se extraerán la información para luego ser empleado para su análisis y su procesamiento.

#### **3.3.2. Descripción de los Instrumentos.**

Los instrumentos empleados en el estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, se emplearán la lista de cotejo con la finalidad de registrar los datos obtenidos de las pruebas experimentales (Palella & Martins, 2012).

### **3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.**

En el procesamiento de la información de estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, se emplearán la matemática estadística para procesar la información obtenida de las pruebas experimentales mediante tablas, figuras, análisis de las variables para contrastar la hipótesis (Palella & Martins, 2012).

### 3.5. Matriz de Consistencia.

Tabla 2  
Matriz de consistencia.

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión	Metodología
Generales	- ¿En qué medida el estudio de minerales polimetálicos por flotación nos permite obtener una concentración de calidad y su valoración del mineral?	- “Evaluar el estudio de minerales polimetálicos por flotación para obtener una concentración de calidad y su valoración del mineral”	Realizando un estudio de minerales polimetálicos por flotación, nos permite obtener una concentración de calidad y su valoración del mineral.	<u>Independiente</u> • Estudio de minerales polimetálicos.	<b>Factor</b>	<u>Tipo de investigación:</u> Aplicada
				<u>Dependiente.</u> Concentrado de calidad y valorización del mineral	<b>Rango</b>	<u>Nivel de Investigación:</u> explicativo
Específico	¿En qué medida influye la Molienda en la recuperación de menas de plomo, zinc y plata?	Evaluar la influencia de la molienda en la recuperación de menas de plomo, zinc y plata.	Con una molienda adecuada para la liberación de los componentes mineralizados, nos permitirá una recuperación optima de plomo, zinc y plata.	<u>Independiente</u> - Molienda	<b>Factor</b>	<u>Diseño de Investigación:</u> experimental
				<u>Dependiente.</u> - Recuperación	<b>Rango</b>	<u>Enfoque de Investigación:</u> Mixto
	¿En qué medida los reactivos empleados en la flotación influyen en la calidad de concentrado de minas de plomo, zinc y plata?	Evaluar los reactivos empleados en la flotación que influyen en la calidad de concentrado de minas de plomo, zinc y plata.	Con una dosificación adecuada de los reactivos empleados en la flotación, nos permitirá obtener un concentrado de calidad de las menas de plomo, zinc y plata.	<u>Independiente</u> - Dosificación	<b>Factor</b>	<u>Población:</u> ___ Venta concesión. <u>Muestra:</u> 200 kg de mineral.
				<u>Dependiente.</u> - Calidad de concentrado	<b>Rango</b>	<u>Técnica Recolección Datos:</u> Observación
	¿En qué medida la calidad del concentrado por flotación de la mena de plomo, zinc y plata influyen en la valoración del mineral?	Evaluar la calidad del concentrado por flotación de la mena de plomo, zinc y plata como influyen en la valoración del mineral.	La calidad del concentrado obtenido por flotación de plomo, zinc y plata, nos permitirá una valorización optima del mineral.	<u>Independiente</u> - Concentrado	<b>Factor</b>	<u>Técnica Procesamiento Información:</u>
				<u>Dependiente.</u> - Valorización	<b>Rango</b>	Matemática - Estadístico

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Analisis de Resultados.

##### 4.1.1. Condiciones de las pruebas.

###### a) Análisis de minerales.

El análisis se realizó en el laboratorio TECMA tecnología minera ambiental S.A.

*Tabla 3*

*ley de cabeza*

Ag onz/t	Au onz/t	% Pb	% Zn
3,01	0,00	6,00	8,09

En la tabla 3 la ley de cabeza promedio para las pruebas de metalúrgicos se tiene 3 onz/t de plata, 6% de plomo, 8.09% de zinc fuente laboratorio TECMA tecnología minera ambiental S.A.

###### b) Condiciones de las pruebas metalúrgicas.

Las condiciones para las pruebas metalúrgicas realizado en el laboratorio de la planta concentradora Jangas se describe en la tabla 4.

*Tabla 4*

*Condiciones de las pruebas metalúrgicos*

N°	Molienda %-200m	Z-11 (g/t)	MIBC (g/t)	A-404 (g/t)
1	52,00	18,78	67,23	38,25
2	55,00	15,47	65,98	34,88
3	58,00	21,21	57,23	31,56
4	59,00	17,21	55,23	36,12
5	56,50	16,25	61,61	35,73

En la tabla 4 se realizaron 5 pruebas con las siguientes condiciones con una molienda pasante del 52% a la malla 200 con Z-11 18.78 g/t, MIBC 67.23 g/t, A-404 38.25 g/t. En la segunda prueba con una molienda pasante del 55% a la malla 200 con Z-11 15.47 g/t, MIBC 65.98 g/t, A-404 34.88 g/t. En la tercera prueba con una molienda pasante del 58% a la malla 200 con Z-11 21.21 g/t, MIBC 57.23 g/t, A-404 31.56 g/t. En la cuarta prueba con una molienda pasante del 59.5% a la malla 200 con Z-11 17.21 g/t, MIBC 55.23 g/t, A-404 36.12 g/t. En la quinta prueba con una molienda pasante del 56.5% a la malla 200 con Z-11 16.25 g/t, MIBC 61.61 g/t, A-404 35.73 g/t.

c) **Precio de metales.**

*Tabla 5*  
*Precio de los metales en el mercado*

Elemento	U\$\$	Unidad
Silver	<b>24,6</b>	\$/onz
Gold	<b>1.936,8</b>	\$/onz
Lead	<b>1.836,5</b>	\$/t
Zinc	<b>2.450,4</b>	\$/t

De la tabla 5 el precio de la plata es de 24.6 \$/onz, oro 1936.8 \$/onz, plomo 1836.5 \$/t, zinc 2450.4 \$/t.

#### 4.1.2. Resultados.

El balance metalúrgico de la que segunda prueba metalúrgica se detalla en la tabla 6 que a continuación se detalla, mientras que las pruebas 1, 3, 4 y 5 se detalla en anexo.

Tabla 6

*Balance metalúrgico de la segunda prueba metalúrgica*

Producto	Ton. Métr.	Leyes			Con metálico			Distribución			
		%Pb	%Zn	onz/t Ag	Pb(t)	Zn(t)	Ag (onz)	Pb	Zn	Ag	Rc
Cabeza	120,00	6,00	8,09	3,01	7,20	9,71	361,65	100	100	100	
Conc. Pb	10,75	54,89	9,19	26,92	5,90	0,99	289,51	81,99	10,18	80,05	11,16
Conc. Zn	14,31	1,50	55,62	3,25	0,21	7,96	46,51	2,98	82,00	12,86	8,38
Relave	94,93	1,14	0,80	0,27	1,08	0,76	25,63	15,03	7,82	7,09	
Cab.Calc.	120,00	6,00	8,09	3,01	7,20	9,71	361,65	100	100	100	

En la tabla 6 Para una ley de cabeza de 6% de plomo, 8.09% de zinc y 3.01 onz/t de plata, la calidad del concentrado de plomo se tiene 26.92 onz/t de plata, 5489% de plomo y 9.19% de zinc con una recuperación del 80.05% de plata, 81.99% de plomo y 10.18% de desplazamiento de zinc al plomo. Mientras que el concentrado de zinc se tiene una calidad de 55.62% zinc con una recuperación de 82% con un desplazamiento de 2.98% de plomo y 12.86% de plata. En el relave se tiene 1.14% de plomo, 0.80% de zinc y 0.27 onz/t de plata que representa el 15.03% de plomo, 7.82% de zinc y 7.09% de plata en relación a los elementos que ingres al proceso.

Tabla 7

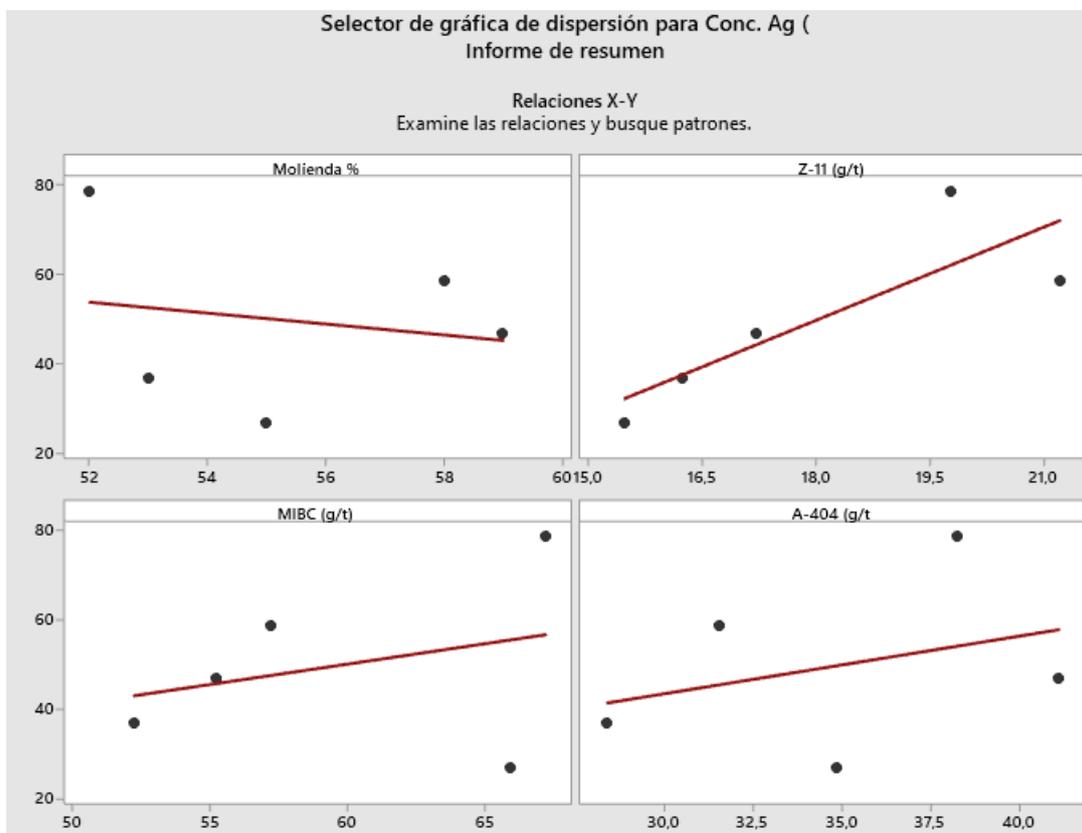
## Resultados de las pruebas de metalúrgicas

Nº	Molienda %-200m	Z-11 (g/t)	MIBC (g/t)	A-404 (g/t)	Conc. Ag (onz/t)	Conc. Pb(%)	Conc. Zn(%)	Recup. Ag	Recup. Pb	Recup. Zn
1	52,00	18,78	67,23	38,25	78,86	57,45	55,62	74,15	77,95	79,57
2	55,00	15,47	65,98	34,88	26,92	54,89	55,62	80,05	81,99	82,00
3	58,00	21,21	57,23	31,56	58,90	55,45	58,20	71,83	78,02	78,48
4	59,00	17,21	55,23	36,12	46,86	56,12	57,32	75,04	75,81	79,11
5	56,50	16,25	61,61	35,73	36,87	55,52	56,25	68,34	71,33	80,50

En la tabla 7 el mejor calidad de concentrado se tiene en la primera prueba con 52% pasante a la malla 200 con 18.78 g/t Z-11, 6723 g/t de MIBC, 38.25 g/t A-404 opteniendo 78.86 onz/t plata, 57.45% de plomo, mientras que el zinc se tiene en la prueba 3 del 58.20% Zn de calidad con 58% pasante a la malla 200, 21.21 g/t Z-11, 57.23 g/t MIBC y 31.56 g/t A-404. Mientras que la mejor recuperación se tiene en la prueba 2 con una recuperación de 80.05% de plata, 81.99% de plomo y 82% de zinc para las condiciones del 55% pasante a la malla 200, 15.47 g/t Z-11, 65.98 g/t MIBC, 34.88g/t A-404.

Figura 1

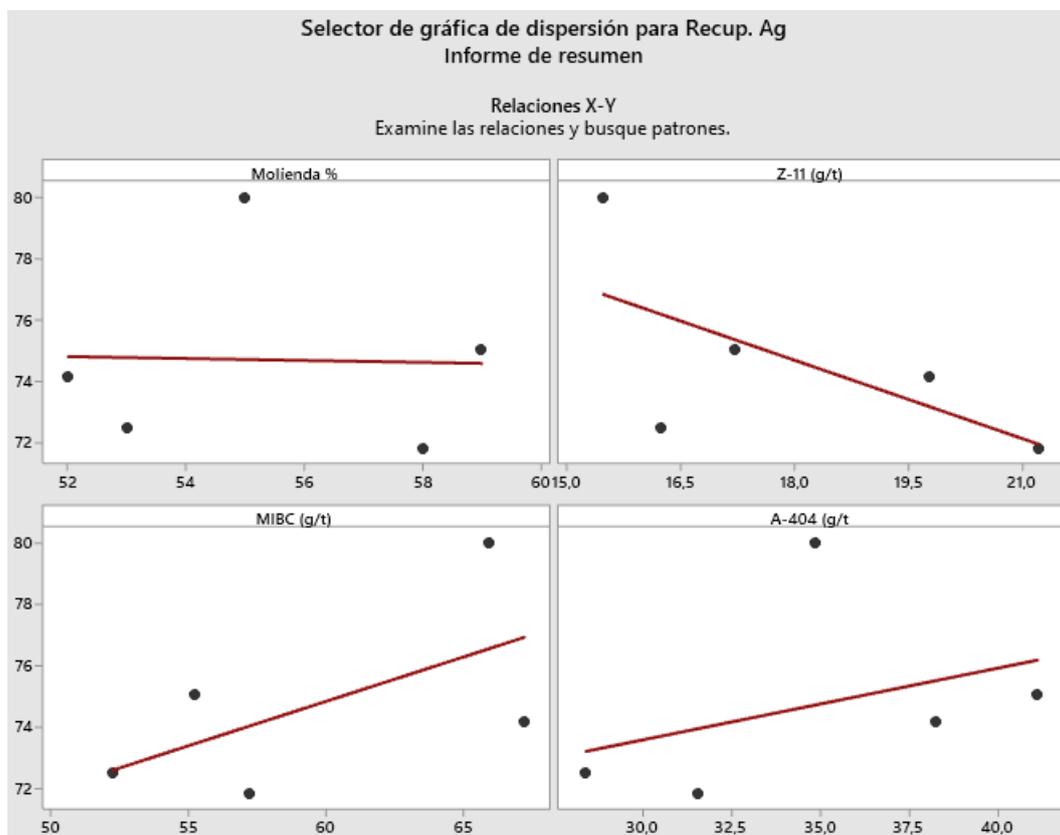
Calidad de plata en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC



En la figura 1 la calidad de la plata en relación a la molienda tiende a decrecer a medida que se va liberando, mientras que el incremento de la dosificación de Z-11(g/t) se incrementa la ley de la plata en el concentrado del plomo obteniendo mayor significancia respecto a los otras variables en estudio, para A-404 (g/t) tiende a mejorar la calidad de la plata a medida que se incrementado la dosificación, el MIBC (g/t) a medida que se incrementa la dosificación se incrementa la calidad de la ley de plata en el concentrado de plomo.

Figura 2

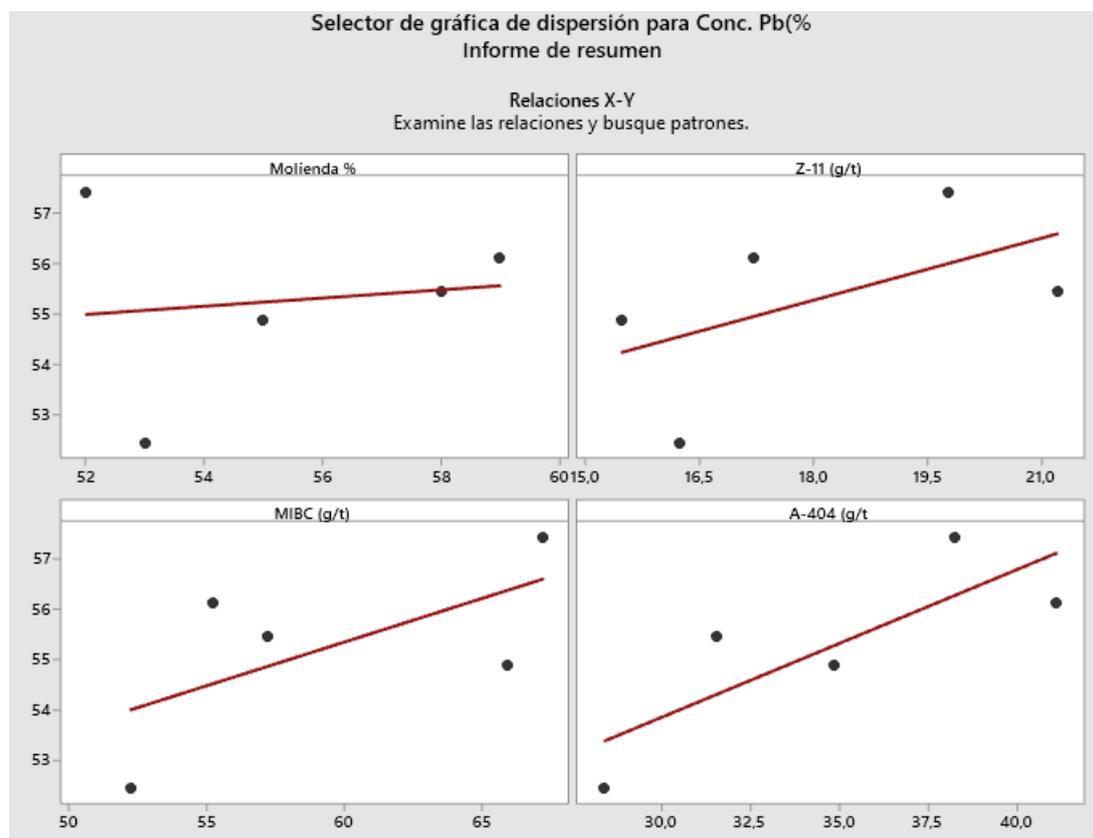
Recuperación de la plata en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC



En la figura 2 la molienda a medida incrementa la liberación influye ligeramente en la recuperación de la plata en el concentrado del plomo, el A-404(g/t) y MIBC(/t) a medida que se incrementa la dosificación la recuperación de la plata aumenta, mientras que el incremento de la dosificación de Z-11(g/t) la recuperación tiende a decrecer.

Figura 3

Calidad del plomo en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404 MIBC

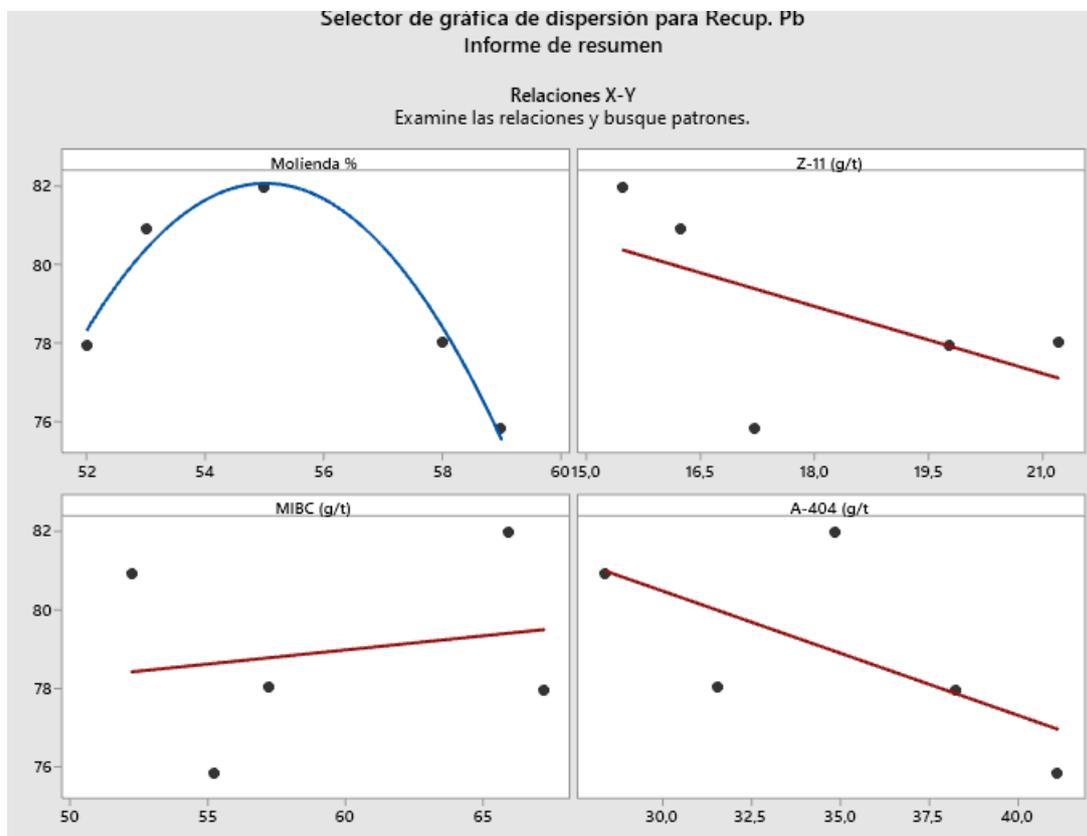


En la figura 3 la calidad del plomo en el concentrado del plomo en relación a la molienda(%-200m), Z-11(g/t), A-404(g/t), MIBC(g/t) tiende a crecer a medida que se incrementa la liberación y la dosificación de los colectores y espumantes con mayor influencia el A-404(g/t).

Figura 4

Recuperación del plomo en el concentrado de plomo en relación molienda Z-11 A-404

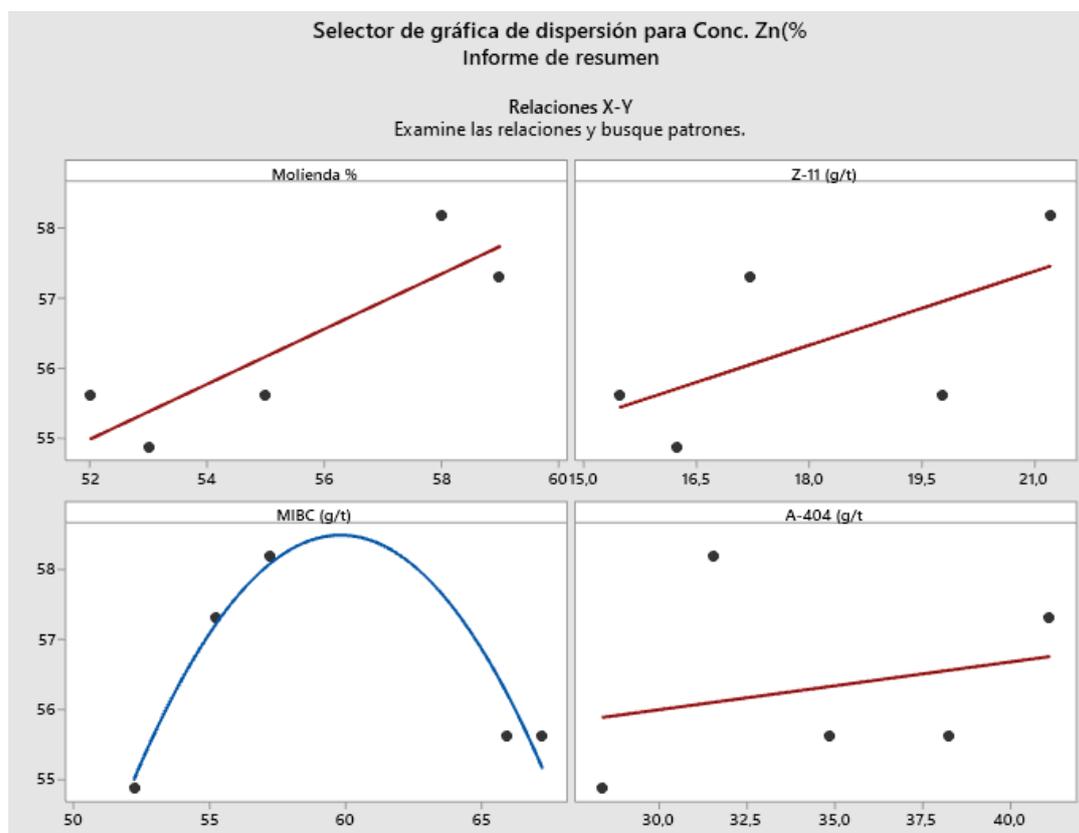
MIBC



En la figura 4 la recuperación del plomo en el concentrado del plomo se incrementa a medida que se aumenta la dosificación del MIBC(g/t) del mismo modo la liberación crece la recuperación a medida que se incrementa la liberación luego decrece dráticamente la recuperación del plomo mientras que con la dosificación de los colectores Z-11(g/t) y A-404(g/t) a medida que se incrementa la dosificación decrece la recuperación del plomo en el concentrado del plomo.

Figura 5

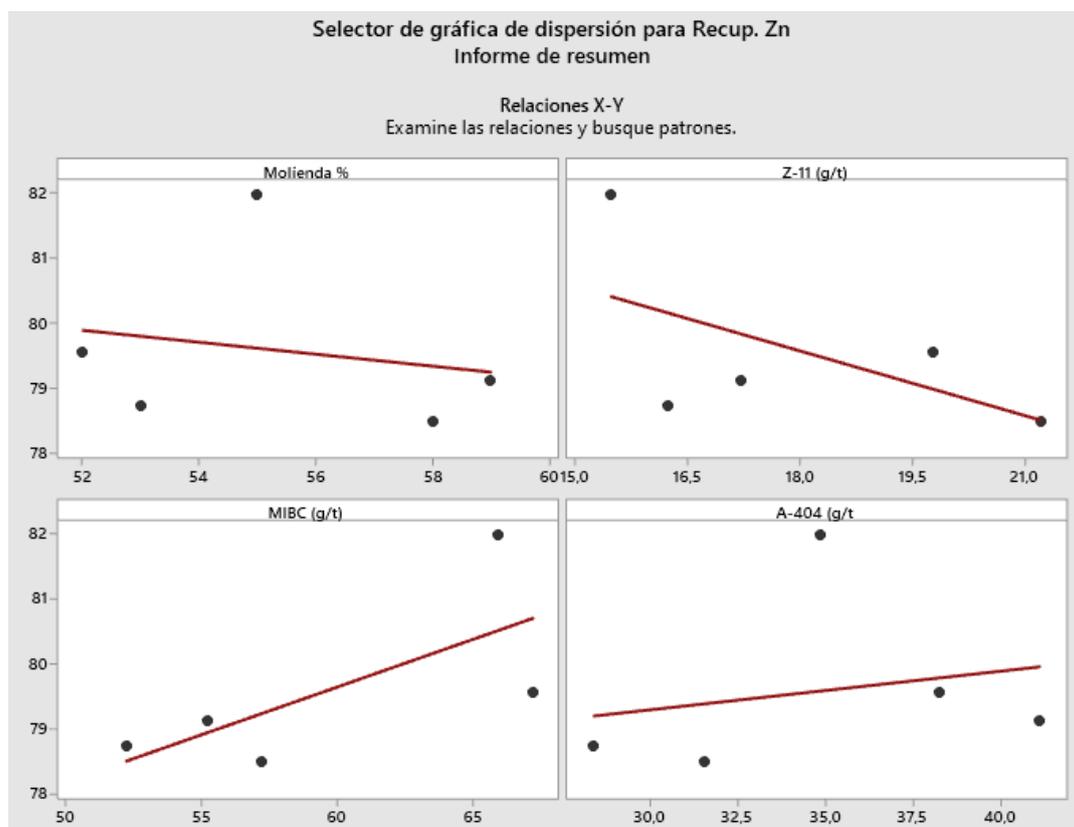
Calidad de zinc en el concentrado de zinc en relación molienda Z-11 A-404 MIBC



En la figura 5 la calidad del zinc en el concentrado del zinc el incremento de la liberación(% - 200m), dosificación de Z-11(g/t) y A-404(g/t) se incrementa la calidad del zinc, mientras que la dosificación del espumante MIBC se incrementa la calidad del zinc luego decrece drásticamente la calidad del zinc.

Figura 6

Recuperación del zinc en el concentrado de zinc en relación molienda Z-11 A-404 MIBC



En la figura 6 la molienda (%-200m) y Z-11(g/t) a medida que se incrementa la molienda y liberación decrece la recuperación del zinc en el concentrado del zinc, mientras que a medida que se incrementa la dosificación de A-404(g/t) y MIBC (g/t) la recuperación del zinc tiende a crecer con mayor influencia el espumante MIBC(g/t) en comparación del A-404(g/t).

Tabla 8

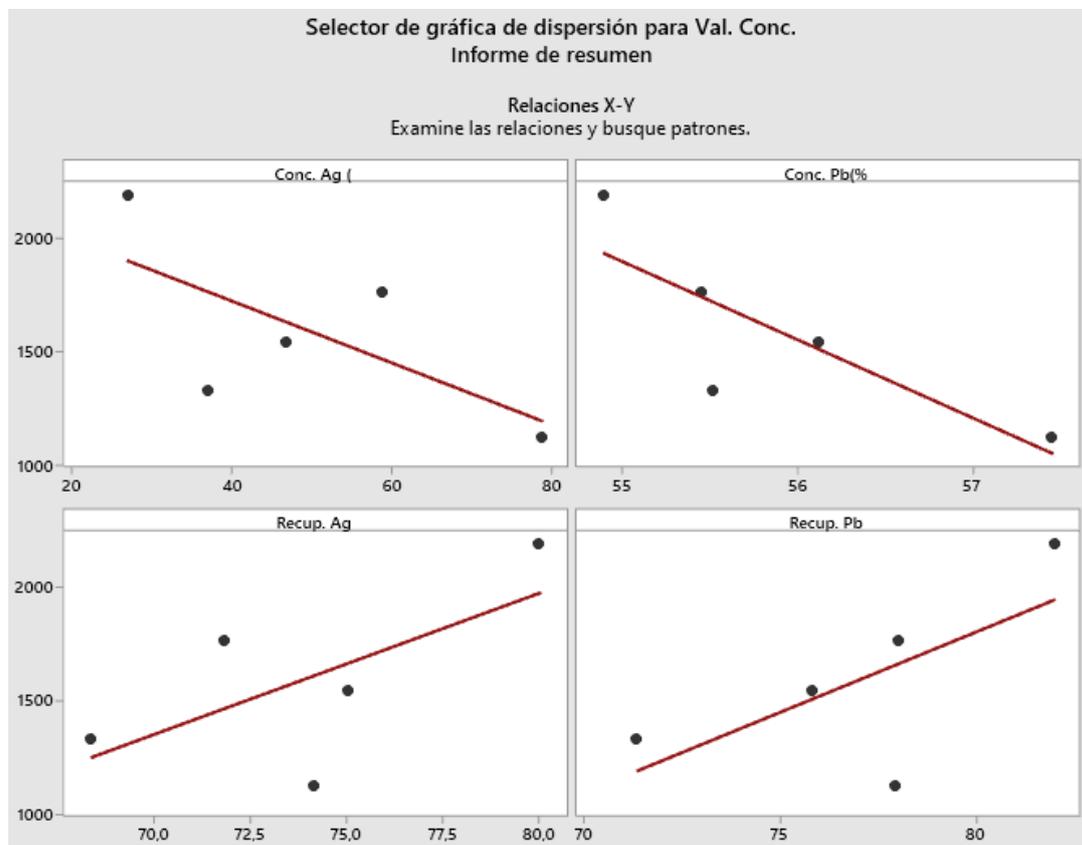
*Valorización del concentrado de plomo, zinc y mineral.*

Nº	Conc. Ag (onz/t)	Conc. Pb(%)	Conc. Zn(%)	Val. Conc. Pb(\$/t)	Val. Conc. Zn(\$/t)	Valor Min. (\$/t)
1	78,9	57,5	55,6	1.127,36	752,43	189,82
2	26,9	54,9	55,6	2.194,02	716,38	260,21
3	58,9	55,5	58,2	1.768,15	431,16	195,34
4	46,9	56,1	57,3	1.544,80	391,84	168,12
5	36,9	55,5	56,3	1.331,14	429,55	151,59

En la tabla 8 la valorización del concentrado, la mejor se tiene para la prueba 2 con una calidad de cocnetrado de 26.9 onz/t de plata, 54.9% de plomo y 55.6% de zinc. El concentrado de plomo tiene un valor comercial de 2.194,02 \$\$/t de concentrado de plomo, mientras que para el concentrado de zinc tiene un valor comercial de 716,38 \$\$/t de concentrado de zinc. Por otra parte, el mineral tiene un valor comercial de 260,21\$\$/t por tonelada de mineral. Para una recuperación de 80.05% de plata, 81.99% de plomo y 82% de zinc.

Figura 7

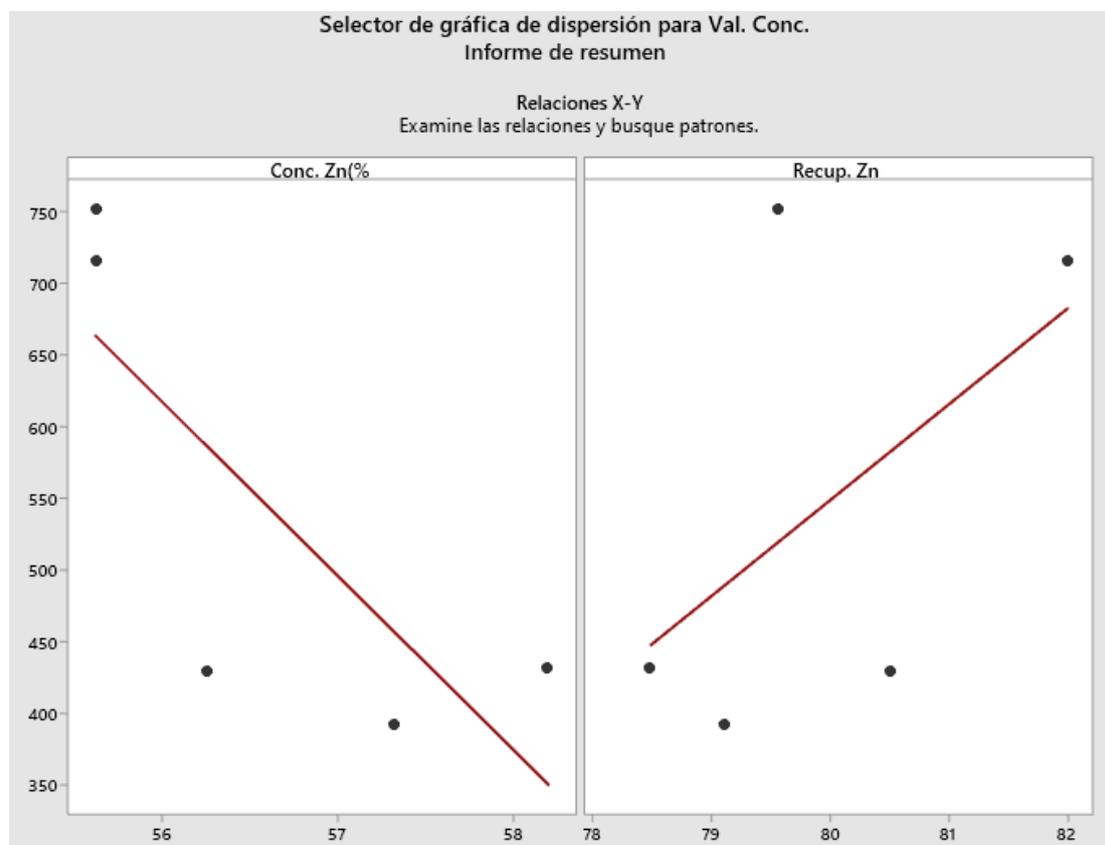
Valorización del concentrado de plomo en relación de la calidad y recuperación plata y plomo.



En la figura 7 la valorización del concentrado de plomo en relación a la ley de la plata y plomo a medida que sube la calidad decrece la valorización, mientras que en la recuperación de la plata y plomo a medida que aumenta la recuperación aumenta la valorización del concentrado del plomo.

Figura 8

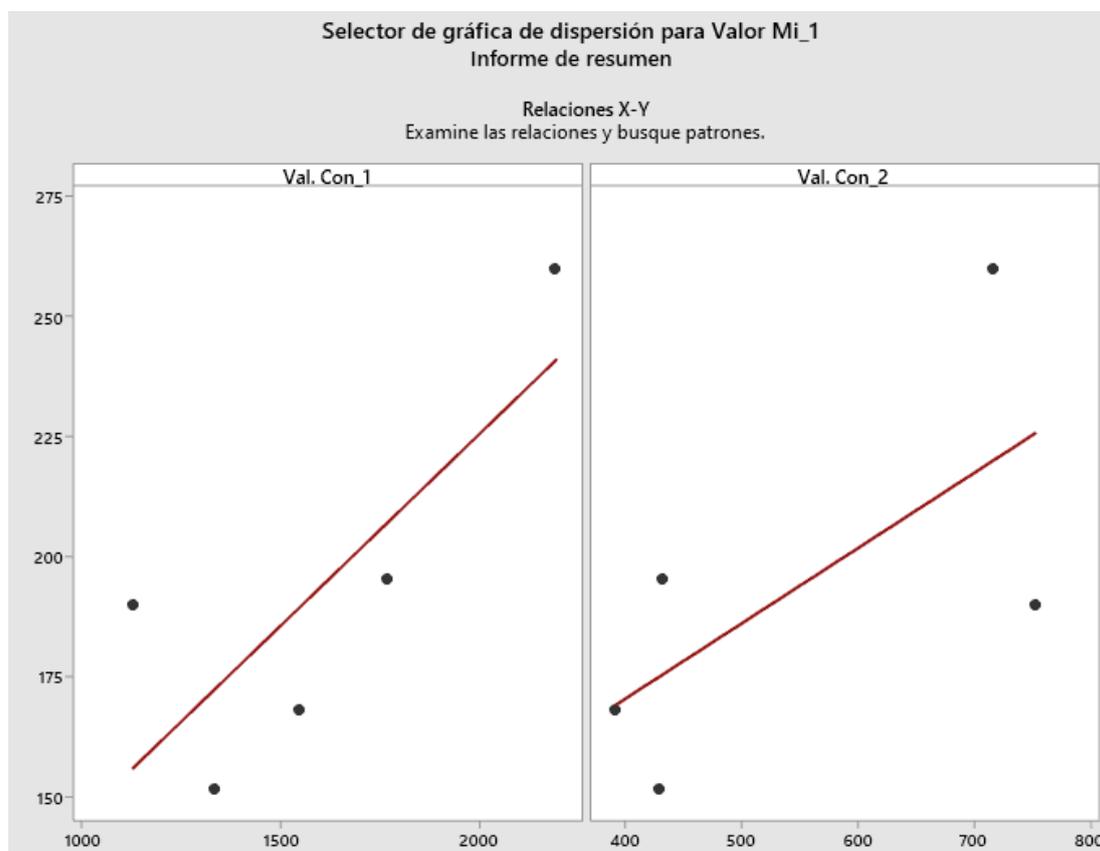
Valorización del concentrado de zinc en relación de la calidad y recuperación del zinc



En la figura 8 la valorización del concentrado de zinc en relación a la ley del zinc a medida que sube la calidad decrece la valorización, mientras que la recuperación del zinc aumenta la valorización del concentrado del zinc.

Figura 9

Valorización del mineral en relación al concentrado de plomo y zinc



En la figura 9 la valorización del mineral aumenta a medida que se incrementa el valor del concentrado de plomo y zinc.

Tabla 9

Precio del concentrado de plomo, zinc y total

N°	Conc. Ag (onz/t)	Conc. Pb(%)	Conc. Zn(%)	Prec. Con. Pb(\$)	Prec. Con. Zn(\$)	Prec. Tot.(\$)
1	78,9	57,5	55,6	14.234,91	12.643,37	26.878,28
2	26,9	54,9	55,6	25.164,52	11.681,32	36.845,84
3	58,9	55,5	58,2	21.032,38	6.627,21	27.659,59
4	46,9	56,1	57,3	17.641,96	6.164,33	23.806,29
5	36,9	55,5	56,3	14.457,91	7.007,10	21.465,01

En la tabla 9 se tiene un precio comercial de 25 164.52 \$\$ para los 10.75 toneladas de concentrado de plomo con una ley de 26.9 onz/t de plata, 54.9% de plomo con una recuperación de 80.05% de plata, 81.99% de plomo, mientras que para el zinc se tiene 11.681,32 \$\$ para los 14.31 toneladas con una ley de 55.6% de zinc con una recuperación de 82% de plomo.

## 4.2. Contrastación de hipótesis.

### 4.2.1. Contrastación de hipótesis general.

**Ha:** Realizando un estudio de minerales polimetálicos por flotación, permite obtener una concentración de calidad y su valorización del mineral.

**Ho:** Realizando un estudio de minerales polimetálicos por flotación, no permite obtener una concentración de calidad y su valorización del mineral.

*Tabla 10*

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Ag en el concentrado Pb – flotación*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Molienda %-200m	1503.329	1	1503.329	9804	0.006
MIBC (g/t)	1354.290	1	1354.290	8832	0.007
A-404 (g/t)	69.412	1	69.412	453	0.030
Residuos	0.153	1	0.153		

En la tabla 10 la calidad de la plata en el concentrado de plomo tiene influencia la molienda, espumante MIBC, A-404, el valor de p calculado son 0.006, 0.007, 0.030 menor a 0.05.

*Tabla 11*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Ag Flotación*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.870	0.268

En la tabla 15 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.268 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos los datos de liberación, colector y espumantes.

*Tabla 12*

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Pb en el concentrado Pb – flotación*

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Molienda %-200m	1.852	1	1.852	2969	0.012
MIBC (g/t)	1.869	1	1.869	2996	0.012
A-404 (g/t)	0.318	1	0.318	509	0.028
Residuos	6.24e-4	1	6.24e-4		

En la tabla 12 la calidad del plomo en el concentrado de plomo tiene influencia la molienda, espumante MIBC, A-404, el valor de p calculado son 0.012, 0.012, 0.028 menor a 0.05.

*Tabla 13*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Pb. Flotación*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.870	0.268

En la tabla 13 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.268 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos los datos de liberación, colector y espumantes.

*Tabla 14*

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Zn en el concentrado Zn – flotación*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Molienda %-200m	0.464	1	0.464	897	0.021
MIBC (g/t)	1.296	1	1.296	2505	0.013
A-404 (g/t)	0.898	1	0.898	1735	0.015
Residuos	5.18e-4	1	5.18e-4		

En la tabla 14 la calidad del zinc en el concentrado de zinc tiene influencia la molienda, espumante MIBC, A-404, el valor de p calculado son 0.021, 0.013, 0.015 menor a 0.05.

*Tabla 15*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) colid. Zn Flotación*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.870	0.268

En la tabla 15 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.268 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos los datos de liberación, colector y espumantes.

*Tabla 16*

*Prueba Omnibus ANOVA para el valor de mineral – valor del concentrado*

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Val. Conc. Pb(\$/t)	3785.6	1	3785.6	111.5	0.009
Val. Conc. Zn(\$/t)	2455.6	1	2455.6	72.3	0.014
Residuos	67.9	2	34.0		

En la tabla 16 el valor de concentrado de Pb y el valor del concentrado del Zn tiene influencia en el valor del precio del mineral, ya que el p calculado son 0.009, 0.014 menor a 0.05.

*Tabla 17*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) el valor del concentrado- mineral*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.996	0.995

En la tabla 17 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.995 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos para el valor de los concentrados.

La hipótesis alternativa tiene relevancia ya que los valores de p calculado son menores a 0.05 en el análisis de la varianza y la prueba de normalidad se Shapiro Wilk son mayores a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales.

#### 4.2.2. Contratación de hipótesis específicos.

**Ha:** Con una molienda adecuada para la liberación de los componentes mineralizados, permitirá una recuperación óptima de plomo, zinc y plata.

**Ho:** Con una molienda adecuada para la liberación de los componentes mineralizados, no permitirá una recuperación óptima de plomo, zinc y plata.

*Tabla 18*

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del zinc en el concentrado de zinc molienda*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Molienda %-200m	3.37	1	3.373	5.77	0.096
Residuos	1.75	3	0.584		

En la tabla 10 la molienda no tiene influencia en la calidad de concentrado del zinc el p calculado es 0.096 mayor a 0.05.

*Tabla 19*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Zn molienda*

Estadístico	p
0.904	0.432

En la tabla 11 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.432 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 20

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad de la plata en el concentrado plomo molienda*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Molienda %-200m	271	1	271	0.598	0.496
Residuos	1356	3	452		

En la tabla 12 la molienda no tiene influencia en la calidad de la plata en el concentrado del plomo el p calculado es 0.496 mayor a 0.05.

Tabla 21

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Ag molienda

Estadístico	p
0.901	0.416

En la tabla 13 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.416 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 22

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del Pb en el concentrado de Pb molienda*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Molienda %-200m	1.04	1	1.043	1.13	0.366
Residuos	2.77	3	0.925		

En la tabla 14 la molienda no tiene influencia en la calidad del plomo en el concentrado del plomo, el p calculado es 0.366 mayor a 0.05.

Tabla 23

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) conc. Pb molienda

Estadístico	p
0.909	0.462

En la tabla 15 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.462 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

La hipótesis nula tiene relevancia ya que el valor p calculado en el análisis de la varianza es menor a 0.05.

**Ha:** Con una dosificación adecuada de los reactivos empleados en la flotación, permitirá obtener un concentrado de calidad de las menas de plomo, zinc y plata.

**Ho:** Con una dosificación adecuada de los reactivos empleados en la flotación, no permitirá obtener un concentrado de calidad de las menas de plomo, zinc y plata.

*Tabla 24*

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad de la plata(g/t) en el concentrado de plomo*

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Z-11 (g/t)	1502.948	1	1502.948	2812.6	0.012
MIBC (g/t)	11.568	1	11.568	21.6	0.135
A-404 (g/t)	540.219	1	540.219	1011.0	0.020
Residuos	0.534	1	0.534		

En la tabla 10 la calidad de la plata en el concentrado de plomo estadísticamente influye por el colector Z-11 y A-404 ya que el valor de p calculado de 0.012, 0.020 respectivamente es menor a 0.05. mientras que el espumante MIBC no influye el valor de p calculado es 0.135 mayor a 0.05, teniendo mayor influencia el colector Z-11(F 2812.6) seguido por A-404(F 1011).

*Tabla 25*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Ag conc. Pb reactivo.*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.866	0.249

En la tabla 17 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.249 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 26

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del plomo (%) en el concentrado de plomo*

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Z-11 (g/t)	1.85139	1	1.85139	1360.59	0.017
A-404 (g/t)	2.94244	1	2.94244	2162.41	0.014
MIBC (g/t)	0.00767	1	0.00767	5.64	0.254
Residuos	0.00136	1	0.00136		

En la tabla 11 la calidad del plomo en el concentrado de plomo estadísticamente influye por el colector Z-11 y A-404 ya que el valor de p calculado de 0.017, 0.014 respectivamente es menor a 0.05. mientras que el espumante MIBC no influye el valor de p calculado es 0.254 mayor a 0.05, teniendo mayor influencia el A-404 (F 2162.41) seguido por Z-11(F 1360.59).

Tabla 27

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Pb conc. Pb reactivo*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.866	0.249

En la tabla 15 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.249 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 28

*Prueba Omnibus ANOVA para la calidad del zinc (%) en el concentrado del zinc*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Z-11 (g/t)	0.464	1	0.464	563	0.027
MIBC (g/t)	1.666	1	1.666	2021	0.014
A-404 (g/t)	0.188	1	0.188	228	0.042
Residuos	8.24e-4	1	8.24e-4		

En la tabla 12 la calidad del zinc en el concentrado de zinc estadísticamente influye por el colector Z-11, A-404, espumante MIBC ya que el valor de p calculado de 0.027, 0.014, 0.042 respectivamente es menor a 0.05, teniendo mayor influencia el MIBC (F 2021), seguido de Z-11 (F 563) y de menor influencia A-404(F 228).

Tabla 29

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) calidad Zn conc. Zn reactivo*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.866	0.249

En la tabla 21 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.249 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

La hipótesis alternativa predetermina en la calidad de plata, plomo y zinc en el caso de los colectores Z-11 y A-404. Ya que el valor de p calculado es menor a 0.05, mientras que para el espumante predetermina en la calidad del zinc en el concentrado el valor de p calculado es menor a 0.05 y en el caso de la calidad de plata y plomo en el concentrado de plomo predetermina la hipótesis nula ya que el valor de p es mayor a 0.05.

**Ha:** La calidad del concentrado obtenido por flotación de plomo, zinc y plata, permitirá una valorización óptima del mineral.

**Ho:** La calidad del concentrado obtenido por flotación de plomo, zinc y plata, no permitirá una valorización óptima del mineral.

*Tabla 30*

*Prueba omnibus anova Valoración de concentrado de plomo (\$\$/t)*

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Conc. Pb(%)	204505	1	204505	298.5	0.037
Recup. Ag	218210	1	218210	318.5	0.036
Conc. Ag (onz/t)	30556	1	30556	44.6	0.095
Residuos	685	1	685		

De la tabla 13 la ley del concentrado del plomo y la recuperación de la plata tiene un valor de p calculado de 0.037 y 0.036 menor a 0.05 y de la ley de la plata en el concentrado es de 0.095 superior a 0.05. la mayor influencia tiene la recuperación de la plata F es de 318.5 seguido de la ley del plomo F de 298.5.

*Tabla 31*

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) valoración del concentrado de Pb*

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.801	0.082

En la tabla 20 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.082 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

*Tabla 32*  
*Prueba omnibus anova Valoración de concentrado de zinc (\$\$/t)*

	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media Cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Conc. Zn(%)	44235	1	44235	1.9995	0.293
Recup. Zn	2010	1	2010	0.0909	0.792
Residuos	44245	2	22123		

De la tabla 14 la ley del zinc y la recuperación tiene un p calculado de 0.293 y 0.792 superior de 0.05 por lo que no influye en el precio del concentrado de zinc.

*Tabla 33*  
*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) valoración del concentrado de Zn*

<b>Estadístico</b>	<b>p</b>
0.831	0.141

En la tabla 22 la prueba de Shapiro – Wilk el p calculado 0.141 es mayor a 0.05 por lo que los datos obtenidos son normales están dentro de los parámetros establecidos.

La hipótesis alternativa predetermina en el caso de la calidad del plomo y la recuperación de la plata en el concentrado del plomo en el precio del concentrado ya que el valor de p calculado es mayor a 0.05, mientras que la calidad de plata en el concentrado de plomo y la calidad y recuperación del zinc en el concentrado de zinc predetermina la hipótesis nula ya que el valor de p calculado es mayor a 0.05.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. Discusión de Resultados.

Respecto al estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral, para una ley de cabeza de 3.01 onz/t de plata, 6.00% Pb, 8.09%Zn se realizaron 5 pruebas con una variación de liberación pasante a la %-200m, Z-11(g/t), MIBC(g/t), A-404 (g/t). El precio de los metales plata 24.6 \$/onz, plomo 1836.5 \$/t, zinc 2450.40 \$/t. con ello se obtuvo la mejor recuperación se obtuvo con las condiciones de 55% pasante a la malla 200, 15.47 g/t Z-11, 65.98 g/t MIBC, 34.88 g/t A-404; obteniendo una calidad del concentrado de 26.92 onz/t Ag, 55.45% Pb, 55.62% Zn con una recuperación de 80.05%, 81.99%, 82.00% respectivamente, para ello el valor del concentrado de plomo es de 1194.02 \$/t, el concentrado de zinc de 716.36 \$/t y un valor económico del mineral de 260.21 \$/t. La ley de plata y plomo en el concentrado de plomo y la ley de zinc en el concentrado de zinc tiene influencia significativa la molienda pasante a la malla 200, espumante MIBC, A-404 el valor de p es menor a 0.05.

El valor de concentrado de plomo y zinc tiene un efecto significativo en el valor del precio del mineral ya que el valor p calculado es menor a 0.05.

Por otra parte, la molienda pasante a la malla 200 no influye en la calidad de plata, plomo y zinc, respecto a los reactivos el colector Z-11 y A-404 influyen en la calidad de plata y plomo, mientras que el espumante no influye en la calidad en el concentrado de plomo. La calidad de zinc en el concentrado de zinc influye los colectores Z-11, A-404 y espumante MIBC. En la valoración del concentrado de plomo influye la calidad de plomo y la recuperación de la plata, mientras que en la valoración de concentrado de zinc no influye la calidad y la recuperación del zinc.

Por otra parte, Sandoval (2020) concluye que la flotación bulk de plomo cobre y su posterior separación con la depresión del cobre es la mejor alternativa. Santos (2018) la flotación de cobre a pequeña escala con una calidad de concentrado del orden de 23.3% a 27.2% con una recuperación de 70.92% a 81.55% tiene un valor comercial.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones.

En el estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral se llegaron a las siguientes conclusiones:

La molienda %-200m, MIBC (g/t), A-404(g/t) tiene influencia estadísticamente en la calidad de la plata en el concentrado de plomo ya que el valor de p calculado tiene valor de 0.006, 0.007, 0.030 siendo mayor a 0.05 y la calidad de plomo en el concentrado de plomo tiene influencia significativa el p calculado se tiene 0.012, 0.012, 0.028 respectivamente de igual manera para la calidad del zinc en el concentrado de zinc el valor de p calculado son 0.021, 0.013, 0.015 respectivamente y la prueba de normalidad Shapiro-Wilk el valor de calculado es de 0.268 mayor a 0.05 tanto para calidad de plata y plomo en el concentrado de plomo y la calidad de zinc en el concentrado de zinc que permite que no tiene una diferencia en los datos obtenidos.

El valor de los concentrados de Pb(\$/t), Zn(\$/t) tiene influencia estadísticamente en el valor de mineral ya que el valor calculado de p tiene valores de 0.009, 0.014 respectivamente y la prueba de normalidad Shapiro-Wilk el valor de p calculado es de 0.995 que los datos son normales.

La molienda en la calidad de plata, plomo en el concentrado de plomo y la calidad de zinc en el concentrado de zinc no tiene influencia significativamente ya que los valores de p calculado tiene valores de 0.096, 0.496, 0.366 respectivamente mayores a 0.05 y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk tiene valores de p calculado de 0.432, 0.416, 0.462 mayores a 0.05 que indica que los datos son normales.

Respecto a los reactivos Z-11(g/t), A-404(g/t) influyen estadísticamente en la calidad de plata y plomo en el concentrado de plomo ya que los valores calculados de p tiene para la calidad de plata 0.012, 0.020 respectivamente y para el plomo 0.017, 0.014 menores a 0.05 con una prueba de normalidad Shapiro-Wilk de 0.249 indicando los datos obtenidos no difieren es decir son

normales. Mientras para la para la calidad del zinc en el concentrado de zinc los reactivos Z-11(g/t), MIBC(g/t), A-404(g/t) estadísticamente son significativa ya que los valores de p calculado son 0.027, 0.014, 0.042 menores a 0.05 y la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk el p calculado es de 0.249 mayor a 0.05 que los datos se no difieren.

En la valorización del concentrado de plomo la calidad del plomo y la recuperación de la plata en el concentrado de plomo tiene influencia significativa estadísticamente ya que el valor de p calculado tiene valor de 0.036, 0.037 menor a 0.05 para una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk el p calculado tiene valor de 0.082 mayor a 0.05. Mientras que la calidad y recuperación del zinc en la valorización no tiene significancia estadísticamente ya que el valor p calculado es 0.293, 0.792 para la calidad de zinc y la recuperación en el concentrado del zinc mayor a 0.05 y la prueba de normalidad Shapiro-Wilk el p calculado es de 0.141 mayor a 0.05 encontrándose los datos dentro de una normalidad.

## **6.2. Recomendaciones.**

En merito a los resultados y conclusiones sobre el estudio de minerales polimetálicos por flotación para la concentración y valoración del mineral se tiene las siguientes recomendaciones:

Realizar una prueba de flotación donde este incluido otros reactivos como depresores y colectores que permita mejor la calidad y recuperación de los componentes tanto en el concentrado de plomo y zinc.

Evaluar la molienda y la densidad del pulpa en la liberación del mineral para ver como influye en la valorización ya que esta etapa se tiene el mayor gasto en el proceso de flotación.

Evaluar los componentes que interactúan como contaminantes en cada uno de los concentrados para minimizar las penalidades por lo es necesario la depresión de estos elementos para mejorar la calidad del concentrado y el valorización de los concentrados y la valorización del mineral.

## CAPÍTULO VII

### FUENTES DE INFORMACION

#### 7.1. Fuentes Bibliográficas

Arrau, J. (2006). *Manuel general de minería y metalurgia*. Santiago: Servicio de impresiones Laser S.A.

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.

Chia, J., & Currie, J. (1984). *Operaciones Unitarias en procesamiento de minerales*.

Cytec. (2002). *Manual de Productos Químicos para Minería*. Cytec Industries Inc.

Guanuchi, L. (2020). *Recuperación de metales por flotación de relaves auríferos en la sociedad civil minera "goldmins" ubicada en el cantón zaruma*. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15659/1/T-3585\\_GUANUCHI%20OCAMPO%20LISSETTE%20PAULETTE.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15659/1/T-3585_GUANUCHI%20OCAMPO%20LISSETTE%20PAULETTE.pdf)

Huallpa, M. (2018). *Concentración por flotación de minerales sulfurados: plata, plomo, cobre, zinc y oro en minerales polimetálicos*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/13255>

- LATIZA. (s.f.). *Guía para la comercialización de minerales y metales*. Obtenido de [https://latiza.zinc.org/wp-content/uploads/sites/10/2017/02/guia-para-informe\\_comercializaci\\_minerales.pdf](https://latiza.zinc.org/wp-content/uploads/sites/10/2017/02/guia-para-informe_comercializaci_minerales.pdf)
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de investigación cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.
- Porras, D. (1997). *Procesamiento de Minerales*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Ramos, J., & Orihuela, A. (2017). *Caracterización y evaluación de pruebas metalúrgicas de flotación de un mineral complejo polimetálico del distrito de Palca – Huancavelica*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7495>
- Reyes, M., Reyes, I., Flores, M., Barrientos, F., Pérez, M., & Juárez, J. (2020). El papel depresor del pH durante la flotación sin colector de mineral de galena. *Tópicos de Investigación en Ciencias de la Tierra y Materiales*. doi:<https://doi.org/10.29057/aactm.v7i7.6201>
- Sandoval, P. (2020). *Propuesta técnica para el procesamiento mineral polimetálico proveniente de la Región de Coquimbo*. Concepción: Universidad Andres Bello. Obtenido de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/14443>
- Santos, H. (2018). *Evaluación de la recuperación de cobre por flotación de minerales del yacimiento Caolín - 2017*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/530>
- Silvestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: Editorial San Marcos.

Sotomayor, A. (2018). *Tecnologías limpias: Medio ambiente y comercialización de minerales*.

Lima: Fondo editorial .

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

Tecnológicas.

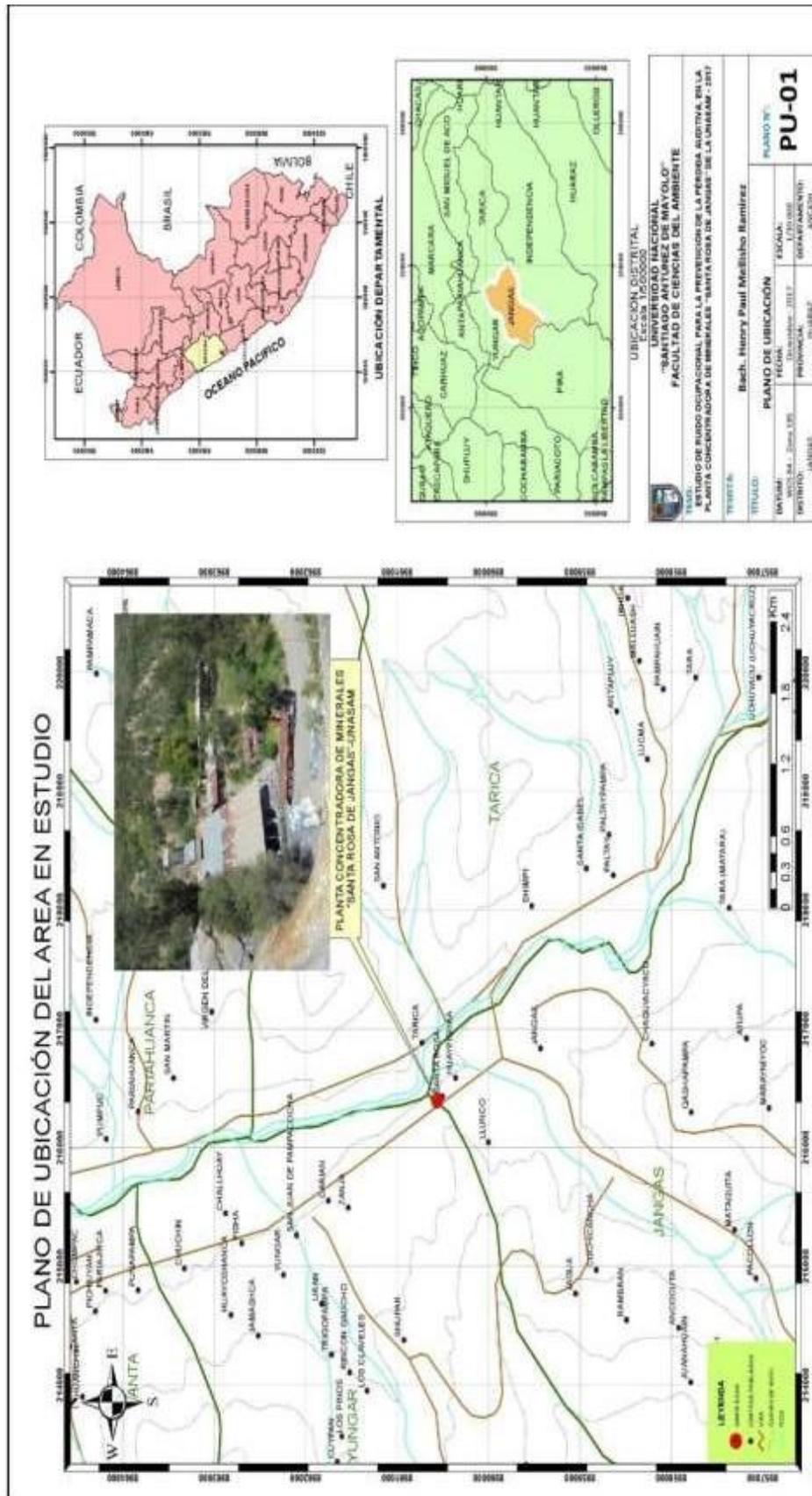
Wills, B. (1988). *Tecnología de los procesamiento de minerales*. Cambome : Limusa.

Yanatos, J. (2005). *Flotación de minerales*. Universidad Técnica Federico Santa María :

Valparaiso.

# **ANEXOS**

Anexo 1  
Localización



## Anexo 2

### Instrumentos para la toma de datos

Producto	kg	Leyes			
		Ag onz/Ton	Au onz/Ton	% Pb	% Zn
Cabeza					
Conc. Pb					
Conc. Zn					
Relave					



## Anexo 3

## Balance metalúrgicos de las 5 pruebas

## Balance metalúrgico prueba 1

Producto	Toneladas metricas	Leyes			Con metálico			Distribución	
		%Pb	%Zn	onz/t Ag	Pb(t)	Zn(t)	Ag(onz)	Pb	
Cabeza	120,00	6,00	8,09	8,66	7,20	9,71	10		
Conc. Pb	9,77	57,45	9,05	78,86	5,6				
Conc. Zn	13,89	3,12	55,62						
Relave	96,34								
Cab. Calc.									

## Balance metalúrgico prueba 2

Producto	Toneladas metricas	Leyes			Con metálico			Distribución	
		%Pb	%Zn	onz/t Ag	Pb(t)	Zn(t)	Ag(onz)	Pb	
Cabeza	120,00	6,00	8,09	3,01	7,20	9,71	3		
Conc. Pb	10,75	54,89	9,19	26,92	5,9				
Conc. Zn	14,31	1,50	55,62						
Relave	94,93								
Cab. Calc.									

## Balance metalúrgico prueba 3

Producto	Toneladas metricas	Leyes			Con metálico			Distribución	
		%Pb	%Zn	onz/t Ag	Pb(t)	Zn(t)	Ag(onz)	Pb	
Cabeza	120,00	6,00	8,09	6,92	7,20	9,71	8		
Conc. Pb	10,13	55,45	8,20	58,90	5,6				
Conc. Zn	13,09	4,25	58,20						
Relave	96,78								
Cab. Calc.									

## Balance metalúrgico prueba 4

## Balance metalúrgico prueba 5

Producto	Toneladas metricas	Leyes			Con metálico			Distribución			
		%Pb	%Zn	onz/t Ag	Pb(t)	Zn(t)	Ag(onz)	Pb	Zn	Ag	Rc
Cabeza	120,00	6,00	8,09	4,16	7,20	9,71	499,07	100	100	100	
Conc. Pb	9,25	55,52	10,20	36,87	5,14	0,94	341,07	71,33	9,72	68,34	12,97
Conc. Zn	13,89	4,12	56,25	2,17	0,57	7,82	30,15	7,95	80,50	6,04	8,64
Rellave	96,86	1,54	0,98	1,32	1,49	0,95	127,85	20,72	9,78	25,62	
Cab. Calc.	120,00	6,00	8,09	4,16	7,20	9,71	499,07	100,00	100,00	100,00	

*Anexo 4*

*Resultado de las 5 pruebas realizadas*

N°	Molienda %-200m	Z-11 (g/t)	MIBC (g/t)	A-404 (g/t)	Conc. Ag (onz/t)	Conc. Pb(%)	Conc. Zn(%)	Recup. Ag	Recup. Pb	Recup. Zn
1	52,00	18,78	67,23	38,25	78,86	57,45	55,62	74,15	77,95	79,57
2	55,00	15,47	65,98	34,88	26,92	54,89	55,62	80,05	81,99	82,00
3	58,00	21,21	57,23	31,56	58,90	55,45	58,20	71,83	78,02	78,48
4	59,00	17,21	55,23	36,12	46,86	56,12	57,32	75,04	75,81	79,11
5	56,50	16,25	61,61	35,73	36,87	55,52	56,25	68,34	71,33	80,50

*Anexo 5*

*Resultado de la valoración de concentrados de las 5 pruebas realizadas*

N°	Conc. Ag (onz/t)	Conc. Pb(%)	Conc. Zn(%)	Recup. Ag	Recup. Pb	Recup. Zn	Val. Conc. Pb(\$/t)	Val. Conc. Zn(\$/t)	Valor Min. (\$/t)	Prec. Con. Pb(\$)	Prec. Con. Zn(\$)	Prec. Tot.(\$)
1	78,9	57,5	55,6	74,2	77,9	79,6	1.127,36	752,43	189,82	14.234,91	12.643,37	26.878,28
2	26,9	54,9	55,6	80,1	82,0	82,0	2.194,02	716,38	260,21	25.164,52	11.681,32	36.845,84
3	58,9	55,5	58,2	71,8	78,0	78,5	1.768,15	431,16	195,34	21.032,38	6.627,21	27.659,59
4	46,9	56,1	57,3	75,0	75,8	79,1	1.544,80	391,84	168,12	17.641,96	6.164,33	23.806,29
5	36,9	55,5	56,3	68,3	71,3	80,5	1.331,14	429,55	151,59	14.457,91	7.007,10	21.465,01

## Anexo 6

## Valoración de los concentrados

## Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Pb-Zn (1) general

BALANCE METALÚRGICO VALORIZADO Pb -Zn																						
Producto	TMS	L E Y E S				CONTENIDOS				DISTRIBUCION (%)				Ratio	CONTAMINANTES							
		Ag onz/Ton	Au onz/Ton	% Pb	% Zn	Ag	Au	Pb	Zn	%Ag	%Au	%Pb	%Zn		As%	Pb%	Sb%	Cd%	Hg ppm	Zn%	%SiO <sub>2</sub>	S
CABEZA	120,00	3,01	0,00	6,00	8,09	361,65	0,50	7,20	9,71	100,00	0,00	100,00	100,00									
CONC. Pb	10,75	26,92	0,00	54,89	9,19	289,51	0,00	5,90	0,99	80,05	0,00	81,99	10,18	11,16	0,56		0,07		25		9	
CONC. Zn	14,31	3,25	0,000	1,50	55,02	46,51	0,00	0,21	7,96	12,86	0,00	2,98	82,00	8,38	0,18	1,50	0,02	0,02				
RELAVE	94,93	0,27	0,000	1,14	0,90	25,63	0,00	1,08	0,76	7,09	0,00	15,03	7,82									
Cab. CALC	120,00	3,01	0,00	6,00	8,09	361,65	0,00	7,20	9,71	100,00	0,00	100,00	100,00									

PRICE OF METALS US \$		
SILVER	24,6	\$/onz
GOLD	1.936,8	\$/onz
LEAD	1.836,5	\$/Ton
Zinc	2.450,4	\$/Ton

VALORES UNITARIOS			
Pb:	10,40	Ag:	12,64
		Zn:	11,04

COSTOS UNITARIOS			
Pb:	6,49	Ag:	7,88
		Zn:	6,88

VALOR DEL MINERAL: 189,82 \$/Ton mineral

CONCENTRADO DE Pb: 1.127,36 \$/T

CONCENTRADO DE Zn: —

VALOR T

*Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Pb (1)*

**LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DEL CONCENTRATES LEAD**

PRODUCT: LEAD/SILVER CONCENTRATES  
 PRODUCER: CORP. MINERA TOMA LA MANO S.A.

LOT :  
 CLOSE DATE :  
 VALUE DATE :

PESO TON		PRICE S		ASSAY S		CONTAMINANTES	
WMT:	11,95	Pb LOW 4LME	1.836,500 \$/TON	Pb %:	54,890	As %:	0,560
H <sub>2</sub> O:	10,0%	Ag LONDON SPOT	24,600 \$/OZ	Ag Oz/Tm:	26,920	Sb %:	0,070
DMT:	10,75	Au LONDON FINAL	1.936,800 \$/OZ	Au Oz/Tm:	0,000	Bi %:	0,030
MURMA:	0,50%					Zn %:	9,190
DMNT	10,701					Hg ppm:	25,000
						S	21,00

**PAYABLES PER DMT**

Pb:	54,890	x 95% (MD 3 Unid.)	=	51,890	% x	1.836,500 \$/TON	952,96	62,10 %
Ag:	26,920	-1,500 Oz/Dmt x	93,000%	23,641	Oz/Ton x	24,600 \$/OZ	581,57	37,90 %
Au:	0,000	-0,048 Oz/Dmt x	95,000%	0,000	Oz/Ton x	1.936,800 \$/OZ	0,00	0,00 %

valor Unitario	valor	Porcentual	Costo Unitario	Costo	Porcentual
	62,43	10,40	38,93	6,488	
	38,10	12,64	23,76	7,88	
	0,00	0	0,00	0	
	<b>100,53</b>		<b>62,69</b>		

**TOTAL PAYABLES US\$ /TON** **1.534,53** 100,00 %

Concentrado de Pb

**320,85** 78,801

**DEDUCTIONS**

**TREATMENT**

CHARGE: SCALE

THE PRICE

Pb: \$/DMT 1.836,50 **-2.250,00** \$/DMT = **0,000** \$/DMT x **0,180** \$/DMT / 1,000 \$/DMT /= **0,00** 0,000 %

**REFINING CHARGE**

Ag: 23,641 Oz/Ton x **3,50** \$/Oz **0,246** -25,000 \$/Oz 0 = **82,74** 20,322 %

Au: 0,000 Oz/Ton x **10,00** \$/Oz = **0,00** 0,000 %

**PENALTY:**

As : 0,560 % - **1,000** = 0,000 % x **5,00** \$/DMT / 0.10% = 0,00 0,000 %

Sb : 0,070 % - **0,300** = 0,000 % x **2,50** \$/DMT / 0.10% = 0,00 0,000 %

Bi : 0,030 % - **0,050** = 0,000 % x **2,00** \$/DMT / 0.01% = 0,00 0,000 %

Hg : 25,000 ppm - **30,000** = 0,000 % x **1,50** \$/DMT / 10 ppm = 0,00 0,000 %

Zn : 9,190 % - **8,000** = 1,190 % x **3,00** \$/DMT / 1.00% = 3,57 0,877 %

S: 21,000 % - **22,000** = 0,000 % x **3,00** \$/DMT / 1.00% = **0,00** **0,000** %

**TOTAL DEDUCTIONS US\$ /TON** **407,16** **100,000** %

Concentrado de Pb

**1.127,364**

**TOTAL VALUE US\$/TON**

Concentrado de Pb

TOTAL VALUE MATERIAL 10,701 X US\$ 1.127,364 DMT US\$ TOTAL 12.063,48

IGV Adjustment 18% 2.171,43

TOTAL VALUE +IGV **14.234,91**

Valor del Mineral Pb \$/Ton **100,53**

52,96 %

Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Zn (1)

**LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DEL CONCENTRATES ZINC**

PRODUCT: ZINC  
CONCENTRATES  
PRODUCER: xxxxx

**A**

LOT :  
CLOSE DATE :  
VALUE DATE :

PESO TON	PRICE S	ASSAY S	CONTAMINANTES
WMI: 15,78	Zn LOW 4LME 2450,400 \$/FMT	Zn %: 55,620	As %: 0,180
H <sub>2</sub> O: 9,3%	Ag LONDON SPOT 24,600 \$/OZ	Ag Oz/Tm: 3,250	Sb %: 0,020
DMT: 14,31			Fe %: 6,580
MURMA: 0,50%			SiO <sub>2</sub> %: 1,560
DMNT 14,240			Pb %: 1,50
			Bi %: 0,02
			Cd %: 0,02
			S %: 33
			Hg ppm: 30,000

**PAYABLES PER DMT**

Zn:	55,620	x 85% (MD 8 Unid.)	=	47,277	% x	2450,400 \$/FMT	1158,475608	100,00 %
Ag:	3,250	-3,500 Oz/Dmt x	65,000 %	=	-0,163 Oz/Dmt x	24,600 \$/OZ	0	0,00 %

valor Unitario	valor Porcentual	Costo Unitario	Costo Porcentual
89,29	11,037	55,68	6,88
0,00	0,000	0,00	0,00
89,29	11,04	55,68	

**TOTAL PAYABLES US\$/TON Concentrado de Zn 1.158,476 100,00 %**

**DEDUCTIONS**

TREATMENT CHARGE									<b>340,000</b>	83,734 %
SCALE THE PRICE	Zn: \$/DMT	2450,400	-1900,000 \$/DMT	550,400 \$/DMT x	0,120 \$/DMT /	1,000	=		<b>66,048</b>	16,266 %

**PENALTY:**

As:	0,180	% -	0,200	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 0.10%	=	0,000	0,000 %
Sb:	0,020	% -	0,200	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 0.10%	=	0,000	0,000 %
Fe:	6,580	% -	8,000	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,000	0,000 %
SiO <sub>2</sub> :	1,560	% -	2,500	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,000	0,000 %
Hg:	30,000	ppm -	30,000	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 10 ppm	=	0,00	0,000 %
Bi:	0,020	% -	0,050	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 0.01%	=	0,00	0,000 %
Pb:	1,500	% -	3,000	=	0,000	% x	3,00	\$/DMT / 0.01%	=	0,00	0,000 %
Cd:	0,020	% -	0,050	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 0.01%	=	0,00	0,000 %
S:	33,000	% -	34,000	=	0,000	% x	3,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,00	0,000 %

**TOTAL DEDUCTIONS US\$/TON Concentrado de Zn 406,048 100,000 %**

**TOTAL VALUE US\$/TON Concentrado de Zn 752,428**

TOTAL VALUEMATERIAL	14,240	X US\$ Adjustment 18%	752,428	DMT	US\$ TOTAL	10.714,72
IGV						1.928,65
TOTAL VALUE +IGV						12.643,37

**Valor del Mineral Zn \$/Ton 89,289**

47,04 %

*Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Pb-Zn (2) general*

BALANCE METALÚRGICO VALORIZADO Pb -Zn																						
Producto	TMS	L E Y E S				CONTENIDOS				DISTRIBUCION (%)				Ratio	CONTAMINANTES							
		Ag onz/Ton	Au onz/Ton	% Pb	% Zn	Ag	Au	Pb	Zn	%Ag	%Au	%Pb	%Zn		As%	Pb%	Sb%	Cd%	Hg ppm	Zn%	%SiO <sub>2</sub>	S
CABEZA	120,00	8,66	0,00	6,00	8,09	1.038,92	0,50	7,20	9,71	100,00	0,00	100,00	100,00									
CONC. Pb	9,77	78,86	0,00	57,45	9,05	770,37	0,00	5,61	0,88	74,15	0,00	77,95	9,11	12,28	0,56		0,07		25		9	
CONC. Zn	13,89	3,05	0,000	3,12	55,62	42,36	0,00	0,43	7,72	4,08	0,00	6,02	79,57	8,64	0,18	3,12	0,02	0,02				
RELAVE	96,34	2,35	0,000	1,20	1,14	226,19	0,00	1,15	1,10	21,77	0,00	16,03	11,33									
Cab. CALC	120,00	8,66	0,00	6,00	8,09	1.038,92	0,00	7,20	9,71	100,00	0,00	100,00	100,00									

PRICE OF METALS US \$		
SILVER	24,6	\$/onz
GOLD	1.936,8	\$/onz
LEAD	1.836,5	\$/Ton
Zinc	2.450,4	\$/Ton

VALOR DEL MINERAL: **260,21** \$/Ton mineral

CONCENTRADO DE Pb: **2.194,02** \$/T

CONCENTRADO DE Zn :

VALOR T

VALORES UNITARIOS

Pb: 10,69      Ag: 13,12      Zn: 10,20

COSTOS UNITARIOS

Pb: 4,84      Ag: 5,94      Zn: 4,62

*Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Pb (2)*

**LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DEL CONCENTRATES LEAD**

PRODUCT: LEAD/SILVER CONCENTRATES  
PRODUCER: CORP. MINERA TOMA LA MANO S.A.

LOT :  
CLOSE DATE :  
VALUE DATE :

PESO TON	PRICE S	ASSAY S	CONTAMINANTES
WMT: <b>10,85</b>	Pb LOW 4LME <b>1.836,500</b> \$/TON	Pb %: <b>57,450</b>	As %: <b>0,560</b>
H <sub>2</sub> O: <b>10,0%</b>	Ag LONDON SPOT <b>24,600</b> \$/OZ	Ag Oz/Tm: <b>78,860</b>	Sb %: <b>0,070</b>
DMT: <b>9,77</b>	Au LONDON FINAL <b>1.936,800</b> \$/OZ	Au Oz/Tm: <b>0,000</b>	Bi %: <b>0,030</b>
MURMA: <b>0,50%</b>			Zn %: <b>9,049</b>
DMNT <b>9,720</b>			Hg ppm: <b>25,000</b>
			S <b>21,00</b>

**PAYABLES PER DMT**

Pb:	57,450	x 95% (MD 3 Unid.)	=	<b>54,450</b>	% x	1.836,500	\$/TON	999,97	36,10	%
Ag:	78,860	-1,500	Oz/Dmt x	93,000%	=	71,945	Oz/Ton x	1.769,85	63,90	%
Au:	0,000	-0,048	Oz/Dmt x	95,000%	=	0,000	Oz/Ton x	1.936,800	0,00	%

valor Unitario	valor	Porcentual	Costo Unitario	Costo	Porcentual
	<b>64,16</b>		29,07	4,845	
	<b>113,56</b>		51,45	5,94	
	<b>0,00</b>		0,00	0	
	<b>177,72</b>		<b>80,52</b>		

**TOTAL PAYABLES US\$ /TON** **2.769,82** 100,00 %

Concentrado de Pb

**320,85** 55,722

**DEDUCTIONS**

TREATMENT  
CHARGE: SCALE  
THE PRICE

Pb: \$/DMT 1.836,50 **-2.250,00** \$/DMT = **0,000** \$/DMT x **0,180** \$/DMT / 1,000 \$/DMT /= **0,00** 0,000 %

**REFINING CHARGE**

Ag: 71,945 Oz/Ton x **3,50** \$/Oz **0,246** -25,000 \$/Oz 0 = **251,81** 43,731 %  
Au: 0,000 Oz/Ton x **10,00** \$/Oz = **0,00** 0,000 %

**PENALTY:**

As : 0,560 % - **1,000** = 0,000 % x **5,00** \$/DMT / 0.10% = 0,00 0,000 %  
Sb : 0,070 % - **0,300** = 0,000 % x **2,50** \$/DMT / 0.10% = 0,00 0,000 %  
Bi : 0,030 % - **0,050** = 0,000 % x **2,00** \$/DMT / 0.01% = 0,00 0,000 %  
Hg : 25,000 ppm - **30,000** = 0,000 % x **1,50** \$/DMT / 10 ppm = 0,00 0,000 %  
Zn : 9,049 % - **8,000** = 1,049 % x **3,00** \$/DMT / 1.00% = 3,15 0,547 %  
S : 21,000 % - **22,000** = 0,000 % x **3,00** \$/DMT / 1.00% = **0,00** **0,000** %

**TOTAL DEDUCTIONS US\$ /TON** **575,81** **100,000** %

Concentrado de Pb

**2.194,016**

**TOTAL VALUE US\$/TON**  
Concentrado de Pb

TOTAL VALUE MATERIAL 9,720 X US\$ 2.194,016 DMT US\$ TOTAL 21.325,87

IGV Adjustment 18% **3.838,66**

TOTAL VALUE +IGV **25.164,52**

Valor del Mineral Pb \$/Ton **177,72**

68,30 %

Balance metalúrgico Valoración de concentrado de Zn (2)

PESO TON		PRICE S		ASSAY S		CONTAMINANTES	
WMT:	15,31	Zn LOW #LME	2450,400 \$/FMT	Zn %:	55,618	As %:	0,180
H <sub>2</sub> O:	9,3%	Ag LONDON SPOT	24,600 \$/OZ	Ag Oz/Tm:	3,050	Sb %:	0,020
DMT:	13,89					Fe %:	6,580
MURMA:	0,50%					SiO <sub>2</sub> %:	1,560
DMNT	13,819					Pb %:	3,12
						Bi %:	0,02
						Cd %:	0,02
						S %:	33
						Hg ppm:	30,000

PAYABLES PER DMT		Zn		Ag		TOTAL PAYABLES US\$ /TON Concentrado de Zn		valor Unitario valor Porcentual Costo Unitario Costo Porcentual					
Zn:	55,618	x 85% (MD 8 Unid.)	=	47,275	% x	2450,400 \$/FMT	1158,429513	100,00 %	82,50	10,197	37,38	4,62	
Ag:	3,050	-3,500	Oz/Dmt x	65,000%	=	-0,293 Oz/Dmt x	24,600 \$/OZ	0	0,00 %	0,00	0,000	0,00	
										82,50	10,20	37,38	
							<b>1.158,430</b>	100,00 %					
<b>DEDUCTIONS</b>							<b>340,000</b>	76,915 %					
TREATMENT CHARGE SCALE THE PRICE													
Zn: \$/DMT	2450,400	-1900,000	\$/DMT	550,400 \$/DMT x	0,120	\$/DMT /	1,000	=	<b>66,048</b>	14,941			
<b>PENALTY:</b>													
As :	0,180	% -	0,200	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 0.10%	=	0,000	0,000 %		
Sb :	0,020	% -	0,200	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 0.10%	=	0,000	0,000 %		
Fe :	6,580	% -	8,000	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,000	0,000 %		
SiO <sub>2</sub> :	1,560	% -	2,500	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,000	0,000 %		
Hg :	30,000	ppm -	30,000	=	0,000	% x	1,50	\$/DMT / 10 ppm	=	0,00	0,000 %		
Bi :	0,020	% -	0,050	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 0.01%	=	0,00	0,000 %		
Pb :	3,120	% -	3,000	=	0,120	% x	3,00	\$/DMT / 0.01%	=	36,00	8,144 %		
Cd :	0,020	% -	0,050	=	0,000	% x	2,00	\$/DMT / 0.01%	=	0,00	0,000 %		
S :	33,000	% -	34,000	=	0,000	% x	3,00	\$/DMT / 1.00%	=	0,00	0,000 %		
							<b>442,048</b>	100,000 %					
							<b>716,382</b>						
							<b>716,382</b>						
<b>TOTAL VALUE MATERIAL</b>							13,819	X US\$	716,382	DMT	US\$ TOTAL	9.899,42	
<b>IGV</b>								Adjustment				1.781,90	
<b>TOTAL VALUE + IGV</b>								18%				<b>11.681,32</b>	
							<b>Valor del Mineral Zn \$/Ton</b>					<b>82,495</b>	