

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**METALÚRGICA**



**T E S I S**

**Verificación de la efectividad de colectores en la recuperación de plomo en  
la planta concentradora El Porvenir en el distrito de San Francisco de  
Yarusyacan – Pasco – 2023**

**Para optar el título profesional de  
Ingeniero Metalurgista**

**Autor:**

**Bach.Melzi Lucila SALCEDO JACO**

**Asesor:**

**Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**METALÚRGICA**



**T E S I S**

**Verificación de la efectividad de colectores en la recuperación de plomo en  
la planta concentradora El Porvenir en el distrito de San Francisco de  
Yarusyacan – Pasco – 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Manuel Antonio HUAMÁN DE LA CRUZ**

**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N°038-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Verificación de la efectividad de colectores en la  
recuperación de plomo en la planta concentradora El  
Porvenir en el distrito de San Francisco de Yarusyacan –  
Pasco – 2023**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

**Bach. SALCEDO JACO, Melzi Lucila**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. SURICHAQUI HIDALGO, Marco Antonio**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Metalúrgica**

Índice de Similitud

**22%**

**APROBADO**

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 6 de febrero del 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requiza Carhujal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A dios, por nuestra existencia

A mis padres, por su amor y constancia

En mi persona

## **AGRADECIMIENTO**

En este trabajo de investigación realizada expreso mis agradecimientos a mis familiares nucleares por el apoyo brindado en cada momento, a mis docentes de la E. F. P. de Ingeniería Metalúrgica por el desempeño presentado en mi formación profesional, a los Ingenieros de la Unidad Minera Milpo, por permitirme desarrollar el trabajo de investigación.

## RESUMEN

La Unidad Mineral El Porvenir de la Compañía Minera Milpo S.A.A. de NEXA Resources Perú S.A.A., con una explotación de Mina polimetálica subterránea más profunda del Perú con uno de los piques y sistemas de izaje de mineral, de mayor profundidad en Sudamérica presenta un proceso productivo de minado subterráneo con flotación de mineral en planta concentradora obteniendo una producción de concentrados de zinc, cobre y plomo con contenidos de oro y plata, en este proceso se realizan diversas actividades como la conminución de su mineral en las etapas de chancado primario y secundario con zarandeo, en la etapa de molienda con clasificación de hidrociclones en circuito cerrado, una eliminación de agua mediante espesadores y filtros con un despacho de concentrados hacia la capital con volquetes tipo góndolas, en el laboratorio químico metalúrgico se hacen ensayos diarios de las muestras extraídas del interior mina, en la metalurgia se hacen pruebas metalúrgicas de dichas muestras con la finalidad de optimizar resultados y control de operación, dentro de ello estaba previsto realizar pruebas metalúrgicas para saber el grado de efectividad de reactivos de flotación que empresas comercializadoras hacen llegar a la gerencia, es motivo de esta investigación cuyos resultados es que a los 16 minutos de molienda se tiene un 61% de malla -200, con una dosificación de reactivos controlados en cada proceso que son sulfato de zinc equivalente a 10.6 ml, cianuro de sodio igual a 2.5 ml, colector 14 ml, Z-11 equivalente a 0,8 ml, espumante MIBC igual a 24,8 ml, y un pH que fluctúa entre 9.3 a 10. Cuyo resultado en la prueba metalúrgica estándar A-3418 su porcentaje de distribución es 65,73 % de Ag y 85,68% de Pb, y en la prueba metalúrgica con remolienda de 5 minutos en MT – 738 el porcentaje de distribución es de 79,01% de Ag y 889,04% de Pb, con un costo de reactivo A-3418 de 17,01 \$/kg y MT-738 de 17, 75 #/kg. Debiendo tomar la decisión la gerencia de operaciones

**Palabras Claves:** Efectividad de colectores y recuperación de plomo

## ABSTRACT

The El Porvenir Mineral Unit of Compañía Minera Milpo S.A.A. of NEXA Resources Perú S.A.A., with an exploitation of the deepest underground polymetallic mine in Peru with one of the deepest shafts and mineral lifting systems in South America, presents a productive process of underground mining with mineral flotation in a concentrator plant obtaining a production of zinc, copper and lead concentrates with gold and silver content, in this process various activities are carried out such as the comminution of its ore in the stages of primary and secondary crushing with screening, in the grinding stage with classification of hydrocyclones in closed circuit, water elimination through thickeners and filters with a shipment of concentrates to the capital with gondola-type dump trucks, in the chemical metallurgical laboratory daily tests are carried out on the samples extracted from the mine interior, in the metallurgy metallurgical tests are carried out on these samples with the purpose of optimizing results and operation control, within this it was planned to carry out metallurgical tests to know the degree of effectiveness of flotation reagents that marketing companies send to management, which is the reason for this investigation whose results are that the 16 minutes of grinding results in 61% -200 mesh, with a dosage of controlled reagents in each process, which are zinc sulfate equivalent to 10.6 ml, sodium cyanide equal to 2.5 ml, collector 14 ml, Z-11 equivalent to 0.8 ml, MIBC foaming agent equal to 24.8 ml, and a pH that fluctuates between 9.3 to 10. Whose result in the standard metallurgical test A-3418, its distribution percentage is 65.73% of Ag and 85.68% of Pb, and in the metallurgical test with 5minute grinding in MT – 738 the distribution percentage is 79.01% of Ag and 889.04% of Pb, with a cost of reagent A-3418 of \$17.01 /kg and MT-738 of 17.75 #/kg. The decision must be made by operations management.

**Keywords:** Effectiveness of collectors and Lead recovery

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de minerales polimetálicos en nuestro país y en especial en el centro de nuestro país, es una práctica común debido a los yacimientos mineros existentes, en lo que se refiere a la Unidad Mineral El Porvenir de la Compañía Minera Milpo, el tratamiento de sus minerales en su planta concentradora esta centrada en la concentración por espumas llamado flotación de los concentrados de plomo con contenidos de plata y oro, concentrado de zinc y que los recales son enviados a interior mina para mitigar la contaminación ambiental, la investigación realizada el cual presentamos esta dedicada a verificar le eficiencia de los colectores en la flotación de plomo para ello se debe de controlar en primer lugar la distribución granulométrica, notando que a los 16 minutos de molienda se tiene una partícula liberada, el control de algunas de las variables y dosificación de los colectores en estudio en las cantidades adecuadas y el costo que representa cada uno de ellos.

El trabajo de investigación consta de un formato que está diseñado por el reglamento de grados y títulos donde se incluye lo siguiente:

capítulo i. problema de investigación: identificación y determinación del problema, formulación del problema, formulación de objetivos, justificación de la investigación, limitaciones de la investigación.

capítulo ii. marco teórico: antecedentes de estudio, bases teóricas – científicas, definición de términos básicos, formulación de hipótesis, identificación de variables, definición operacional de variables e indicadores.

capítulo iii. metodología y técnicas de investigación: tipo de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos,

tratamiento estadístico, selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación, orientación ética.

capítulo iv. resultados y discusión: descripción del trabajo de campo, presentación, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis, discusión de resultados.

las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLA

ÍNDICE DE GRAFICO

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas específicos: .....	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación. ....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas - Científicas .....	9
2.2.1. Flotación .....	9
2.2.2. Mecanismo de flotación.....	10

2.2.3. Las burbujas de aire en la flotación.....	14
2.2.4. Adhesión de la partícula de mineral con la burbuja de aire.....	14
2.2.5. Cinética de flotación.....	15
2.2.6. Variables de flotación.....	15
2.2.7. Reactivos de flotación.....	17
2.3. Definición de términos básicos.....	22
2.4. Formulación de hipótesis.....	23
2.4.1. Hipótesis general.....	23
2.4.2. Hipótesis específicas.....	24
2.5. Identificación de variables.....	24
2.5.1. Variable Dependiente.....	24
2.5.2. Variable Independiente.....	24
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	24

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Tipo de Investigación.....	25
3.2. Nivel de Investigación.....	25
3.3. Métodos de investigación.....	26
3.4. Diseño de investigación.....	26
3.5. Población y muestra.....	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
3.8. Tratamiento estadístico.....	29
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	29

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	30
--	----

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	41
4.3. Prueba de Hipótesis.....	58
4.4. Discusión de resultados.....	62

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1: ETAPAS DE OPERACIÓN DE PLANTA CONCENTRADORA .....	31
TABLA 2: MOLIENDABILIDAD .....	42
TABLA 3: RADIO DE REDUCCIÓN .....	43
TABLA 4: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MOLIENDABILIDAD .....	44
TABLA 5 : DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO .....	45
TABLA 6: ANÁLISIS DE REGRESIÓN ESTADÍSTICA DE MALLA VALORADA .....	47
TABLA 7: TABLA N° 7 : PRUEBA ESTÁNDAR A-3418 .....	50
TABLA 8: PRUEBA MT – 4320 .....	51
TABLA 9: PRUEBA MT - 738 .....	52
TABLA 10: PRUEBA FLOTTEC 2805 .....	53
TABLA 11: PRUEBA ESTÁNDAR REMOLIENDA A - 3418 .....	54
TABLA 12: PRUEBA ESTÁNDAR REMOLIENDA MT - 4234 .....	55
TABLA 13: PRUEBA ESTÁNDAR REMOLIENDA MT-738 .....	56
TABLA 14: PRUEBA ESTÁNDAR REMOLIENDA FLOTTEC 2805 .....	57
TABLA 15: PRUEBA METALÚRGICA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR A-3418 .....	58
TABLA 16: PRUEBA METALÚRGICA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR MT - 4320 .....	58
TABLA 17: PRUEBA METALÚRGICA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR MT-738 .....	59
TABLA 18 : PRUEBA METALÚRGICA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR FLOTTEC 2805 .....	59
TABLA 19: PRUEBA METALÚRGICA CON REMOLIENDA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR A – 3418 .....	60
TABLA 20: PRUEBA METALÚRGICA CON REMOLIENDA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR MT- 4320 .....	60
TABLA 21: PRUEBA METALÚRGICA CON REMOLIENDA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR MT- 738 .....	60

TABLA 22: PRUEBA METALÚRGICA REMOLIENDA DE FLOTACIÓN CON COLECTOR FLOTTEC

2805..... 61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DIAGRAMA DE FLUJO DEL CIRCUITO DE MOLIENDA .....	36
GRÁFICO 2: DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE PLOMO – COBRE.....	39
GRÁFICO 3: ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	41
GRÁFICO 4: CURVA DE MOLIENDABILIDAD DEL MINERAL EL PORVENIR .....	43
GRÁFICO 5: CURVA DE RADIO DE REDUCCIÓN DEL MINERAL EL PORVENIR .....	43
GRÁFICO 6: CURVA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MINERAL EL PORVENIR .....	44
GRÁFICO 7: CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MINERAL EL PORVENIR DE LAS ZARANDAS .....	46
GRÁFICO 8: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN BULK ESTÁNDAR A3418.....	50
GRÁFICO 9 : DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN MT - 4320 .....	51
GRÁFICO 10: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN MT – 738 .....	52
GRÁFICO 11: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN FLOTTEC 2805 .....	53
GRÁFICO 12: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN BULK REMOLIENDA ESTÁNDAR A3418.....	54
GRÁFICO 13: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN BULK REMOLIENDA MT-4234 .....	55
GRÁFICO 14:DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN BULK REMOLIENDA MT-738.....	56
GRÁFICO 15: DIAGRAMA DE PRUEBAS DE FLOTACIÓN BULK REMOLIENDA FLOTTEC 2805 .....	57

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La empresa minera Nexa es la propietaria de la unidad minera Milpo y de la unidad minera Atacocha, en la región Pasco, en la Unidad minera Milpo esta las instalaciones de la planta concentradora El Porvenir que consta de las operaciones de chancado en seco, molienda en húmedo para la reducción de los minerales del tipo skarn distal, que muestra una mineralización con presencia de esfalerita, galena y pirita, con contenidos de oro y plata.

De la unidad minera consideramos de una adecuada gestión de relaves que es crítica y para ello se implementa procesos eficientes y monitoreos constantes con el fin de contar con una operación sostenible. Todo ello con la finalidad de trascender en el cumplimiento de normativas presentando como objetivos:

- Reducir la generación de relaves.
- Desarrollar nuevas soluciones de eliminación de relaves.

- Incrementar la recuperación de mineral. metalúrgico en el proceso de beneficio.

La unidad minera Milpo está abocado en la innovación implementando sus esfuerzos para consolidar su eficiencia operacional y la reducción de impactos ambientales a través de inversión en tecnología e innovación desarrollando nuevas soluciones en el proceso operacional.

Bajo esta preocupación de la Unidad minera Milpo en la planta concentradora el Porvenir se viene ejecutando diversas investigaciones con la finalidad de reducir costos e incrementar los resultados de sus concentrados, para ello se notó que en la flotación diferencial de la galena conocido en el mundo minero como plomo su baja recuperación, para poder maximizar el procesos se ha planteado correr pruebas de flotación con diversos tipos de colectores tomando constante la dosificación de los diversos reactivos, asimismo se plantea tomar una granulometría constante es decir que el tamaño de partícula sea idéntico para cada prueba.

## **1.2. Delimitación de la investigación.**

La planta concentradora El Porvenir es parte de la Unidad Mineral Milpo del Grupo Nexa que se ubica en el Centro poblado de San Juan de Milpo en el distrito de San Francisco de Yarusyacan, en la región Pasco.

El trabajo de investigación se plantea realizar en los meses de setiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero del presente año.

El trabajo de investigación se realizará en el circuito de flotación de plomo tomando muestras de las celdas de flotación rougher, como también se desarrollará pruebas en el laboratorio experimental de química y metalúrgico y los cálculos se harán en la oficina de la planta.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo realizar la verificación de la efectividad de colectores en la recuperación de plomo en la planta concentradora El Porvenir?

#### **1.3.2. Problemas específicos:**

1. ¿Cuál será la granulometría adecuada en verificación de la efectividad de colectores en la recuperación de plomo en la planta concentradora El Porvenir?
2. ¿Qué colectores se empleará para la verificación de su efectividad en la recuperación de plomo en la planta concentradora El Porvenir?
3. ¿Cuál sería el costo del colector en la verificación de su efectividad en la recuperación de plomo en la planta concentradora El Porvenir?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Verificar la efectividad de los colectores para recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la granulometría adecuada en la verificación de la efectividad de colectores para recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.
2. Identificar el colector que se empleará para la verificación de su efectividad para recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.
3. Determinar el costo del colector en la verificación de su efectividad en la recuperación de plomo en la planta concentradora El Porvenir.

### **1.5. Justificación de la investigación.**

**Técnica.** En las actividades de procesamiento de minerales polimetálicos en el área de flotación hay diversidad de parámetros que se pueden controlar entre ellos está los colectores, espumantes, depresores, modificadores, etc, etc, en nuestra investigación se está verificando la eficacia de los colectores en la flotación rougher de plomo con la finalidad de obtener buenos resultados.

**Económica.** Si se considera que un colector es eficaz en comparación de los demás colectores se podrá comparar los costos ya que a la empresa llega muestras de colectores con sus precios entonces el beneficio es doble buena recuperación a bajo costo y una mejor comercialización con mayores ventajas económicas a favor de la empresa y trabajadores.

**Medio ambiente.** Visto que la molienda es un proceso de quien depende la calidad y la recuperación de los minerales valiosos y el uso de los reactivos eficaces obteniendo mayor recuperación de Pb en el rougher evitando la sobre molienda y evitando el desplazamiento de minerales de interés hacia el relave general como lamas, entonces tendrá efectos positivos en el cuidado del medio ambiente, y la ecología, así mismo se estaría elevando el nivel de protección de la salud de la población aledaña.

### **1.6. Limitaciones de la investigación.**

**Limitación teórica.** Los representantes operativos de la Unidad Minera Milpo argumentan que no se brinda información ya que es estrictamente privada, por el cual implico mayor tiempo de espera para la obtención de datos. Así mismo la escasez de fuentes relevantes o actualizadas en el tema de investigación fue limitante.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en su publicación Alicia se encuentra la publicación de una tesis de pregrado de los autores **Alvarado Dávila César Manuel, Plasencia Fernández Olga Esther**, (2016) cuya tesis lleva como título “**Influencia de la dosificación de los colectores AP-3418 y AR-404 sobre la recuperación de plomo y zinc por flotación selectiva de un mineral polimetálico de la empresa Minera Occidental 2 de Cajamarca S.R.L.**” dando a conocer en su resumen lo siguiente: Se estudió la influencia de la dosificación de los colectores AP-3418 y AR-404 sobre la recuperación de plomo y zinc por flotación selectiva de un mineral polimetálico, del nivel 2 de la veta murciélagos de la empresa Minera Occidental 2 de Cajamarca S.R.L. El estudio experimental se realizó en una celda de flotación de laboratorio, modelo Denver D-12, utilizando mineral con una granulometría 60% -200 mallas con una ley de 4.48% de plomo y 14.82% de Zinc. El resultado del estudio de la flotación concluyó que, la

recuperación de plomo sin uso de colectores es de 32.29 % y con la dosificación de los dos colectores, la recuperación es de 50.29 %. Para la recuperación de zinc sin uso de colectores es de 49.38 % y con la dosificación de los dos colectores la recuperación es de 56.50%. Los resultados son confirmados mediante análisis de varianza para un nivel de confianza de 95%. De esto se concluye que la recuperación de plomo por la influencia del 21colector AP-3418 es de  $F_0 = 179.59$  es mayor al  $F_{0.05;2;18} = 3.55$ , y la influencia del colector AR-404 es de  $F_0 = 622.69$  es mayor al  $F_{0.05;2;18} = 3.55$  y con la influencia de los colectores AP-3418 y AR-404 es de  $F_0 = 70.87$  es mayor al  $F_{0.05;4;18} = 2.93$ , obtenido de manera tabular. Esto confirma la aceptación de la hipótesis alterna, por lo tanto, la influencia de estos colectores de manera individual como en conjunto si afectan significativamente en la recuperación de plomo. Los resultados son confirmados mediante análisis de varianza para un nivel de confianza de 95%. De esto se concluye que la recuperación de zinc por la influencia del colector AP-3418 es de  $F_0 = 123.46$  es mayor al  $F_{0.05;2;18} = 3.55$ , y la influencia del colector AR-404 es de  $F_0 = 312.89$  es mayor al  $F_{0.05;2;18} = 3.55$  y con la influencia de los colectores AP-3418 y AR-404 es de  $F_0 = 492.51$  es mayor al  $F_{0.05;4;18} = 2.93$ , obtenido de manera tabular. Esto confirma la aceptación de la hipótesis alterna, por lo tanto, la influencia de estos colectores de manera individual como en conjunto si afectan significativamente en la recuperación de zinc.

En la Universidad Nacional Del Centro del Perú, en la Facultad de Ingeniería de Metalúrgica y de Materiales los bachilleres **Gavancho Valderrama, Junior David Jimenez Carhuamaca, Frank Osman** (2018) sustentan la tesis “**Optimización del circuito de flotación de Pb-Ag**”

**modificando la concentración del colector AP-3418 en la Planta Concentradora Lincuna 2018**” en cuyo resumen nos manifiestan que “nuestra compañía en estudio Minera Lincuna S.A., evaluando el porvenir de la empresa, analizando su porvenir económico, sus procesos diseñados en forma no ordenada, teniendo la existencia de minerales polimetálicos con el Cu, Zn y Pb, analizamos la modificación del colector AP-3419y evaluando y estudiando la distribución y evaluar sus etapas, servirá y servirá para ver las consecuencias que servirá para los trabajadores. En la actualidad las estrategias de mejora sobre un proceso, nos conllevan a analizar el total de los procesos como la suma de cada uno de esos procesos, como dice la suma de todo es mayor que las partes, el factor organización para modificar dentro del proceso un reactivo es muy interesante y un logro que muchas empresas no corren el riesgo. Al analizar los procesos en especial énfasis el balance metalúrgico es aceptable ya que se cumplen con lo programado del mes que es de una calidad de 60% en el Pb y 45\$ en el Zn. En función a las recuperaciones son las programadas en la Ag es de 87.5% en el Pb es de 92% y en el Zn es de 85%. Con el siguiente detalle vemos que el siguiente trabajo de investigación contribuirá a la mejora en los procesos y redundará en el bienestar de la empresa”

Universidad Nacional de Trujillo en la Facultad De Ingeniería en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Metalúrgica, los autores: Saldaña Paz, Sósimo y Sánchez Ascencio, Ronald (2017) sustentan la tesis intitulada **“Influencia el tamaño de partícula y dosificación del aerophine 3418 sobre la recuperación y porcentaje en el concentrado de plomo-plata (pb-ag) por flotació de un mineral sulfuroso procedente de la empresa minera Glore Peru S.A.C.”** en su resumen dan a conocer que “Se estudió la influencia del

tamaño de partícula y dosificación del Aerophine 3418 sobre la recuperación y ley en el concentrado de plomo-plata por flotación de un mineral tipo sulfuro procedente de la Empresa Minera Glore Perú S.A.C. ubicado en el distrito de Santa Ana de Tusi, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco. El mineral fue analizado en el laboratorio de procesamiento de minerales de la Universidad Nacional de Trujillo dando como resultados: en plata 51.85 oz/TC, 18.97% Pb, 7.45% Zn, 4.30% Fe, 0.08% Cu y 0.14% As, esto nos indica que el mineral presenta altas cantidades de plomo y plata. Como variables independientes se usó tamaño de partícula, en tres niveles: 50% - #m200, 60% - #m200 y 70% -#m200; y dosificación del Aerophine 3418, en tres niveles: 20 g/TMS, 30 g/TMS y 40 g/TMS. Para cada nivel se realizó dos repeticiones haciendo un total de 18 muestras. Las variables dependientes son el porcentaje de recuperación de plomo y plata, la ley en el concentrado (Pb-Ag). Los resultados muestran que a mayor dosificación de Aerophine 3418 hay mayor recuperación de plomo y plata, sin embargo, la ley del concentrado Pb-Ag, tienden a disminuir. Con el tamaño de partícula se ve que solo influye en la recuperación de plomo y plata y no influye en el grado de concentración de plomo y plata en el concentrado. Con un nivel de confianza de 95%, la mayor recuperación se da con la siguiente condición de operación: tamaño de partícula 60% -#m200 y 40 g/TMS de dosificación de Aerophine 3418, obteniendo recuperación 90.78% para el plomo con ley de 72.87 % y recuperación de 86.10% para la plata con ley de 208.02 oz/TC.”

## **2.2. Bases teóricas - Científicas**

### **2.2.1. Flotación**

La flotación de minerales presenta un mecanismo físico – químico que se utiliza para la separación de sólidos finamente molidos. La separación de estos sólidos conocidos como mena y ganga, es realizada por la colisión y adherencia selectiva de la superficie de la partícula de mineral de interés a una burbuja de aire o a un líquido. La adherencia de la partícula a la fase gaseosa es por la propiedad hidrofóbica o a la fase líquida por la propiedad hidrofílica que es en la mayoría de los casos, ayudada grandemente por una modificación de la superficie de la partícula mineralizada, para esa modificación se agrega reactivos químicos activos sobre la pulpa de mineralización (Chía, 1990, cap7. Pp, 7-1).

La flotación presenta un mecanismo de separación de minerales de distinto génesis y cristalización que se efectúa en pulpas acuosas por medio de burbujas de aire (gas) y a base de su propiedad de afinidad a la burbuja y repelencia al agua. Es decir, es un mecanismo de separación, donde se trata de individualizar a las especies que están presentes en una mezcla llamada pulpa, esta separación puede adoptar diversas formas, como ejemplo, la flotación bulk en que se produce la separación de varios componentes en dos grupos, de los cuales el producto llamado concentrado, contiene por lo menos dos o más componentes y la flotación selectiva o diferencial donde se realiza la separación de minerales complejos en productos que contienen no más de una especie en forma individual. (Sutulov, 1963, p. 13).

### 2.2.2. Mecanismo de flotación

El mecanismo de flotación está presente en tres fases en la celda de flotación, siendo éstas: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está representada por los minerales a separar. La fase líquida es el agua, por sus propiedades específicas ésta constituye un lugar ideal para las separaciones de los minerales. El sólido y el agua, antes de aplicar el mecanismo de flotación, se descarga del molino en forma de pulpas que pueden contener desde 30% hasta 40% de sólidos. El gas utilizado en las separaciones de sólidos es el aire que se inyecta en la pulpa para formar las burbujas que son los que transportan a los sólidos mediante la adherencia hacia la parte superior de la celda. (Sutulov, 1963, p. 33).

- **Fase sólida.** Los sólidos tienen una estructura cristalina, que es consecuencia de la composición química, presentando moléculas, iones y átomos formando un cuerpo complejo. Esta estructura compleja que presentan los minerales es conocida como enlaces químicos que rigen entre átomos y que forman las moléculas son mucho más fuertes llamada fuerzas de Van der Waals. En el proceso de flotación, nos interesa las fuerzas medianas y débiles de los enlaces químicos y físicos y las fuerzas residuales moleculares que explican otros fenómenos secundarios. Cada partícula sólida que se trata por el mecanismo de flotación, está relacionado al tamaño de la partícula (cuanto más pequeño sea esta partícula mayor será su área de adsorción), fenómeno que va acompañado por el rompimiento de los enlaces químicos con la creación de fuerzas residuales en su superficie. Esta superficie y no la estructura interior del mineral es la que determina el comportamiento de la especie en la flotación. Las nuevas superficies formadas son de importancia si los cristales son los iones, átomos o moléculas y si tienen planos de

clivaje. Todos estos factores determinan la ruptura del sólido al aplicarle una fuerza exterior y el tipo de superficie formada. Las propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas determinan la flotabilidad de los minerales por ejemplo los minerales nativos son hidrofóbicos es decir son flotables y están directamente relacionados con su polaridad. Se puede establecer que los minerales apolares igual que los compuestos químicos apolares son simétricos en su estructura, no intercambian electrones en sus moléculas, no se disocian en iones y son químicamente inactivos. Estos compuestos apolares son también repelentes al agua, no reaccionan con los dipolos de agua. Como el grafito, azufre nativo, molibdenita y otros sulfuros, estos minerales tienen enlaces covalentes (Sutulov, 1963, p. 33-35).

- **Fase líquida.** En el agua se efectúa la flotación, tiene propiedades específicas que la hacen de interés teórico en el mecanismo de flotación. Las moléculas de agua formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno que están ligados por medio de dos enlaces covalentes. Estos enlaces hacen que los átomos de hidrógeno y del oxígeno, formen entre sí un ángulo de  $109^{\circ}30'$ . Este ángulo es la causa de la distribución asimétrica de las cargas eléctricas en la molécula de agua. Las cargas asimétricas forman entre sí un dipolo que comunica a las moléculas de agua fuertes propiedades polares. La gran polaridad que tiene el agua es la razón por la que no existe moléculas monomoleculares. La misma polaridad es la causa de la hidratación de los iones en solución acuosa. Los iones metálicos y aniones se asocian con las moléculas de agua, siendo el número de moléculas directamente proporcional a la carga eléctrica de los iones e inversamente proporcional a

su tamaño. De este modo, mientras mayor es la carga del ion y menor es su diámetro, mayor es su hidratación (Sutulov, 1963, p. 36-37).

- **Fase gaseosa.** Tiene distintos aspectos en el mecanismo de flotación los cuales son:
  - 1) El aire influye químicamente en el mecanismo de flotación;
  - 2) Es el medio de transporte de las partículas de mineral hasta la superficie de la pulpa.

El ingreso del aire en la pulpa tiene un carácter doble: El agua trae una cierta cantidad de aire disuelto; y por otra parte, el aire que ingresa mecánicamente en la pulpa por medio de las máquinas de flotación.

La activa adsorción de los gases sobre la superficie de los minerales y la actividad química, es de considerable importancia, la humedad en presencia de oxígeno aumenta la oxidación. Las burbujas de aire no se fijan directamente sobre las superficies de las partículas de minerales, si antes no han adsorbido una cierta cantidad de gas, principalmente oxígeno. Este gas adsorbido cambia el potencial de la superficie y repela al agua. Es así que las partículas repelentes al agua son partículas con afinidad al aire, o sea, son hidrofóbicas. En este sentido la partícula con afinidad al agua es hidratada y son hidrofílicas. (Sutulov, 1963, p. 38-39).

- **Interfase Gas-Líquido.** Todo líquido o sólido que está en equilibrio con el vapor se caracteriza por la presencia en su superficie de cierta cantidad de energía libre cuya magnitud está definida por la tensión superficial. En el líquido las moléculas ejercen una serie de influencias que se atraen o se repelen mutuamente; estas fuerzas están compensadas entre sí dentro del líquido y la resultante de ella es cero. Las moléculas que están en la

superficie no son compensadas, la mitad del volumen está orientada hacia la fase gaseosa en la que la dilución de la materia es del orden en que representa el vacío y no hay suficiente molécula para adsorber la presión de la película superficial. Es así que se crea una cantidad de energía libre donde la magnitud se mide por la tensión superficial. (Sutulov, 1963, p. 39).

- **Interfase Sólido-Líquido.** Las partículas sólidas sumergidas en el agua son objeto de hidratación, dependiendo del carácter de la superficie del sólido, en la que las características eléctricas que están en la superficie. La hidratación es más fuerte, en los minerales en las que se rompieron los enlaces químicos, por ejemplo, los enlaces iónicos o covalentes. Cuando las fuerzas eléctricas residuales son débiles, la hidratación es débil. Esto sucede con los minerales que rompen los planos de clivaje, en consecuencia, no hay destrucción de enlaces químicos (Sutulov, 1963, p. 43).
- **Potencial electroquímico.** El proceso de hidratación se desarrolla en forma dispareja. Por ejemplo, al hidratarse la red cristalina del enlace iónico, los cationes se hidratan y se disuelven con mayor velocidad que los aniones. Esto produce un desequilibrio eléctrico del sistema, donde las superficies de los sólidos son cargados negativamente. Entonces para el equilibrio del sistema sólido-líquido, la superficie que es cargada negativamente en primer lugar cesará la disolución de cationes presentes en la red cristalina y, en segundo lugar, la solución atraerá los iones cargados positivamente. Es así, en que entre la superficie del sólido y el líquido se formará el potencial eléctrico dando origen a la doble capa eléctrica. El potencial eléctrico formado por la doble capa eléctrica de iones de la solución y la superficie cargada eléctricamente se denomina potencial electroquímico.

La doble capa eléctrica en la flotación es de mucha importancia, influyendo directamente en la adsorción de los reactivos de flotación sobre la superficie de los minerales. Se observó que existe una relación directa entre el valor del potencial eléctrico y la cantidad de iones adsorbidos. Ejemplo, en la adsorción de moléculas orgánicas se aumenta en la disminución del potencial y es máximo cuando el potencial es igual a cero. La propiedad repelente del agua en la superficie del mineral tiene una relación directa con el potencial de la doble capa eléctrica. La doble capa eléctrica del mineral que forma un fuerte campo eléctrico atraerá la molécula e ion de alta constante dieléctrica. (Sutulov, 1963, p. 43-45)

### **2.2.3. Las burbujas de aire en la flotación**

Taggart en su libro considera que las burbujas de aire que están generados por las paletas del impulsor que giran a gran velocidad forman zonas de baja presión en la pulpa, permitiendo el burbujeo del aire disuelto en el agua. Esta teoría es acertada parcialmente y no se acepta en forma absoluta, en una celda de flotación es evidente que una parte del aire que participa en el transporte de la partícula de mineral proviene de la agitación mecánica y aireación.

### **2.2.4. Adhesión de la partícula de mineral con la burbuja de aire**

La burbuja de aire que es una película hidratada en la cual es la unión íntima entre la espuma que la parte polar de la molécula tensoactiva y el agua cuya molécula es polarizada. La partícula mineral que es cubierto por el colector contiene una película de agua que se adherido a la superficie, es decir que el colector no cubre totalmente la superficie del mineral, presentándose intersticios que son activados y es ocupado por los dipolos del agua. Donde cada partícula

de mineral y cada burbuja de aire contienen una película hidratada y se acercan una a la otra, eliminando el agua que las separa para formar una unión, es así que se soluciona el problema de las películas hidratadas. (Sutulov, 1963, p. 57-58).

#### **2.2.5. Cinética de flotación**

Es la velocidad de la espuma cargada con partículas de mineral llamado concentrado que rebalsa de la celda de flotación en un tiempo mínimo y la identificación cuantitativa de las variables que están controladas. (Apaza, 2015, p. 5).

En la flotación a nivel experimental o a nivel industrial que dura varios minutos, están presente centenares de partículas de mineral y centenares de burbujas de aire. Sin considerar el mecanismo de flotación se pregunta ¿cómo se adhieren las partículas de mineral con las burbujas de aire?, se puede dar como respuesta es la colisión y adherencia que provoca el colector para estudiar como fenómeno estadístico, para ello se utilizan los factores cinéticos que participan en el proceso de flotación. (Sutulov, 1963, p. 62).

#### **2.2.6. Variables de flotación**

- **Granulometría del mineral**

El mineral para que sea flotado tiene que ser reducido en su tamaño donde cada partícula sea una sola especie mineralógica; por lo que su tamaño pequeño tiene que ser apropiado para que la burbuja de aire pueda llevar hacia la superficie de la celda de flotación. En la practica el tamaño máximo de la partícula que pueda flotar está considerada con un 65% malla -200, en este tamaño depende de la naturaleza del mineral y de su peso específico. Si el mineral que va a

flotar no debe ser molido hasta el punto de lamas ya que las recuperaciones van a disminuir, las partículas que tienen inclusiones de minerales de la ganga tienen una flotabilidad inferior que las partículas liberadas. Si el mineral está acompañado por una ganga como silicatos llamados mixtos, su liberación o separación produce cantidad de lamas que perjudica la flotación. (Sutulov, 1963, p. 116-117).

- **Influencia de las partículas finas**

Las partículas finas (material lamoso) causa daño al proceso de flotación y es de carácter doble:

- 1) Las partículas de mineral de diámetro pequeño no flotan bien, y
- 2) Las partículas de mineral de diámetro pequeño perjudica la flotación en comparación a las partículas de tamaño adecuado.

Las partículas finas tienen menor probabilidad de adherirse a una burbuja de aire es decir que la unión entre la partícula de mineral y la burbuja de aire es necesario que la partícula de mineral pueda vencer una barrera energética para acercarse a la burbuja de aire. Este esfuerzo de la partícula de mineral para vencer las capas hidratadas que posee la burbuja. Entonces, para llegar a vencer esta barrera la partícula de mineral debe tener una superficie y masa apropiada. Al reducir su masa en mil veces, desaparece el factor energético para que se une con la burbuja. El pequeño tamaño de la partícula es el aumento desproporcionado de la superficie del mineral, esto significa un aumento de la adsorción y el consumo de reactivos de flotación; por otro lado, significa mayor solubilidad del mineral y

excesiva al fenómeno secundario tal es, como la oxidación; la gran dispersión de la materia se manifiesta en fenómeno como el aumento de la viscosidad de la pulpa, recubrimiento de la espuma con una película estable. (Sutulov, 1963, p. 118-119).

- **Densidad de la pulpa**

La Pulpa que es transportada por tuberías desde el rebalse del clasificador hacia las celdas de acondicionamiento y luego al circuito de flotación, esta pulpa está contenida de partículas finas ya liberadas con agua, las partículas gruesas retornan al circuito de molienda en ambos casos se da la lectura de la densidad.

La densidad de la pulpa en el circuito de flotación depende de varios factores entre ellos tenemos la influencia del tamaño granulométrico del mineral en el rebalse. Ejemplo, en un clasificador es necesario una consistencia del 30% de sólidos para obtener un rebalse de más o menos 67% malla menos 200. Si se aumenta el porcentaje de sólidos en 35% el producto va a ser más grueso, es decir, baja a un 63% malla menos 200 y al menorar el porcentaje sólidos en 25%, el rebalse será más fino donde sube a un 70% malla menos 200. (Sutulov, 1963, p. 120).

### **2.2.7. Reactivos de flotación**

Los reactivos de flotación son sustancias orgánicas e inorgánicas que se usa para modificar las condiciones del mecanismo físico – químico de la flotación de minerales (Linares, 2010, p. 3).

Los reactivos de flotación se clasifican en:

- 1) Colectores, tienen la función de proporcionar propiedades que repelen al agua en las superficies de los minerales.
- 2) Modificadores, es para la regular las condiciones de funcionamiento de los colectores y aumenta su selectividad.
- 3) Espumantes, permiten la formación de una burbuja estable, de tamaño apropiado para llevar los minerales al concentrado (Sutulov, 1963, p. 68).

- **Colectores.** Son reactivos orgánicos de carácter heteropolar. Su grupo polar es la parte activa que une la superficie del mineral con la burbuja de aire en base a un mecanismo de adsorción (que pueda ser química o física). Si interpretamos este fenómeno podemos decir que contempla la eliminación de una parte de capa hidratada con formación de un contacto trifásico entre aire, agua y mineral. La interface, sólido – líquido y líquido – gas es de gran importancia en la formación de una adhesión y contacto estable, es la función principal del colector al influir a la partícula en la dirección deseada. La adsorción de un colector sobre la superficie del mineral es muy favorecida por el bajo potencial electrocinético, una vez que se realice, disminuye la capa hidratada del mineral, creando buenas condiciones de la superficie del mineral para su unión con las burbujas de aire (Sutulov, 1963, p. 68).

**Clasificación de los colectores.** Los colectores se clasifican en dos grupos:

- ✓ colectores aniónicos, representados por la gran mayoría de los reactivos, y
- ✓ colectores catiónicos, representados por un grupo muy reducido.

Esta clasificación está basada por la disociación del colector sobre el agua, en la parte principal, donde, el radical con buena parte del grupo polar, es catión o anión.

La mayoría de los colectores se disocian de acuerdo a sus radicales junto al grupo polar constituyendo el anión, dejando en la solución un catión que éste puede ser de sodio, de potasio o de calcio o puede ser el mismo hidrogeno. asimismo, un grupo pequeño de colectores, llamado aminas, se disocian en radicales con nitrógeno (siendo primario, secundario, terciario o cuaternario) que forma el catión mientras, que el anión es un hidroxilo (Sutulov, 1963, p. 69)

**Xantatos.** Los xantatos son parte de los colectores que son compuestos orgánicos que se obtienen en reactores por la reacción de bisulfuro de carbono, la soda cáustica o potasa cáustica y un alcohol determinado; el cual, le otorga propiedades colectoras en el circuito de flotación para los minerales sulfurados y polimetálicos. Los xantatos usados como reactivos de flotación, son sales de xantatos de sodio o potasio (como también el ácido ditiocarbónico) para su comercialización son elaborados de alcoholes conteniendo de 2 a 6 átomos de carbono. Los xantatos que poseen cadena larga no son efectivos. Los xantatos son usados como excelentes promotores para todos los minerales sulfurados. En ausencia de modificadores que son esencialmente no selectivos en su acción. En la realidad a medida que el carbono de cadena larga crece, se hace más potente, pero es menos selectivo (Guerrero, 2010, p. 58).

**Dosificación de los xantatos.** Los colectores más usados son los xantatos en la flotación de minerales sulfurados, cobre nativo, metales

preciosos y sales oxidadas de cobre, plomo y zinc. Por ejemplo, los xantatos son poco eficientes para flotar pirrotita y esfalerita, pero si se puede flotar de una manera efectiva después de activarse con iones de metales pesados (Cu, Pb). Los xantatos presentan poca acción colectora en los óxidos, silicatos o sales alcalinotérreas; lo que permite una separación más selectiva de los sulfuros de las gangas (Chia, 1990, cap 9. 9-7).

**Aerophine 3418 (Diisobutil-ditiofosfato de sódio).** Este colector está basado en la química de la fosfina, que originalmente fue desarrollado para los sulfuros de cobre y zinc activado. Es recomendado como una alternativa cuando se requiere una buena selectividad contra ganga sulfurosa en la flotación de sulfuros polimetálicos, es ampliamente utilizado en la recuperación de la galena argentífera cuando está asociada a menas complejas. Es un colector excelente para minerales de galena, chalcopirita, y esfalerita. Su dosificación es baja, tiene una cinética de flotación rápida, presenta una baja contribución a la formación de espuma, haciendo que la operación sea estable y fácil en los circuitos de flotación. Se adiciona en sulfuros complejos como Cu-Pb-Zn-Ag, donde mejora la selectividad e incrementa la recuperación de metales preciosos, como la plata (Guitar et al., 2015, p. 5-6).

- **Modificadores.** Son utilizados para crear condiciones favorables en la superficie del mineral para la selectividad de los colectores. En los modificadores están los reguladores del pH, que puedan ser ácidos y bases inorgánicos que por medio de un mecanismo iónico tiene influencia en el potencial electro-cinético y la presencia de la película

hidratada de los minerales. asimismo, están los activadores que son reactivos repelentes al agua y los depresores, éstos favorecen la hidratación de la superficie del mineral. Es decir, los modificadores son reactivos ácidos, reactivos bases y sales inorgánicas, donde algunos son de origen orgánico (tanino, almidón, etc.)

- **Reguladores de pH.** La cal y la sosa caustica son reactivos que controlan la alcalinidad o acidez de la pulpa de mineral. La cal cambia la concentración del ion hidrógeno de la pulpa de mineral, presentando como propósito el incremento o el decremento de la adsorción del colector, para que los agentes de flotación tengan una efectividad, depende de la concentración de hidrógeno o ion hidroxilo en la pulpa de mineral (Sutulov, 1963, p. 92-94).

Los activadores como el sulfato de cobre tienen la función de acondicionar la superficie del mineral para la adsorción del colector.

Ejemplo, en el uso adecuado del sulfato de cobre para flotar la esfalerita.

Los depresores como el cianuro de sodio tienen como función de evitar la adsorción del colector en la superficie de aquellos minerales que no son valiosos como la pirita para el proceso (Yianatos, 2005, p. 22-23).

- **Espumantes.** Los espumantes son reactivos tensoactivos de carácter heteropolar, que son absorbidos selectivamente en la interface líquido – gas para formar una espuma estable. La parte apolar es un radical orgánico y la parte polar es del grupo hidroxilo (fenoles, cresoles, terpineoles) que los hace tener una afinidad por el agua. El grupo hidroxilo cuando es reemplazado por grupos nitrogenados se unen al agua, como es el caso de las aminas aromáticas (ortoluidina) y piridinas.

Es decir, son productos de la destilación de sustancias naturales (ácido cresílico, aceite de pino, aceite de eucalipto) su composición es compleja en el sentido que son compuestos de varios productos químicos.

La función principal del espumante es otorgar una adecuada resistencia mecánica a la burbuja de aire, manteniéndolas separadas y no permitiendo su unión, es así que pueda presentar una superficie de adherencia adecuada a las partículas de mineral que van a flotar y, por ende, lograr la estabilidad de la espuma de flotación, lo cual redujo su energía libre superficial y la tensión superficial del agua.

La estructura polar del espumante se adsorbe en la superficie de interface agua-aire con el grupo no polar que está orientado hacia el aire y los grupos polares está orientado hacia el agua, por su afinidad al agua (Sutulov, 1963, p. 103- 107).

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Verificación:** es el proceso de confirmar o comprobar la exactitud, autenticidad o validez de algo. O es la revisión de información, documentos, datos, afirmaciones para asegurarse de que sean correctos o verdaderos.

**Efectividad:** Es la capacidad de lograr un resultado deseado o de cumplir con un objetivo específico de manera exitosa.

**Flotación:** Es un proceso físico – químico utilizado en la separación de minerales valiosos de minerales no deseados, mediante la adhesión selectiva de burbujas de aire a las partículas de minerales en suspensión en un líquido.

**Reactivo:** Es una sustancia química que se utiliza en una reacción química para provocar un cambio en otra sustancia.

**Reactivo de flotación:** Es una sustancia química utilizada en el proceso de flotación de minerales para separar minerales valiosos de minerales no deseados (ganga) en una pulpa de mineral.

**Colector:** Es una sustancia química utilizada para mejorar la capacidad de flotación de los minerales valiosos en una pulpa de mineral.

**Recuperación:** Se refiere a la eficacia con la que se separan y concentran los minerales valiosos de una pulpa de mineral a través del proceso de flotación. Es un indicador clave de la eficiencia de la operación de flotación y se expresa en porcentaje.

**Planta concentradora:** Es una instalación industrial utilizada en la minería para procesar minerales y concentrar los componentes valiosos de la mena, separándolos de la ganga o material no deseado.

**Galena:** Es un mineral que se encuentra en la naturaleza como sulfuro de plomo (PbS).

**Minerales Polimetálicos:** Son aquellos que contienen una combinación de varios metales valiosos en una sola mena o depósito mineral. Estos minerales son de gran importancia en la industria minera debido a la presencia de múltiples metales que tienen un valor económico.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Si verificamos la efectividad de los colectores entonces podemos recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

1. Si determinamos la granulometría adecuada en la verificación de la efectividad de colectores entonces podemos recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.
2. Si identificamos el colector que se empleará para la verificación de su efectividad entonces podemos recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.
3. Si determinamos el costo del colector en la verificación de su efectividad en entonces podemos recuperar el plomo en la planta concentradora El Porvenir.

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variable Dependiente

Recuperación del plomo en la planta concentradora.

### 2.5.2. Variable Independiente

Verificación de la efectividad de los colectores

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variabes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Recuperación del plomo.	Obtención del plomo por medio de los colectores	Recuperación del plomo por medio de los colectores	Toneladas por día	Porcentaje
Verificación de la efectividad de los colectores	Verificar la efectividad de diversos colectores	Proceso del mineral en reducción de tamaño y selección del colector más efectivo	Toneladas por día	Toneladas

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de Investigación

Realizando experimentos en el laboratorio se construye nuestros conocimientos; es así, que volviendo a hacer lo que otros ya hicieron, con equipos del laboratorio, con los conceptos teóricos recibidos en la universidad y con una bibliografía adecuada. Con ello se realiza acciones prácticas, trabajos de laboratorio, o consultando a los expertos. En ese sentido, Ruiz et al. (2010) propone una mayor participación de los estudiantes en los proyectos de investigación y en las prácticas de laboratorio. Ellos plantean resultados como excelente cuando desarrollan proyectos. Estos proyectos están en el tipo de investigación **Experimental**.

#### 3.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación que se plantea está relacionada a la causalidad, en que la estadística es insuficiente para completar los objetivos, de esa manera que se tiene que completar con criterios de causalidad, en la que el experimento es el más conocido, pero no muy indispensable para llegar a concluir el estudio.

El experimento es un criterio para demostrar la causalidad, pero no es el único, ni es indispensable, de manera que se puede llegar a una conclusión de causa y efecto sin la necesidad de experimentar. De manera que en el nivel explicativo podemos desarrollar dos tipos de estudios: los estudios observacionales y los experimentales. por ello . (Tecana American University 2002)

### **3.3. Métodos de investigación**

La investigación se aprende investigando, así lo plantea la pedagogía activa y lo manifiesta Dewey (2010) en ¿cómo estamos pensamos? si realizamos investigación estamos construyendo un nuevo conocimiento, y si resolvemos problemas nos hacemos expertos, si desarrollamos proyectos somos proyectistas, para hacer realidad estos recursos es aconsejable la salida al campo, trabajo en laboratorios, análisis de resultados, todo ello nos conlleva a un método de investigación llamada **Aplicada, cuantitativa.**

### **3.4. Diseño de investigación**

La tesis a desarrollarse presenta un **Diseño de investigación explicativa:** donde el pensamiento del investigador es clave, ya que depende de su formación profesional o personal sobre la verificación de la eficacia de los colectores en la recuperación del plomo. Otorgando una explicación sobre la variable independiente que nos ayudará a una buena recuperación de plomo de la variable dependiente, dando a conocer sobre ¿cómo? y ¿por qué? se relacionan con las preguntas de investigación. ([Diseño de investigación. Elementos y características \(questionpro.com\)](#))

### 3.5. Población y muestra

#### Población

Para el trabajo de investigación es de gran importancia conocer a la población, en nuestro caso está determinada por las reservas probadas y probables de la Unidad Mineral El Porvenir de Nexa en Milpo.

<b>RESERVAS</b>	<b>Millones de toneladas</b>	<b>Zn %</b>	<b>Pb %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Ag (oz/t)</b>
<b>Probadas</b>	<b>9,8</b>	<b>3,07</b>	<b>0,97</b>	<b>0,17</b>	<b>1,78</b>
<b>Probables</b>	<b>12,8</b>	<b>3,26</b>	<b>0,90</b>	<b>0,20</b>	<b>1,61</b>
<b>Total reservas</b>	<b>22,6</b>	<b>3,18</b>	<b>0,93</b>	<b>0,19</b>	<b>1,68</b>
<b>Recursos</b>	<b>Millones de toneladas</b>	<b>Zn %</b>	<b>Pb %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Ag (oz/t)</b>
<b>Medidos</b>	<b>3,8</b>	<b>3,87</b>	<b>1,36</b>	<b>0,26</b>	<b>2,54</b>
<b>Indicados</b>	<b>4,2</b>	<b>3,70</b>	<b>1,02</b>	<b>0,32</b>	<b>1,93</b>
<b>Subtotal recursos</b>	<b>8,0</b>	<b>3,78</b>	<b>1,18</b>	<b>0,29</b>	<b>2,22</b>
<b>Recursos inferidos</b>	<b>14,7</b>	<b>4,24</b>	<b>0,95</b>	<b>0,33</b>	<b>1,98</b>

Tabla 1: UM El Porvenir Inventario de recursos e indicadores

Fuente: Reporte técnico independiente NI 43-101 Elaborado por SRK Consulting al 30/06/2022 vida de mina 10 años

#### Muestra

Morles nos dice que la muestra en principio es una de las partes que representa al todo y como tal, esta refleja a la característica que definen a la población del que fue obtenido, entonces es representativa. Por lo tanto, la validez depende de la obtención y del tamaño de la muestra. Por lo dicho, la elección y tamaño de la muestra es un factor que determina el resultado que se obtiene de la investigación. (Morles, 1994. P.54).

Para nuestra investigación, la muestra ha sido obtenida por la técnica del muestreo por conveniencia luego fue seleccionada como compuesto del total del mineral que fue recolectada después de un trabajo de campo, para el compuesto practicaremos la técnica del muestreo, la separación del mineral con el separador

de Jones, pesaje del mineral, hasta obtener un kilo de mineral para cada prueba que se va a realizar en el laboratorio o a nivel bach.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las actividades hechas a nivel de laboratorio llamadas experimentales es una técnica clave en el proceso de la investigación, en el cual se aporta conocimiento práctico que es sustentado en la teoría que aporta el investigador, desarrollando habilidad y destreza en el trabajo experimental, existe muchos argumentos a favor del trabajo en laboratorio cuanto al valor de su resultado es real, y así demostrar el objetivo planteado que tiene relación al conocimiento conceptual y procedimental, por tanto, los estudios están relacionados con la metodología científica que integra al razonamiento, pensamiento creativo y crítico, el desarrollo de actitud en la apertura mental, objetividad y desconfianza ante los juicios de valor que carecen las evidencias necesarias (Hodson, 2000 p 88). La validación de la eficiencia del colector utilizó la técnica cinética para respaldar nuestro potencial de generar acidez y predecir la calidad del drenaje cuando el material está expuesto a la intemperie en condiciones controladas., es necesario el trabajo experimental a nivel Bach para después ser evaluado y hacer el escalamiento a nivel industrial, donde los datos son recolectados a nivel de laboratorio utilizando para ello los equipos y maquinarias que se encuentran instaladas en el laboratorio químico metalúrgico de la Unidad Minera El Porvenir.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

La elección del tipo de técnicas de procesamiento y análisis de datos debemos tener en cuenta la decisión del resultado que se ha de obtener, tener capacidad de análisis e interpretación de los datos obtenidos a nivel de

laboratorio, en el cual se obtienen los valores típicos que son analizados por causa-efecto, respondiendo así, a los objetivos propuestos de acuerdo a las variables independientes y dependiente, como requerimiento relativo al tiempo de respuesta, la condición de dato a analizar es cuestión que determina y que depende de los ensayos realizados en laboratorio siendo adecuado, caso contrario se tendrá que volver hacer el trabajo en laboratorio hasta conseguir una respuesta a la hipótesis planteada. (Ruiz, 2000 p 120).

### **3.8. Tratamiento estadístico**

Para un nivel de análisis, aplicaremos la técnica de estadística descriptiva, donde los datos van estar en tablas, facilitando la ordenación y comparación de datos, esto nos permite conocer a los parámetros de la muestra con las que se trabaja. El recuento necesario para la elaboración de cálculos, en nuestra investigación hacemos uso de tablas con su análisis e interpretación del resultado. (Wellington, 2000 p. 148)

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

En la vida universitaria la investigación es una actividad inherente, ya que a través de ella se fomenta el pensamiento lógico, creativo que promueve la generación y acumulación de conocimientos, contribuyendo a la solución del problema en áreas diferentes. Todo esto, es debido a la actividad científica que influye en los principios éticos, valores éticos que guían a la investigación dentro y fuera de la Universidad, (Informe Belmont, 1979 p 49) tomando conocimiento de ello respetamos a los autores en citas bibliográficas, trabajos relacionados a la verificación de la eficacia de los colectores.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

La Planta Concentradora de se encuentra ubicado en el flanco occidental de la cordillera central dentro de las cadenas montañosas que forman el nudo de Pasco, políticamente se ubica en la quebrada de Milpo, a 15 km al noreste de la provincia de Pasco, en el distrito de San Francisco de Yarusyacán, de la Región de Pasco.

Los tipos de Minerales que se explota son básicamente la Esfalerita del tipo 1 y 2, Galena y la Calcopirita, con presencia de Pirita, Pirrotitas y Limonitas.

Realiza una operación de concentración de minerales por flotación selectiva, el cual permite obtener tres tipos de concentrados valiosos: Zinc, Cobre y Plomo. Adicionalmente, se obtiene un producto no valioso también llamado relave, del cual un 40% va a la Mina como Relleno Hidráulico y el 60% va a la relavera.

La Capacidad de procesamiento original de esta Planta fue de 1,800 TMSD. Pero con progresivas instalaciones de algunos equipos, repotenciación y optimizaciones en los circuitos de chancado, molienda, flotación, espesamiento y filtrado han permitido llegar a una capacidad de 6500TPD.

En el laboratorio químico y metalúrgico se hace los análisis químico que se requiere a diario e investigaciones metalúrgica y para ello cuenta con varios equipos, materiales y otros.

#### 4.1.1. Instalaciones principales:

Para un tratamiento de 6,500 toneladas diarias de mineral, la planta cuenta con las siguientes operaciones unitarias:

<b>Etapas</b>	<b>Operaciones Metalúrgicas</b>	
Liberación de la partícula sulfurada del material estéril	Chancado	Primario Secundario Terciario
	Molienda	Primaria Secundaria Remolienda bulk y Zn
Concentración y Recuperación de sulfuros valiosos	Flotación	Celda unitaria de Plomo Celdas flash SK-240 de Plomo Circuito Bulk Circuito Separación Pb-Cu Circuito de Zn
Eliminación de Agua de Concentrados	Filtración	Concentrado Plomo Concentrado Cobre Concentrado Zinc
Manejo de Productos y/o Residuos	clasificación por ciclones	Underflow (35%) enviado a Mina Overflow (65%) a Cancha de Relaves

**Tabla 1: Etapas de Operación de Planta Concentradora**

Fuente: Elaborado por el sustentante

#### 4.1.2. Equipos

##### Chancadora de quijada

Marca : CMEC

Capacidad : 3 kg  
Motor : General Electric  
RPM : 1750

#### **Pulverizadora**

Marca : Denver  
Capacidad : 200 g  
Motor : General Electric  
RPM : 1750

#### **Cuarteador**

Marca : Denver  
Capacidad : 20kg

#### **Ro Tap**

Marca : Denver  
Motor : 2 HP  
Voltaje : 220 Volt  
Capacidad : Nido de 6 cedazos

#### **Celda de flotación**

Marca : Denver  
Motor : General Electric  
Potencia : 115/230 HP  
RPM : 1750 / 1425

#### **Molino de bolas**

Marca : Denver  
Motor : General Electric (Monofásico)  
Potencia : 1 HP

RPM : 1750

### **Balanza analítica**

Marca : Kern

Capacidad : 1 kg

### **Instrumentos:**

Los instrumentos usados son:

Bandejas : Material metálico

Luna de reloj : Material de vidrio

Espátula : Material metálico

Probeta : Material de vidrio – capacidad 500 ml

Fiola : Material de vidrio – capacidad 100 ml

### **Materiales**

Agua potable

ZnSO<sub>4</sub>

Aerophine 3418

MT 4320

MT 738

flottec 2805

A – 31

Z – 11

MIBC

### **4.1.3. Procedimiento experimental**

#### **Molienda primaria y secundaria**

Está conformado básicamente por dos molinos de bolas primarios Kopper 9.5' x 12'. Cada molino primario trabaja en circuito cerrado con molienda secundaria.

El Molino primario 1 trabaja con tres molinos secundarios, el molino secundario 1 es un Hardinge de 8' x 4', el molino secundario 2 es un Comesa 8' x 4' y el molino secundario 3 es un Comesa 6' x 7', la descarga del molino primario 1 va a dos celdas unitarias Sub A 1500, esta celda separa en sus espumas concentrado de Plomo y su relave va a clasificación a tres zarandas de alta frecuencia Derrick, el under size de estas zarandas van a la flotación y el over size es alimentado a los molinos secundarios en forma proporcional, la descarga de los molinos secundarios No 1,2 y 3 van a clasificación a las Zarandas Drrick, cerrando el circuito.

El Molino primario 2 trabaja con dos molinos secundarios uno es un Comesa 8' x 10', que entró en operación en Diciembre del 2011 y el otro es un Hardinge de 8'x5', la descarga del molino primario N° 2 va a dos celdas unitarias Sub A 1500, esta celda separa en sus espumas concentrado de Plomo y su relave va a clasificación a las Zarandas de Alta Frecuencia, el under size de esta zaranda va al circuito de flotación, el over size de las zarandas van al molino secundario 4 y 5, la descarga del molino secundario 4 va a una celda SK-240, esta celda separa en sus espumas concentrado de Plomo y su relave va a clasificación a las zarandas.

La entrada en operación del molino secundario No 4 y 5 y optimizaciones del circuito de molienda permitieron el incremento de tonelaje de 5800 a 6500 TMSD.

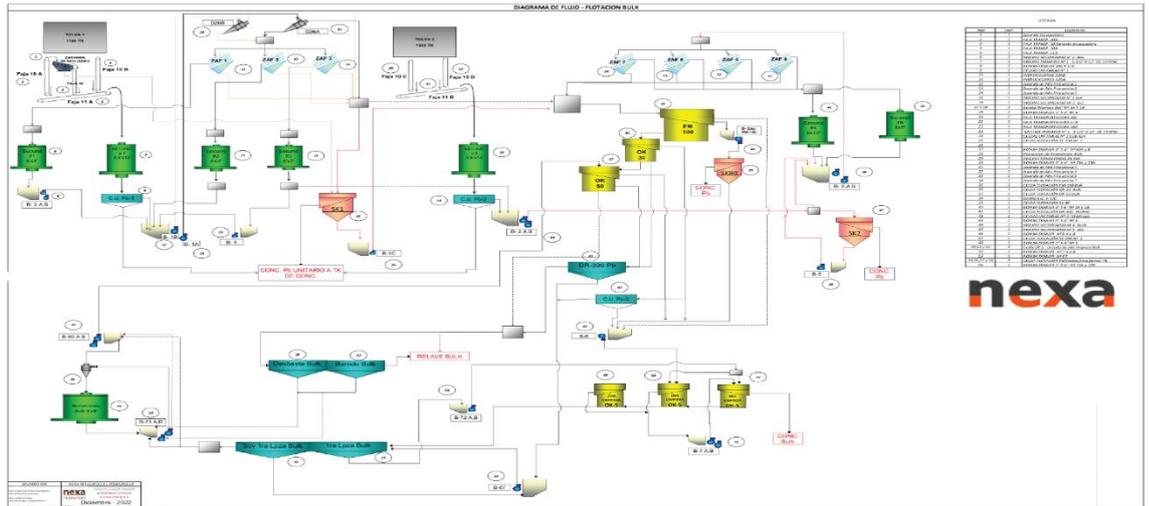
En noviembre del 2013 entro en operación en este circuito dos zarandas de alta frecuencia para procesar 103 TMSH., pero por incremento de tonelaje en el circuito a 130 TMSH quedo sub dimensionado, El 2016 se instaló dos zarandas más permitiendo tratar 6500 TMSD.

En esta sección se dispone de varios sistemas de Control e instrumentación de apoyo para una operación estable y de granulometría controlada. Entre estos instrumentos contamos: densímetros nucleares, controles automáticos de agua en el alimento a molino, balanzas electrónicas, sensores de nivel de pulpa, un analizador de tamaño de partícula PSI-200 entre otros. La recarga diaria de bolas a los molinos primarios es en tamaños de 2 ½” (20%) y 3” (80%) mientras que a la molienda secundaria en 1 ½” y 2”. El consumo de acero en las bolas es 0,380 Kg/TM. La granulometría requerida es 12% +m70 y 52% -m200.

Entre los factores más resaltantes que contribuyeron al incremento de tonelaje tenemos: La mejora de la granulometría de fase II. La mejora en la distribución de carga a los dos molinos secundarios 8´ x 4´ y al molino 6´x7´ el incremento en la densidad de descarga de molinos primarios a rangos de 1950-2050 g/lt.

La densidad de clasificación en las zarandas está en rango de 1700 gr/lt. En promedio permite una mejor clasificación con menor retorno de finos a los molinos secundarios. La repotenciación de los motores y el aumento de las revoluciones de las bombas primarias 1 A, B (100HP) y 2 A, B (70HP). Las

variaciones de los diámetros de bolas en la recarga de los molinos y las variaciones en los porcentajes por la granulometría más fina de fase II. La optimización de la operación de las 3 ZAF con el molino primario N° 1, y la puesta en marcha de las ZAF en el circuito 2 bajaron la carga circulante de los finos hacia los molinos secundarios.



**Gráfico 1: Diagrama de Flujo del Circuito de Molienda**

Fuente: Elaborado por el tesista

**Flotación por espumas:**

Está conformado por los siguientes circuitos:

- Circuito flotación Bulk.
- Circuito flotación separación Cobre-Plomo.
- Circuito flotación Zinc.

**Circuito de Flotación Bulk:**

Se producen tres concentrados: Plomo, Cobre y Zinc. El concentrado de Plomo se obtiene en 3 etapas, primero a partir de las celdas unitarias situadas en la descarga de los molinos primarios, segundo desde las 2 celdas Flash SK-240, la celda SK-240 No 1 trabaja con la parte de los finos de la ZAF del circuito 1 y

la SK-240 No 2 trabaja con la descarga del molino secundario No 4 y tercero desde el circuito de separación Cobre-plomo.

El producto de la tercera limpieza Bulk entra a un proceso de separación Cu/Pb donde se obtiene el concentrado de Cobre y el concentrado de Pb, en este proceso se flotan los minerales de Cobre y se deprimen a los minerales de Pb, el concentrado de Pb sale como relave de la primera etapa de la flotación y el concentrado de Cobre producto de dos limpiezas.

En la flotación del bulk Cobre-Plomo-Plata se usan como depresores de minerales de Zn y Fierro el Sulfato de Zinc y Cianuro de Sodio, el reactivo usado como colector de minerales de Pb en las celdas unitarias ubicados en las descargas de los molinos primarios es el AR-125/MC-C-25.

En la flotación Bulk Cu-Pb-Ag intervienen como colectores principales el Xantato Z-11 y como colectores secundarios el Aerophine-3418, el DSP-009 y el Aerofloat A-242.

Este circuito se inicia con el alimento del Under size (finos) de las Zarandas de alta frecuencia, del circuito del molino primario No 1 y el U/S de las Zarandas del circuito del molino primario No 2, el producto parcial es un concentrado de bulk Pb/Cu y una cola (relave) que pasa a alimentar al Circuito de Flotación Zn. En el circuito Rougher Bulk trabaja con pH de 7.5 a 8.4,

El primer rougher es una celda FM-100, segundo rougher una OK-30, tercer rougher es una celda OK-50, el primer scavenger lo conforman dos celdas DR-300, el segundo scavenger 6 celdas DR-100 y el tercer Scavenger 6 celdas DR-100.

Entre los factores más relevantes para llegar a las 6500 tms/día tenemos: Mejora en la flotación con la instalación de la celda FM-100 y cambio de

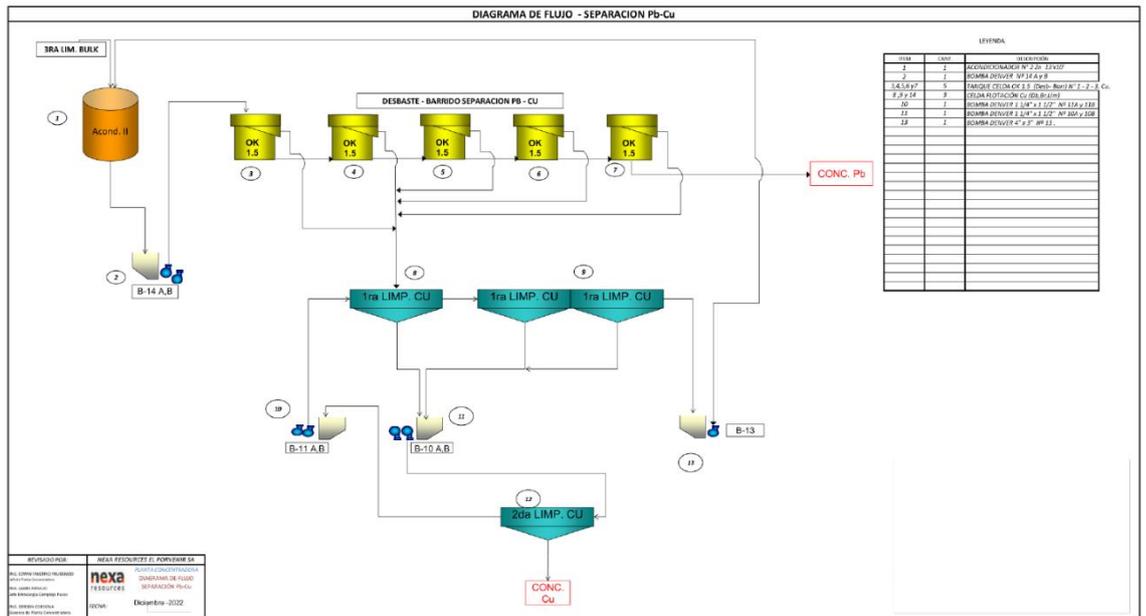
mecanismos de flotación en las celdas OK-30,OK-50 ,los bancos de las 2 celdas DR-300 bulk,6 celdas del desbaste DR-100,6 celdas del barrido DR-100 .La optimización en operación de las celdas de la ampliación OK-5 (2 celdas) como 2da limpieza y 1 como 3ra limpieza bulk) y 5 celdas OK-1.5 en la separación y 2 celdas sub A-18 en la primera limpieza de Cobre.

La repotenciación de los motores de las celadas del barrido a 36HP y 1160PRM de los circuitos de Cu-Pb y Zn. El aumento del tamaño de las ventanas de los desarenadores de todas las celdas DR-300 y DR-100 del barrido y desbaste de los circuitos de Cu-Pb y Zn. El aumento de las revoluciones de todas las celdas DR-24 de la primera limpieza bula. La optimización de distribución de aire del soplador continental de 5000cfm que reemplazo al de 3000cfm que era insuficiente para las celdas grandes, con esto se logró mayor aireación a las celdas con una mejor flotabilidad.

El uso de espumante MIBC en la cabeza, segundo y tercer rougher del bulk con lo cual mejoró la espumación y evacuación de espumas de las celdas, FM-100, OK-30, OK-50. y DR-300. El uso del Xantato en la cabeza, segundo y tercer rougher bulk por su fuerte poder colector de Cu, Pb, Ag. El uso del A-3418 en la cabeza y tercer rougher. La instalación de las celdas unitarias para limpieza de las espumas de la OK-50 bulk.

### **Circuito de Flotación de Separación Plomo-Cobre:**

Las espumas de la tercera limpieza bulk ingresan al circuito de flotación de separación pasando por cinco celdas de OK-1.5 el relave es el concentrado de Pb y las espumas se juntan para ir a la primera limpieza de Cobre donde las espumas alimentan a una segunda limpieza en el cual sale el concentrado de Cobre.



**Gráfico 2: Diagrama del circuito de Plomo – Cobre**

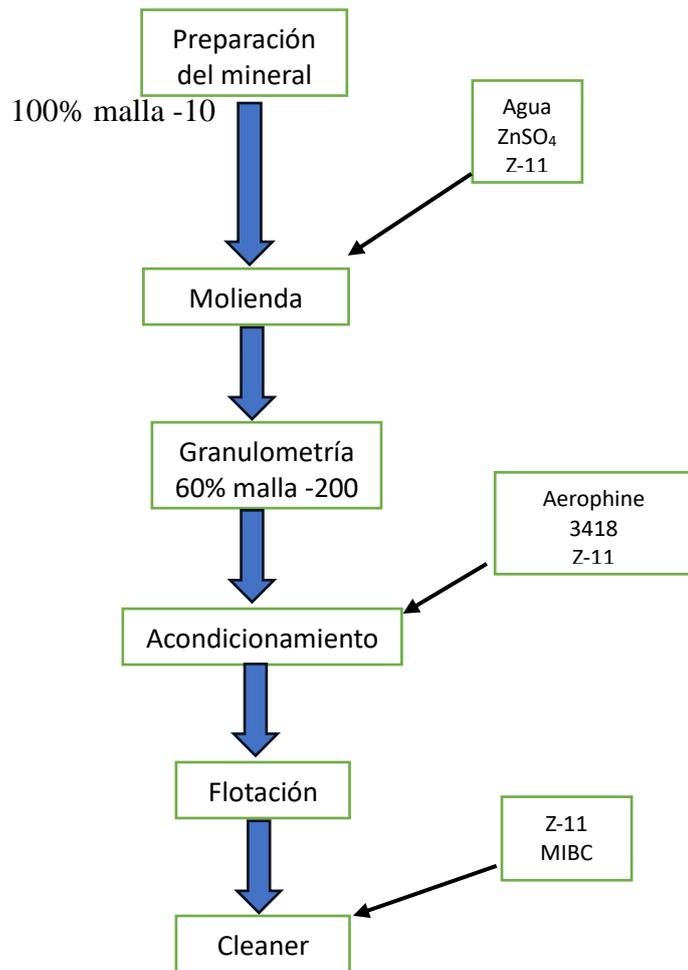
Fuente: Elaborado por el tesista

Se ha muestreado un compósito 25 kg de mineral sulfuroso, de este mineral se muestreó 500 gramos para medir su acidez, determinar su densidad relativa y sea analizado por Ag, Pb, Zn, Fe, Cu y As, para conocer la ley de cabeza que tiene la muestra. Todo el mineral se pasó por la malla -#10 y se ha seleccionado 24 muestras de un kilo para cada muestra, se registró los parámetros que se ha trabajado. De las 24 muestras se seleccionó 4 muestras para hacer pruebas de moliendabilidad y determinar el tiempo óptimo que se requiere moler para conocer el tamaño óptimo de partícula.

De las 20 muestras restantes se seleccionó de acuerdo a la codificación de muestra de mineral, se ha colocado dentro del molino de bolas luego se adicionó 600 mililitros de agua, para obtener una pulpa aproximada de 62.5% de sólidos en el molino, los reactivos agregados al molino fueron: 10 ml de sulfato de zinc al 5%, 10 mililitros de cianuro de sodio.

Controlado el tiempo óptimo de molienda se ha descargado en una bandeja para luego ser adicionado a la celda de flotación en donde se agregaron los colectores en estudio A3418, MT 4320, MT 738, y flottec 2805. 5 ml de Xantato isopropílico de sodio (Z-11) al 2%, 2 gotas de MIBC (30 g/TMS), luego por 3 minutos se acondicionó para que entren en contacto las partículas del mineral con los reactivos, luego se abrió lentamente la válvula de aire para empezar a flotar se ha retirado con una paleta las burbujas cargadas de mineral valioso finalizando la etapa de flotación, las espumas flotadas se adicionó a una celda de medio litro para que se flota como limpieza agregando Z-11 y MIBC, la pulpa que ha quedado en la celda de flotación después de flotar el scavenger es el relaves, se decantó el concentrado y el relave en el filtro en vacío luego secando sobre una bandeja en un horno de secado a 100 °c, posteriormente se pesó y se envió al laboratorio químico para ser analizado por: Pb.

Estos pasos se repitieron para las 20 pruebas y con los resultados se realizó un balance metalúrgico de flotación y se calculó la recuperación de plomo.



**Gráfico 3: Esquema del Procedimiento Experimental**

Fuente: Elaborado por el tesista

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

La Sección Química que se encuentra administrada por Laboratorios INSPECTORATE se ocupa de analizar todas las muestras provenientes de la operación diaria de guardias, despachos de concentrados, muestras especiales provenientes de los ensayos de la sección metalúrgica, muestras de mina y exploraciones, muestras de suelos y aguas, muestras de dirimencia, etc.

A la fecha las secciones de preparación de muestras y análisis químico trabajan en forma coordinada mediante el uso de un software que enlaza a ambas

secciones, reduciendo los márgenes de error en el manejo de muestras y resultados correspondientes. Con este fin se han instalado computadoras que trabajan en red en ambas secciones enlazados con los equipos de pesaje y análisis.

En el laboratorio metalúrgico se hacen investigaciones con la finalidad de ir controlando el proceso y cambios de reactivos químicos para flotación que se pueda realizar para la sugerencia de cambio si se obtiene mayor recuperación y a bajo costo.

#### 4.2.1. Tamaño de muestra mediante la moliendabilidad

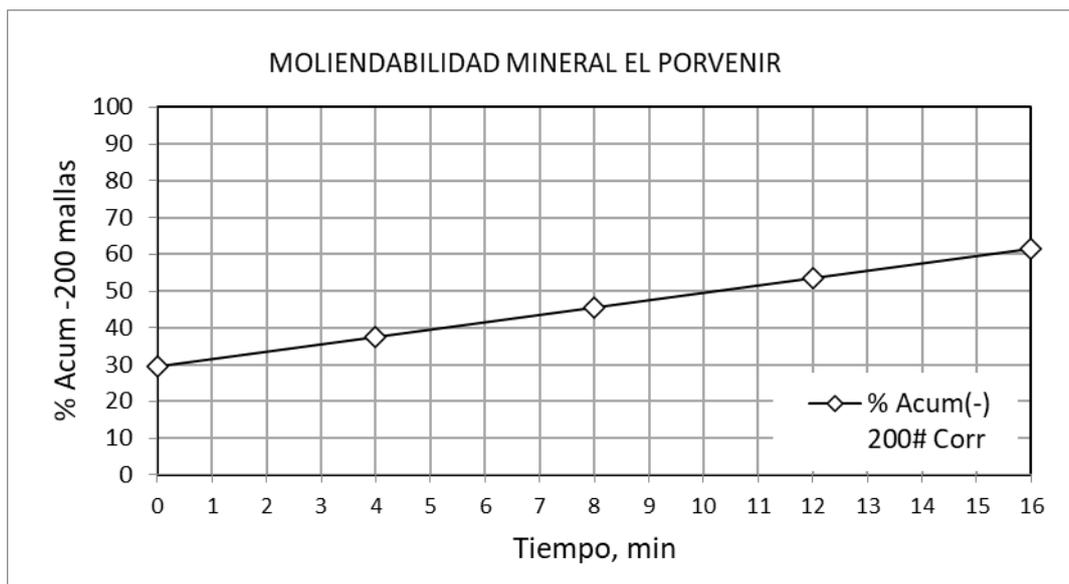
PRUEBAS DE MOLIENDABILIDAD MINERAL EL PORVENIR Blending			
Mineral 1 kg + 600 ml H <sub>2</sub> O			
Diámetro Molino	7 1/16		Pulg
Largo Molino	7 1/2		Pulg

PRUEBAS DE MOLIENDABILIDAD			
Tiempo	D80	% Acum - 200#	% Acum - 200#Correg
0	979	28,23	29,35
4	317	39,57	37,43
8	204	43,91	45,51
12	142	54,84	53,58
16	111	60,98	61,66

REGRESIÓN LINEAL -200#			
B	2,02	A	29,35
Tiempo (min)	% Acum (-) 200#	% Acum (-) 200# ideal	FO
7,75	45,00	<b>45,00</b>	0,000

**Tabla 2: Moliendabilidad**

Fuente: Elaborado por el tesista



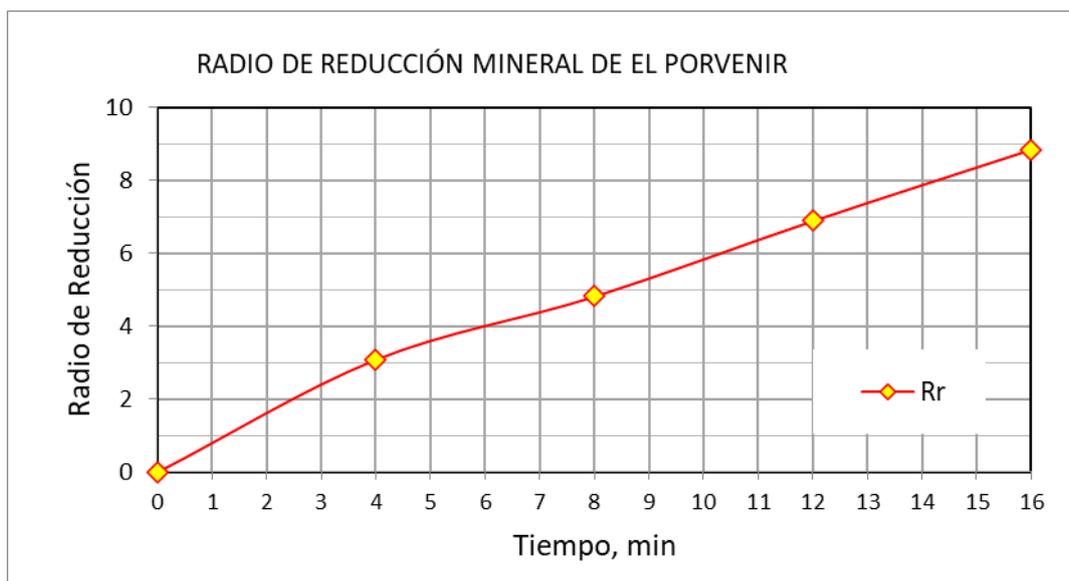
**Gráfico 4: Curva de Moliendabilidad del mineral El Porvenir**

Fuente: Elaborado por el tesista

Tiempo	Rr
0	0
4	3,08
8	4,81
12	6,88
16	8,84

**Tabla 3: Radio de reducción**

Fuente: Elaborado por el tesista



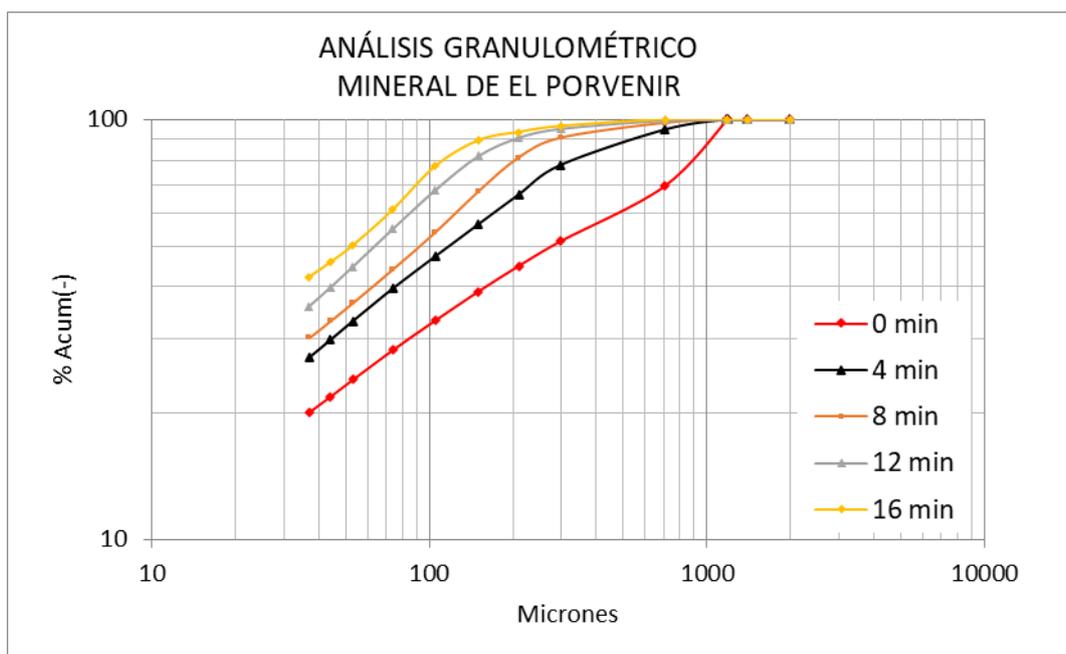
**Gráfico 5: Curva de Radio de reducción del mineral El Porvenir**

Fuente: Elaborado por el tesista

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MOLIENDABILIDAD						
Malla	Abertura	0 min	4 min	8 min	12 min	16 min
10	2000	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
12	1402	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
14	1179	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
16	1190	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
25	707	69,41	94,59	98,13	99,62	100,00
50	297	51,31	77,87	90,40	95,21	96,36
70	210	44,83	66,28	81,18	90,64	93,31
100	150	38,94	56,25	67,32	81,88	89,11
140	105	33,24	47,24	53,87	67,99	77,46
<b>200</b>	<b>74</b>	<b>28,23</b>	<b>39,57</b>	<b>43,91</b>	<b>54,84</b>	<b>60,98</b>
270	53	24,02	33,14	36,59	44,64	50,25
325	44	21,90	29,91	33,11	39,85	45,82
400	37	20,07	27,12	30,18	35,86	42,22

**Tabla 4: Análisis Granulométrico de Moliendabilidad**

Fuente: Elaborado por el tesista



**Gráfico 6: Curva de Análisis granulométrico del mineral El Porvenir**

Fuente: Elaborado por el tesista

**DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS – ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

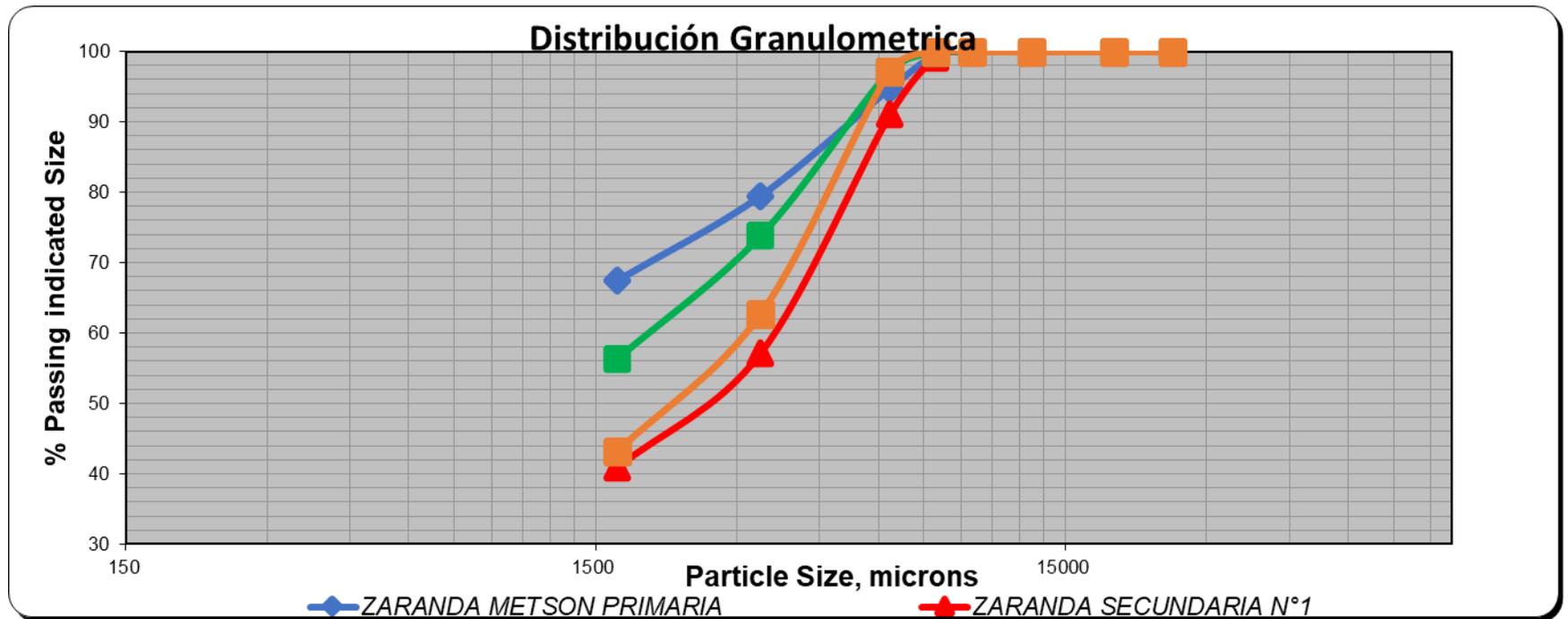
		<b>ZARANDA METSON PRIMARIA</b>				<b>ZARANDA SECUNDARIA N°1</b>			<b>ZARANDA SECUNDARIA N°2</b>			<b>ZARANDA SECUNDARIA N°3</b>		
<b>TOTAL, SAMPLE WEIGHT, grs</b>		1619,90				1045,60			1112,80			1469,70		
<b>i</b>	<b>Mesh #</b>	<b>Mesh Opening</b>	<b>Retained Weight</b>		<b>Cumm. Passing %</b>	<b>Retained Weight</b>		<b>Cumm. Passing %</b>	<b>Retained Weight</b>		<b>Cumm. Passing %</b>	<b>Retained Weight</b>		<b>Cumm. Passing %</b>
			<b>g</b>	<b>%</b>		<b>g</b>	<b>%</b>		<b>g</b>	<b>%</b>		<b>g</b>	<b>%</b>	
1	<b>1</b>	<b>25400</b>	0,00	0	100,00	0,00	0	100,00	0,00	0	100,00	0,00	0	100,00
2	<b>3/4</b>	<b>19050</b>	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
3	<b>1/2</b>	<b>12700</b>	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
4	<b>3/8</b>	<b>9525</b>	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
5	<b>5/16</b>	<b>7938</b>	8,20	0,51	99,49	8,70	0,83	99,17	2,20	0,20	99,80	0,00	0,00	100,00
6	<b>1/4</b>	<b>6350</b>	77,50	4,78	94,71	84,60	8,09	91,08	28,80	2,59	97,21	40,80	2,78	97,22
7	<b>6</b>	<b>3364</b>	246,80	15,24	79,47	354,80	33,93	57,14	260,30	23,39	73,82	507,70	34,54	62,68
8	<b>10</b>	<b>1667</b>	194,00	11,98	67,50	169,50	16,21	40,93	194,10	17,44	56,38	286,40	19,49	43,19
9	<b>-10</b>	<b>0</b>	1093,40	67,50		428,00	40,93		627,40	56,38		634,80	43,19	

**Tabla 5 : Distribución de tamaño de Partícula – Análisis Granulométrico**

Fuente: Elaborado por el tesista

Se ha realizado el muestreo el mineral de las zarandas para obtener 25 kilos para ser llevados a laboratorio químico – metalúrgico

Con la finalidad de hacer el trabajo de investigación.



**Gráfico 7: Curva de distribución granulométrica del mineral El Porvenir de las Zarandas**

Fuente: Elaborado por el tesista

A partir de la abertura de la malla 8000 al 100 % del acumulado negativo, las curvas presentan una constante, lo que significa que existe un tamaño adecuado que se pueda muestrear, es decir el tamaño de malla adecuada es el de 5/16 pulgadas y menores a ello son trasladados al laboratorio químico – metalúrgico.

**ANÁLISIS DE REGRESIÓN ESTADÍSTICA DE MALLA VALORADA**  
**MINERAL EL PORVENIR BULK (DR100)**

**U. M. EL PORVENIR**

Mallas	Mic	g, peso	% peso	% Acum (-)	E n s a y e s								% Distribución					
					g/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Mn	Au	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Mn	%Au
50	300	70,20	9,12	90,88	0,84	0,36	2,74	0,10	7,24	0,20	0,27	7,22	12,64	8,20	8,92	6,95	8,26	8,04
70	212	86,00	11,17	79,71	1,09	0,54	2,57	0,13	11,23	0,17	0,36	6,77	22,93	9,42	13,66	13,21	8,52	13,12
<b>100</b>	150	112,60	14,63	65,08	1,13	0,44	2,93	0,14	11,97	0,20	0,39	8,56	<b>24,54</b>	14,06	<b>19,60</b>	18,44	13,01	<b>18,46</b>
140	106	76,30	9,91	55,17	0,84	0,28	3,06	0,14	12,24	0,21	0,36	7,85	10,57	9,95	12,91	12,78	9,22	11,58
200	75	67,00	8,70	46,47	0,66	0,19	3,42	0,15	11,51	0,20	0,31	8,79	6,34	9,76	12,45	10,55	7,86	8,75
<b>270</b>	53	72,80	9,46	37,01	0,46	0,11	3,73	0,14	10,65	0,18	0,27	<b>13,52</b>	3,90	11,57	12,10	10,61	7,77	8,40
400	37	29,60	3,85	33,16	0,45	0,11	3,76	0,13	11,06	0,24	0,28	5,66	1,59	4,74	4,64	4,48	4,16	3,45
-400		255,30	33,16		0,53	0,14	2,97	0,05	6,58	0,28	0,26	41,64	17,48	32,31	15,72	22,98	41,20	28,18
Cab Calc.		769,80	100,00	<b>P80 =214</b>	1,51	0,26	3,05	0,11	9,50	0,22	0,31	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 6: Análisis de regresión estadística de malla valorada**

Fuente: Elaborado por el tesista

Interpretación: Mediante la técnica de malla valorada vamos a evaluar y controlar la eficiencia de la separación de minerales valiosos de los minerales no deseados a través del proceso de flotación. Que es la separación por sus propiedades físicas y químicas de los minerales, lo que nos permite darnos una idea de cuanto pueden estar los minerales unidos o separado, que grado de acercamiento tienen cada uno de ellos. Y se puede observar en la tabla en la malla se tiene 24,54 % de Pb con 19,60 % de Ag y 18,46% de Au, lo que significa que se tiene que reducir el mineral, en la malla 270 se tiene 13,52% de Ag lo que significa que tiene mayor finura, para equilibrar el tiempo es necesario controlar el tiempo de molienda.

## Análisis de Regresión Estadística de Malla Valorada

<b>Plata- Plomo</b>	<b>9,45</b>	El Ag y el Pb mantiene una relación mineralógica (mixtas).
<b>Plata – Zinc</b>	<b>-3,15</b>	La Ag y el Zn, posible desplazamiento.
<b>Plata – Cobre</b>	<b>0,74</b>	El Ag y el Cu no están relacionadas (mixtas).
<b>Plata – Fierro</b>	<b>0,79</b>	El Ag y la Py se encuentran libres
<b>Plomo – Zinc</b>	<b>0,57</b>	La Gn y la Cp no hay partículas mixtas.
<b>Plomo – Cobre</b>	<b>1,61</b>	El Pb y la Ag no están asociadas (mixtas).
<b>Plomo – Fierro</b>	<b>1,63</b>	El Pb y el Py se encuentran libres
<b>Zinc – Cobre</b>	<b>3,69</b>	La Zn y la Cu mantiene una relación mineralógica.
<b>Zinc – Fierro</b>	<b>4,31</b>	Zn y la Py están relacionadas (mixtas)
<b>Cobre – Fierro</b>	<b>9,59</b>	Cu y la Py mantiene una relación mineralógica (mixtas)
<b>Plata- Oro</b>	<b>3,91</b>	La Ag y la Au mantiene una relación mineralógica.
<b>Plomo- Oro</b>	<b>2,64</b>	El Pb y la Au se encuentran libre.
<b>Cobre- Oro</b>	<b>1,62</b>	El Cu y el Au no están asociadas (mixtas).

En relación Plata-Plomo nos da un valor de **9,45** lo que significa que ambos minerales presentan un fuerte acercamiento y se pueden presentar en forma mixta.

La relación Plata-Zinc como presenta un valor negativo **-3,15** significa que no hay acercamiento más por el contrario existe un desplazamiento,

La relación Plata-Cobre existe un valor de **0.74**, lo que quiere decir que la plata y el cobre no están relacionadas.

La relación Plata- Fierro que es la pirita existe un valor de **0.79**, lo que quiere decir que la plata y el cobre se encuentran libres.

La relación Plomo – Zinc que es la pirita existe un valor de **0.57**, lo que quiere decir que no hay partículas mixtas.

La relación Plomo – Cobre que está presente la plata presenta un valor de **1,61**, lo que quiere decir que no están asociadas.

La relación Plomo- Fierro que es la pirita existe un valor de **1.63**, lo que quiere decir que se encuentran libres.

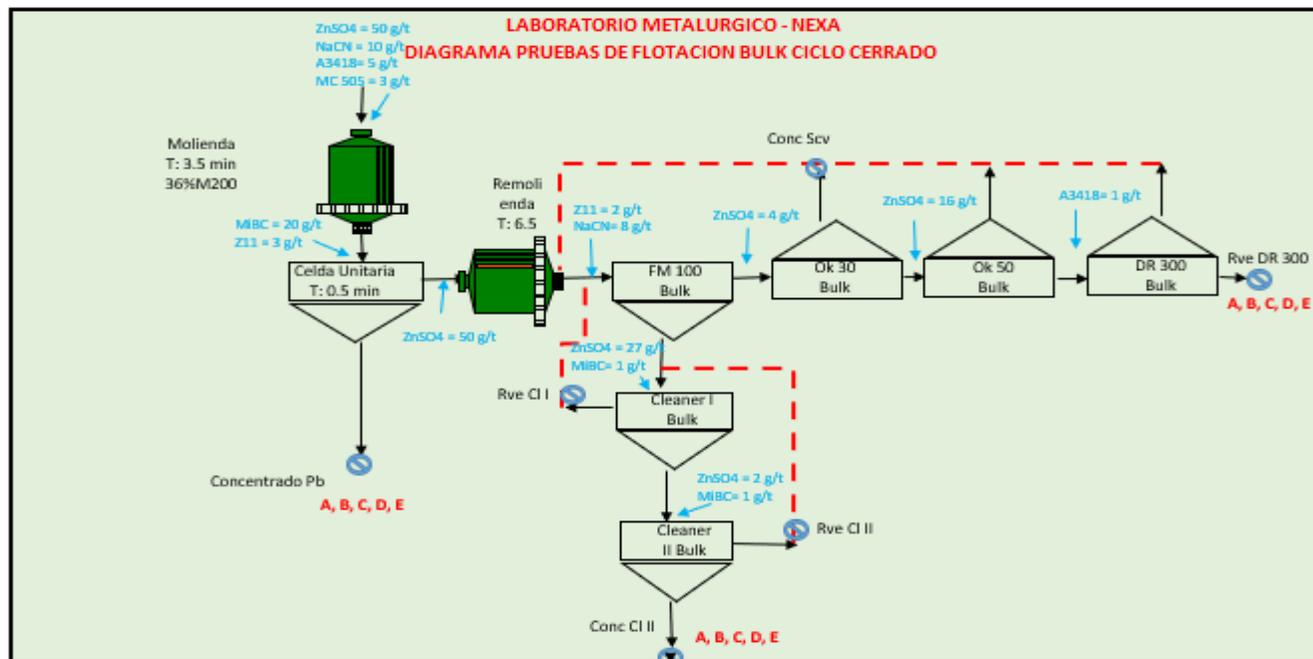
#### **4.2.2. Pruebas metalúrgicas de cinética de flotación y consumo de reactivos**

De las 20 muestras pesadas se divide en cuatro grupos de trabajo para determinar el consumo de reactivo y controlar el tiempo de flotación tanto en lo que se refiere a la flotación rougher como en la cleaner, para ello hemos empleado lo que en planta se dosifica para no variar lo que ya se viene trabajando industrialmente, y se va presentando encada uno de las gráficas que se muestran posteriormente, se ha variado la dosificación de cada colector en estudio que se va dando a conocer en tablas, para luego hacer el balance metalúrgico con los cálculos ya conocidos, para luego hacer la comparación de los porcentajes de recuperación de cada uno de ellos, debemos tener en cuenta que los parámetros o variables han sido mantenidos como constantes para poder controlar las variables de estudio es decir los colectores en estudio alimentados, todos han tenido el mismo pH, la misma granulometría, el mismo consumo de depresores y que han sido alimentados en la molienda, la misma cantidad de espumante.

Se dio inicio la flotación del mineral El Porvenir con el nombre de Prueba estándar A-3418, que es el reactivo utilizado en la planta de concentración, luego se realizó la prueba MT – 4320, después se hizo la prueba MT – 738 y por último se hizo la prueba Flottec 2805, después de realizar la limpieza estas muestras de espuma se llevaron a la bomba de vacío para obtener el queque que luego se llevó al horno de secado para luego hacer el muestreo para enviar la laboratorio de química para el análisis, en cada uno de estos hechos se hizo respetando estrictamente los protocolos de bioseguridad y EPPs.

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico				Distribución					
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350	100,00	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	16155	76	197	13	617	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	158	2,49	54,78	41,06	10,03	2,47	8,22	8678	65	16	4	13	65,73	85,68	8,52	37,07	2,37
Relave Bulk	6192	97,51	0,73	0,18	2,75	0,11	8,66	4524	11	170	7	536	34,27	14,32	91,48	62,93	97,63
Cabeza (calc)	6350	100,00	2,08	1,20	2,93	0,17	8,65	13201	76	186	11	550	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 7: Tabla N° 7 : Prueba Estándar A-3418**



**Gráfico 8: Diagrama de pruebas de flotación bulk Estándar A3418**

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico					Distribución				
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350,00	100,00	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	16155	76	197	13	617	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado																	
Plomo	122,52	1,93	61,14	50,81	9,08	3,06	7,78	7491	62	11	4	10	70,80	82,02	6,04	40,85	1,73
Relave Bulk	6227,48	98,07	0,50	0,22	2,78	0,09	8,68	3089	14	173	5	540	29,20	17,98	93,96	59,15	98,27
Cabeza (calc)	6350,00	100,00	1,67	1,20	2,90	0,14	8,66	10580	76	184	9	550	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 8: Prueba MT – 4320

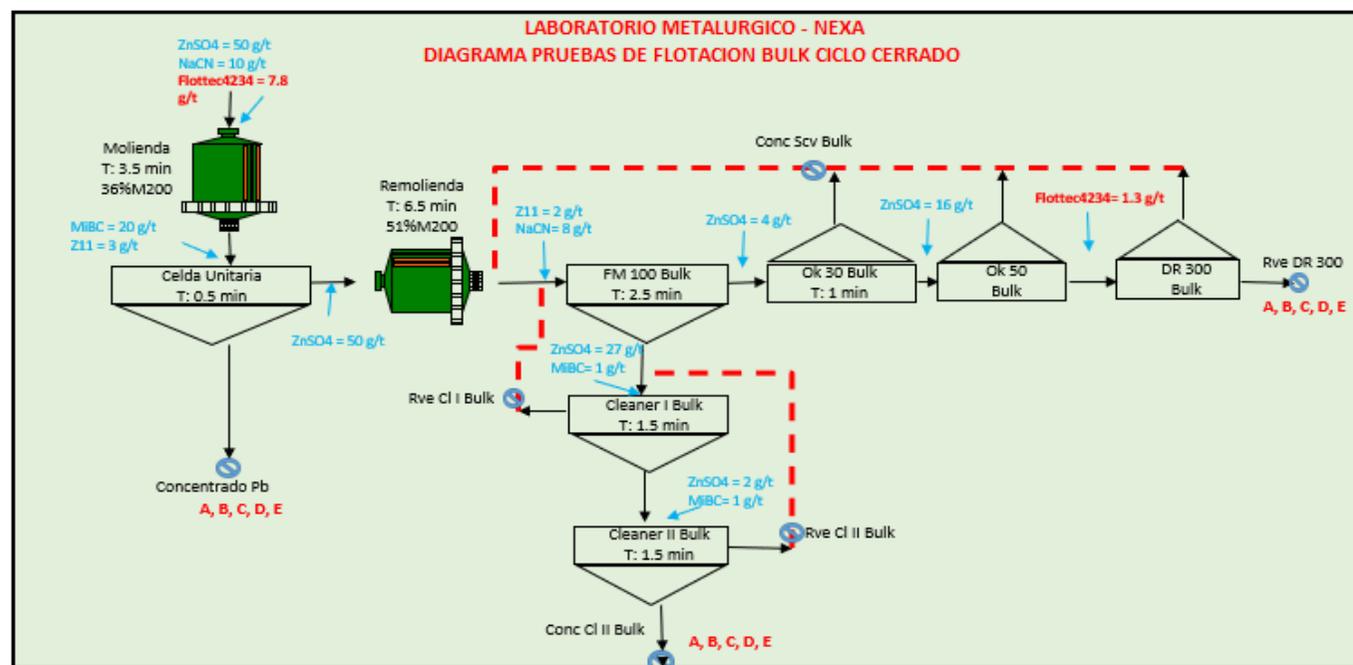


Gráfico 9 : Diagrama de pruebas de flotación MT - 4320

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico					Distribución				
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350	100,00	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	16155	76	197	13	617	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	129	2,02	60,15	49,28	10,09	2,96	8,80	7733	63	13	4	11	73,33	83,45	7,08	41,29	2,06
Concentrado Bulk	6221	97,98	0,45	0,20	2,74	0,09	8,65	2813	13	170	5	538	26,67	16,55	92,92	58,71	97,94
Cabeza (calc)	6350	100,00	1,66	1,20	2,89	0,15	8,65	10546	76	183	9	549	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 9: Prueba MT - 738

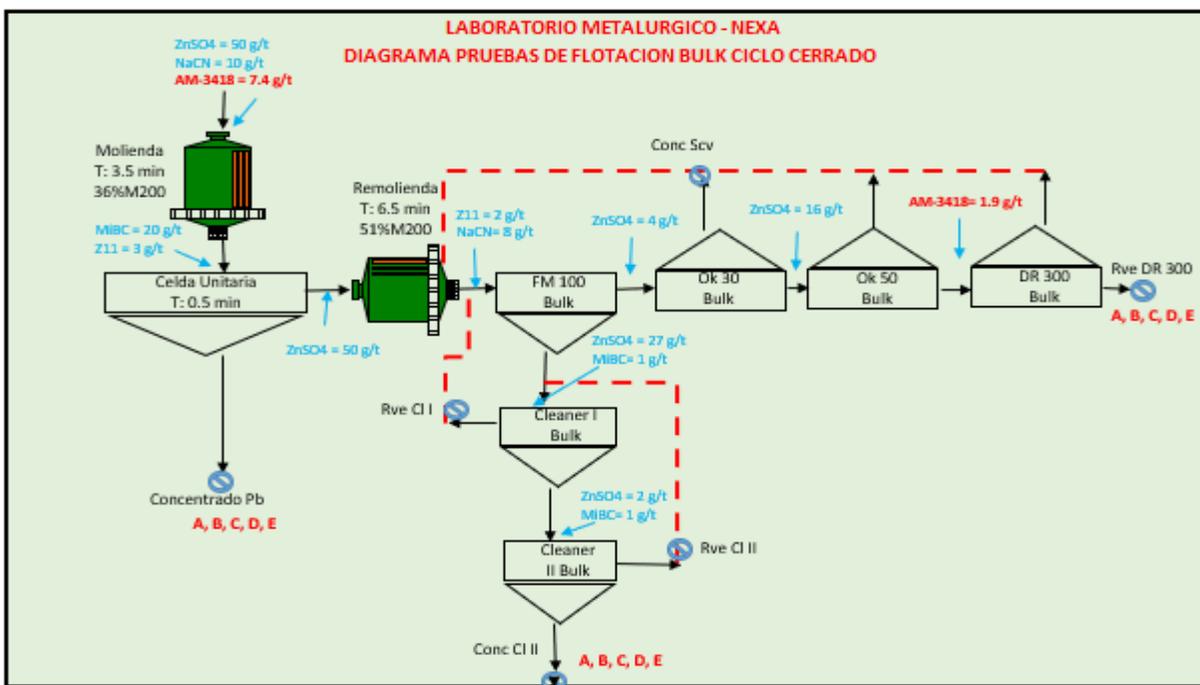


Gráfico 10: Diagrama de pruebas de flotación MT – 738

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico					Distribución				
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350,00	100,00	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	16155	76	197	13	617	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	151,08	2,38	52,57	41,89	10,17	2,65	9,67	7942	63	15	4	15	66,59	83,37	8,34	40,70	2,66
Concentrado Bulk	6198,92	97,62	0,64	0,20	2,73	0,09	8,62	3986	13	169	6	534	33,41	16,63	91,66	59,30	97,34
Cabeza (calc)	6350,00	100,00	1,88	1,20	2,90	0,16	8,64	11928	76	184	10	549	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 10: Prueba flottec 2805

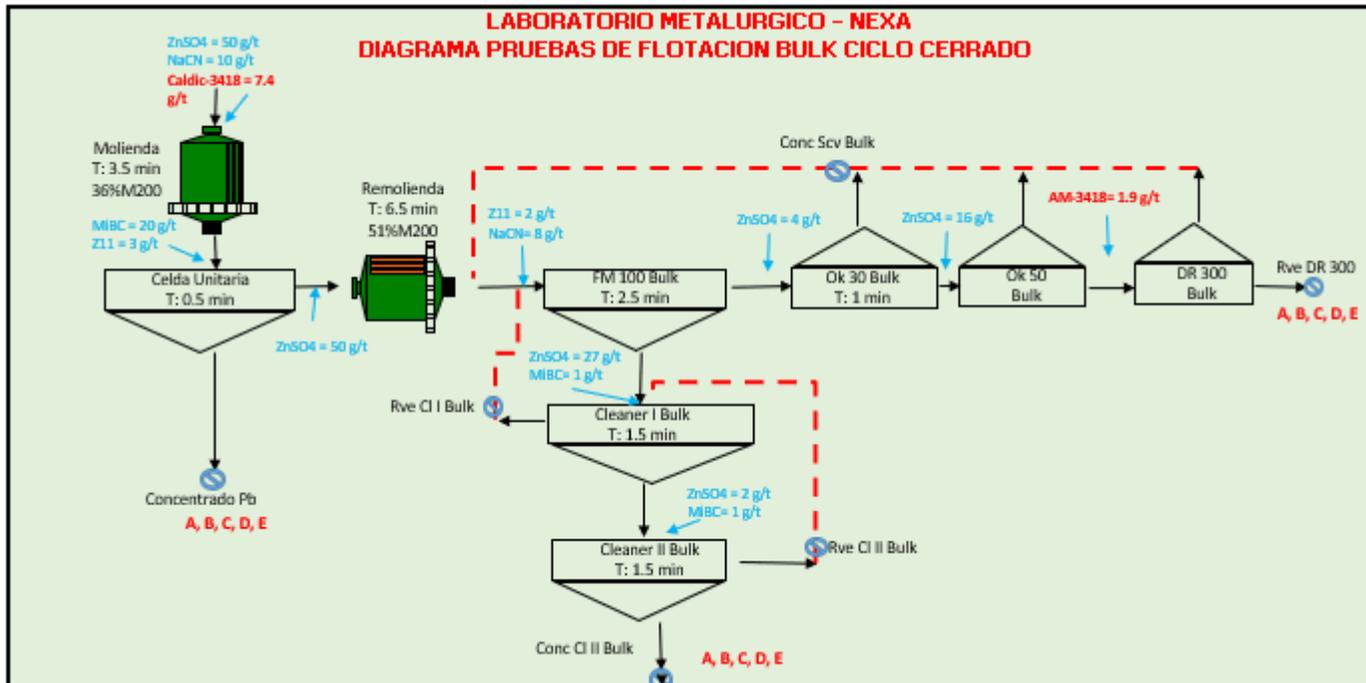


Gráfico 11: Diagrama de pruebas de flotación Flottec 2805

Fuente: Elaborado por el tesista

## Prueba Con Remolienda

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico				Distribución					
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	149	2,35	57,52	45,78	7,04	2,43	9,29	8598	68	11	4	14	54,51	80,92	3,79	29,30	1,86
Relave Bulk	6201	97,65	1,16	0,26	4,31	0,14	11,80	7175	16	268	9	731	45,49	19,08	96,21	70,70	98,14
Cabeza (calc)	6350	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 11: Prueba Estándar Remolienda A - 3418

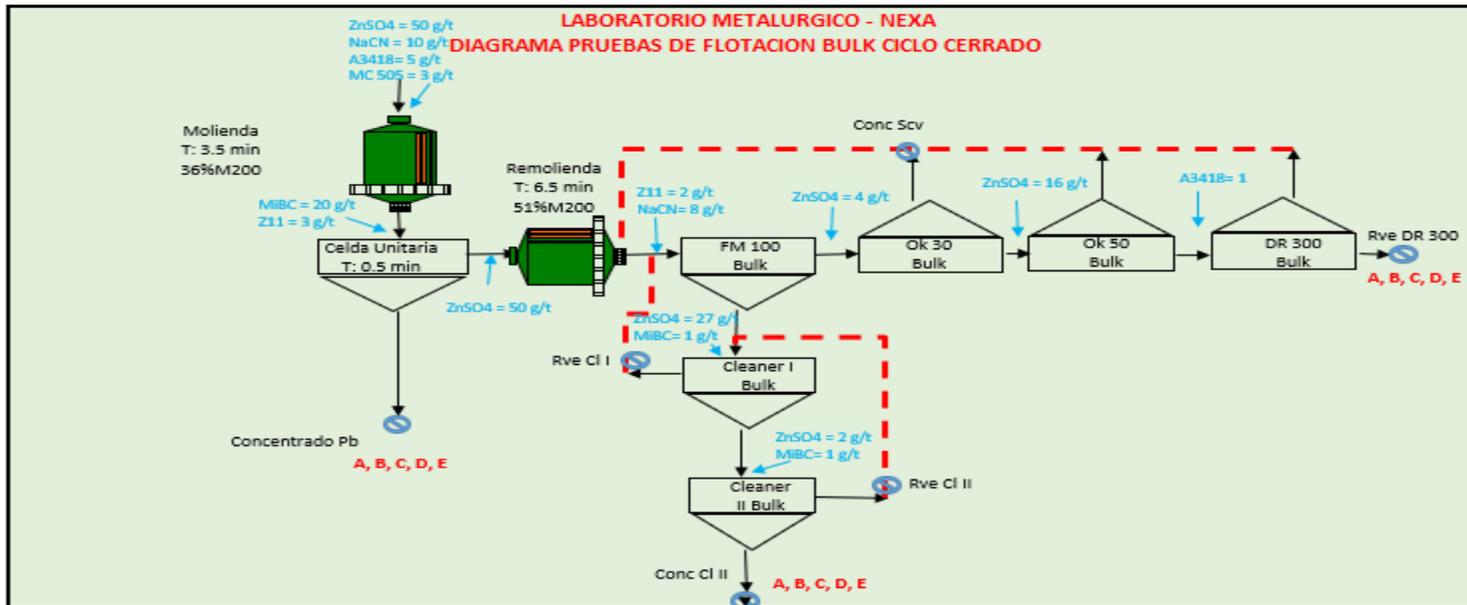


Gráfico 12: Diagrama de pruebas de flotación bulk remolienda Estándar A3418

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico				Distribución					
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado																	
Plomo	156,35	2,46	72,55	44,03	7,53	2,12	9,66	11343	69	12	3	15	71,91	81,41	4,23	26,73	2,03
Relave Bulk	6193,65	97,54	0,72	0,25	4,30	0,15	11,79	4430	16	266	9	730	28,09	18,59	95,77	73,27	97,97
Cabeza (calc)	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 12: Prueba Estándar Remolienda MT - 4234

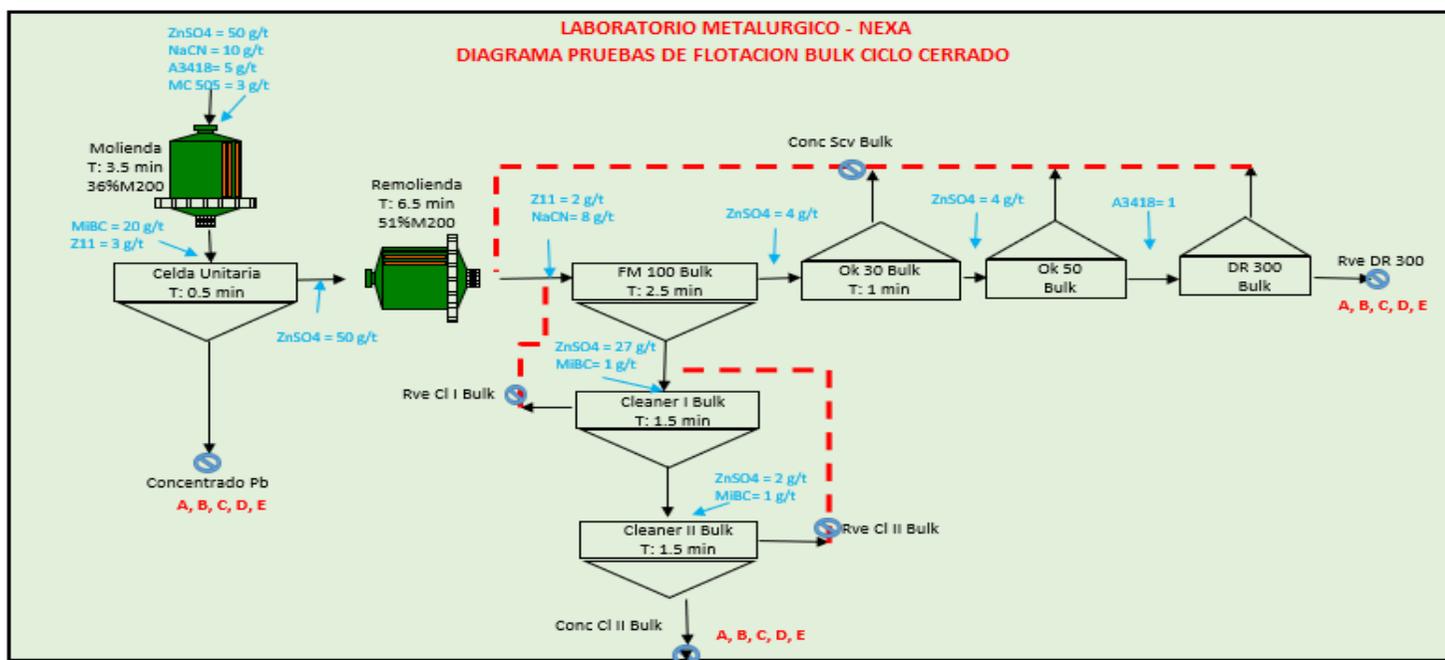


Gráfico 13: Diagrama de pruebas de flotación bulk remolienda MT-4234

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico					Distribución				
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	193,87	3,05	<b>64,29</b>	<b>38,49</b>	<b>6,58</b>	<b>2,82</b>	<b>8,78</b>	12463	75	13	5	17	<b>79,01</b>	<b>88,25</b>	4,58	44,07	2,28
Relave Bulk	6156,13	96,95	<b>0,54</b>	0,16	<b>4,31</b>	<b>0,11</b>	<b>11,83</b>	3310	10	265	7	728	20,99	11,75	95,42	55,93	97,72
Cabeza (calc)	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 13: Prueba Estándar Remolienda MT-738

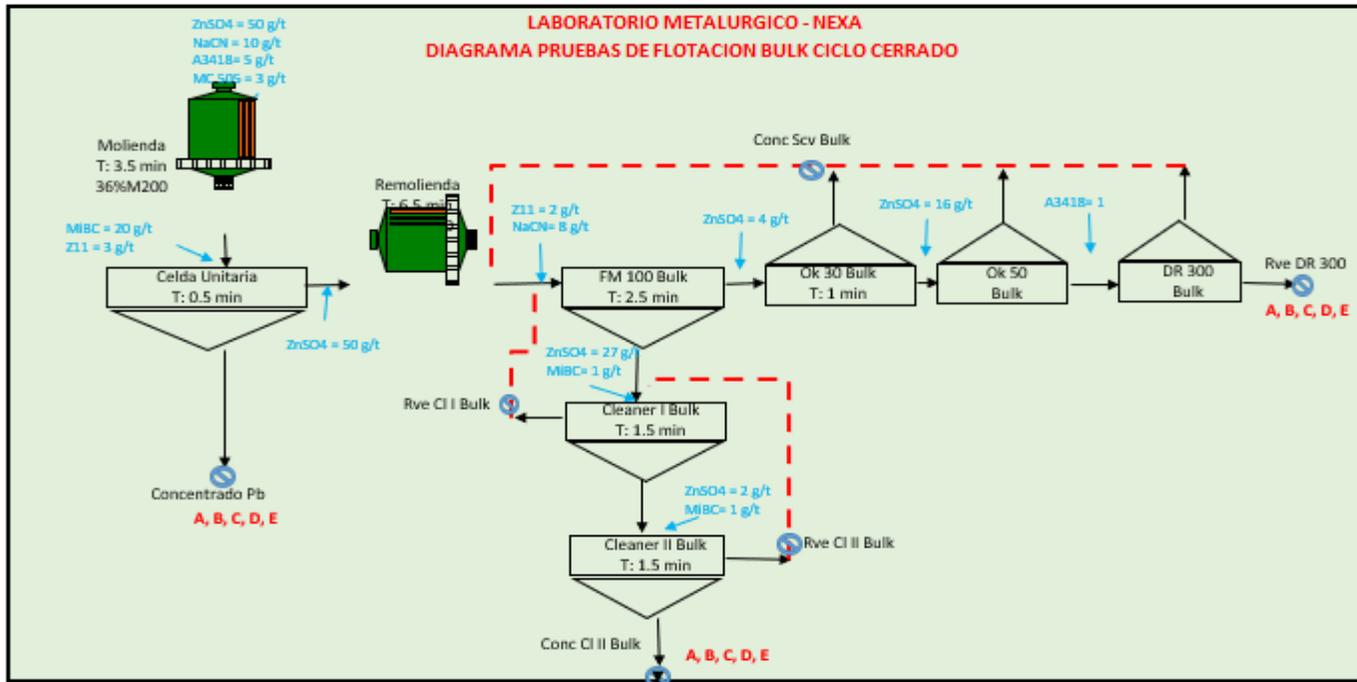


Gráfico 14: Diagrama de pruebas de flotación bulk remolienda MT-738

Fuente: Elaborado por el tesista

Productos	g	% Peso	Ensayes					Contenido Metalico				Distribución					
			Ag g/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	Oz, Ag	t, Pb	t, Zn	t, Cu	t, Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Feed	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Concentrado Plomo	179,15	2,82	69,22	41,56	6,70	2,71	9,47	12400	74	12	5	17	78,61	88,04	4,32	39,14	2,27
Relave Bulk	6170,85	97,18	0,55	0,16	4,31	0,12	11,80	3374	10	266	8	728	21,39	11,96	95,68	60,86	97,73
Cabeza (calc)	6350,00	100,00	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	15774	85	278	12	745	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 14: Prueba Estándar Remolienda flottec 2805

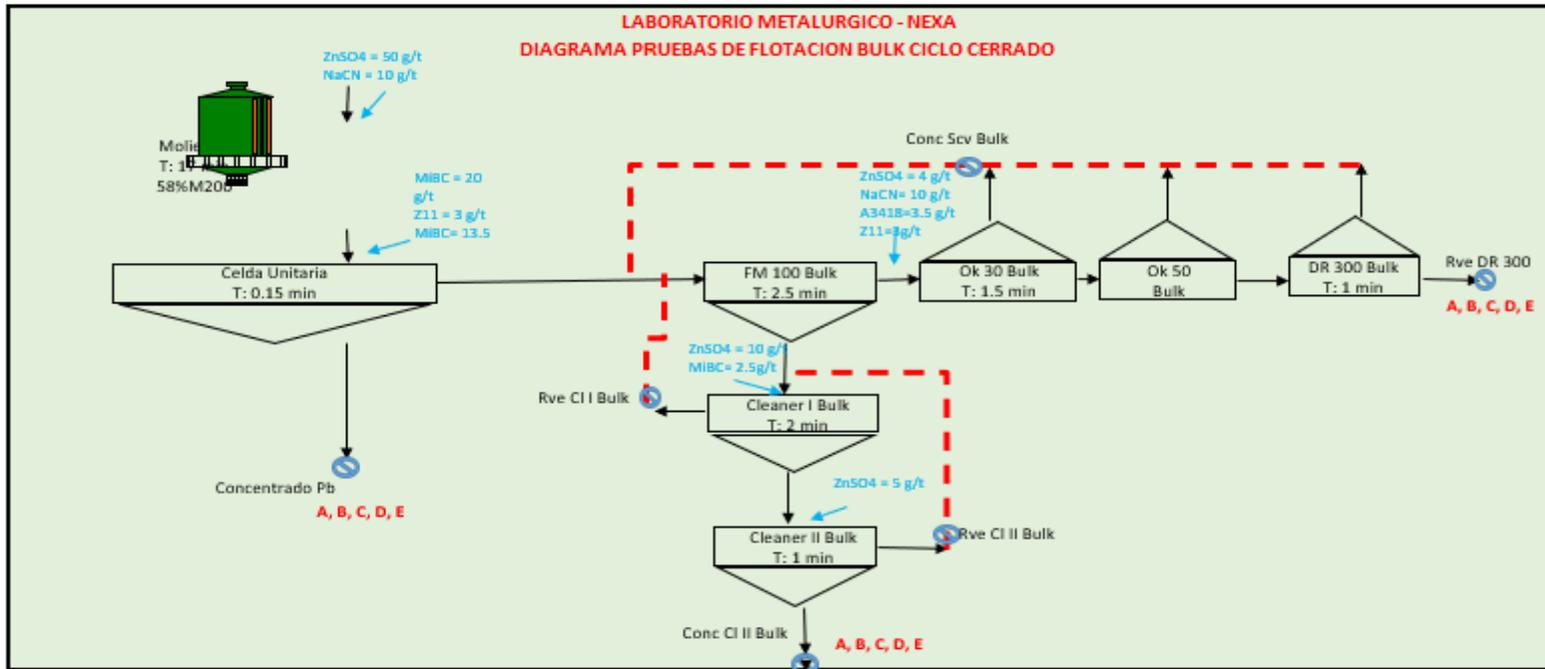


Gráfico 15: Diagrama de Pruebas de Flotación bulk Remolienda flottec 2805

Fuente: Elaborado por el tesista

### 4.3. Prueba de Hipótesis

La Sección Metalúrgica brinda apoyo directo a la operación; evaluando la calidad metalúrgica de la mena que está próxima a ingresar a Planta; adicionalmente, se encarga de efectuar con cierta periodicidad balances metalúrgicos de los diferentes circuitos para evaluar su performance, es responsable de la preparación de los reactivos que se usan en la operación, es responsable de control de muestreo de las operaciones diarias, guardias, despacho de lotes y de la preparación de las muestras correspondientes, de igual manera prepara las muestras remitidas por las otras áreas de la unidad, internas o externas. En forma semanal toma los factores de corrección de las balanzas de control de tonelaje de molienda y las aperturas de chancadoras. Se hace investigaciones en forma periódica

**PRUEBA ESTÁNDAR A-3418** A-3418 = 6 g/t Z-11 = 3 g/t MC-C505 = 3 g/t  
(61% M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	158	<b>54,78</b>	<b>41,06</b>	10,03	2,47	8,22	<b>65,73</b>	<b>85,68</b>	8,52	37,07	2,37
Relave Bulk	6192	0,73	0,18	2,75	0,11	8,66	34,27	14,32	91,48	62,93	97,63
Cab. Calc.	6350	2,08	1,20	2,93	0,17	8,65	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 15: Prueba metalúrgica de flotación con colector A-3418**

Fuente: Elaborado por el tesista

**PRUEBA MT - 4320** MT-4320 = 6 g/t Z-11 = 3 g/t MC-C505 = 3 g/t (61% M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	123	<b>61,14</b>	<b>50,81</b>	9,08	3,06	7,78	<b>70,80</b>	<b>82,02</b>	6,04	40,85	1,73
Relave Bulk	6227	0,50	0,22	2,78	0,09	8,68	29,20	17,98	93,96	59,15	98,27
Cab. Calc.	6350	1,67	1,20	2,90	0,14	8,66	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 16: Prueba metalúrgica de flotación con colector MT - 4320**

Fuente: Elaborado por el tesista

**PRUEBA MT - 738** MT-738 = 6 g/t Z-11 = 3 g/t MC-C505 = 3 g/t (61% M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	129	<b>60,15</b>	<b>49,28</b>	10,09	2,96	8,80	<b>73,33</b>	<b>83,45</b>	7,08	41,29	2,06
Relave Bulk	6221	0,45	0,20	2,74	0,09	8,65	26,67	16,55	92,92	58,71	97,94
Cab. Calc.	6350	1,66	1,20	2,89	0,15	8,65	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 17: Prueba metalúrgica de flotación con colector MT-738**

Fuente: Elaborado por el tesista

**PRUEBA Flottec 2805** Flottec 2805 = 6 g/t Z-11 = 3 g/t MC-C505 = 3 g/t (61% M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,54	1,20	3,10	0,20	9,71	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	151	<b>52,57</b>	<b>41,89</b>	10,17	2,65	9,67	<b>66,59</b>	<b>83,37</b>	8,34	40,70	2,66
Relave Bulk	6199	0,64	0,20	2,73	0,09	8,62	33,41	16,63	91,66	59,30	97,34
Cab. Calc.	6350	1,88	1,20	2,90	0,16	8,64	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 18: Prueba metalúrgica de flotación con colector Flottec 2805**

Fuente: Elaborado por el tesista

Como se puede apreciar en la tabla 15, se ha usado el colector **A-3418**, en los ensayos se tiene 54,78 g/t de plata y **41,06** % de plomo teniéndose en la distribución un 65,73 % de plata y un **85,68** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 16, se ha usado el colector **MT-4320**, en los ensayos se tiene 61,14 g/t de plata y 50,81 % de plomo teniéndose en la distribución un **70,80** % de plata y un **82,02** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 17, se ha usado el colector **MT-738**, en los ensayos se tiene 60,15 g/t de plata y 49,28 % de plomo teniéndose en la distribución un **73,33** % de plata y un **83,45** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 18, se ha usado el colector **MT-738**, en los ensayos se tiene 52,57 g/t de plata y 41,89 % de plomo teniéndose en la distribución un 66,59 % de plata y un **83,37** % de plomo.

Al comparar los resultados se observa que la prueba estándar tiene mejor recuperación con referencia al plomo. En cambio, en lo que es la plata se observa que el colector MT – 738 tiene mejor recuperación

### Prueba Con Remolienda

PRUEBA ESTÁNDAR A-3418 A-3418 = 9.1 g/t Z-11 = 5 g/t MC-C505 3 g/t (61%M-200)

Productos	T	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	149	<b>57,52</b>	<b>45,78</b>	7,04	2,43	9,29	<b>54,51</b>	<b>80,92</b>	3,79	29,30	1,86
Relave Bulk	6201	1,16	0,26	4,31	0,14	11,80	45,49	19,08	96,21	70,70	98,14
Cab. Calc.	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 19: Prueba metalúrgica con remolienda de flotación con colector A – 3418**

Fuente: Elaborado por el tesista

PRUEBA MT - 4320 MT - 4320 = 9.1 g/t Z-11 = 5 g/t MC-C505 3 g/t (61%M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	156	<b>72,55</b>	<b>44,03</b>	7,53	2,12	9,66	<b>71,91</b>	<b>81,41</b>	4,23	26,73	2,03
Relave Bulk	6194	0,72	0,25	4,30	0,15	11,79	28,09	18,59	95,77	73,27	97,97
Cab. Calc.	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 20: Prueba metalúrgica con remolienda de flotación con colector MT-4320**

Fuente: Elaborado por el tesista

PRUEBA MT - 738 MT - 738 = 9.1 g/t Z-11 = 5 g/t MC-C505 3 g/t (61%M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	194	<b>64,29</b>	<b>38,49</b>	6,58	2,82	8,78	<b>79,01</b>	<b>88,25</b>	4,58	44,07	2,28
Relave Bulk	6156	0,54	0,16	4,31	0,11	11,83	20,99	11,75	95,42	55,93	97,72
Cab. Calc.	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 21: Prueba metalúrgica con remolienda de flotación con colector MT-738**

Fuente: Elaborado por el tesista

PRUEBA Flottec 2805 Flottec 2805 = 9.1 g/t Z-11 = 5 g/t MC-C505 3 g/t (61%M-200)

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
Alimento	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Conc. Cl II	179	<b>69,22</b>	<b>41,56</b>	6,70	2,71	9,47	<b>78,61</b>	<b>88,04</b>	4,32	39,14	2,27
Relave Bulk	6171	0,55	0,16	4,31	0,12	11,80	21,39	11,96	95,68	60,86	97,73
Cab. Calc.	6350	2,48	1,33	4,38	0,20	11,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabla 22: Prueba metalúrgica remolienda de flotación con colector flottec 2805**

Fuente: Elaborado por el tesista

Para comprobar los resultados anteriores se decide realizar una remolienda de 5 minutos obteniéndose resultados los cuales son guardados y luego llevados a flotación donde se incrementa la adición del colector y de Z-11, tal como se muestra en las tablas.

Como se puede apreciar en la tabla 15, se ha usado el colector **A-3418**, en los ensayos se tiene 57,52 g/t de plata y **45,78** % de plomo teniéndose en la distribución un 54,51 % de plata y un **80,92** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 16, se ha usado el colector **MT-4320**, en los ensayos se tiene 72,55 g/t de plata y 44,03 % de plomo teniéndose en la distribución un **71,91** % de plata y un **81,41** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 17, se ha usado el colector **MT-738**, en los ensayos se tiene 64,29 g/t de plata y 38,49 % de plomo teniéndose en la distribución un **79,01** % de plata y un **88,25** % de plomo.

Como se puede apreciar en la tabla 18, se ha usado el colector Flottec 2805, en los ensayos se tiene 69,22 g/t de plata y 41,56 % de plomo teniéndose en la distribución un 78,61 % de plata y un **88,04** % de plomo.

Al comparar los resultados se observa que las pruebas Mt-738 y Flottec 2805 tienen mejor recuperación en plata y plomo, pero sin embargo se observa que el colector MT – 738 tiene mejor recuperación en plata y plomo.

#### 4.4. Discusión de resultados

De acuerdo a la investigación realizada y que se ha planteado la determinación de la granulometría adecuada en la verificación de la efectividad de colectores, mediante la prueba de moliendabilidad se ha podido determinar que a los 16 minutos de molienda se tiene 61 % malla – 200. Que se presenta en la siguiente tabla:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE MOLIENDABILIDAD						
Malla	Abertura	0 min	4 min	8 min	12 min	16 min
<b>200</b>	<b>74</b>	<b>28,23</b>	<b>39,57</b>	<b>43,91</b>	<b>54,84</b>	<b>60,98</b>

Y para demostrar mediante el balance balance metalúrgico de los resultados de concentrado de cleaner II de cada colector investigado la prueba estándar con A -3418 nos da mejor resultado donde se obtiene 65,73 % de plata y 85,68 % de plomo. Con una dosificación de reactivos de 6 g/t A – 3418, 3 g/t de Z-11. Lo que se muestra en la tabla siguiente:

Productos	t	Ensayes					Distribución					
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%C u	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	
A-3418	158	<b>54,78</b>	<b>41,06</b>	10,03	2,47	8,22	<b>65,73</b>	<b>85,68</b>	8,52	37,07	2,37	
MT - 4320	123	<b>61,14</b>	<b>50,81</b>	9,08	3,06	7,78	<b>70,80</b>	<b>82,02</b>	6,04	40,85	1,73	
MT – 738	129	<b>60,15</b>	<b>49,28</b>	10,09	2,96	8,80	<b>73,33</b>	<b>83,45</b>	7,08	41,29	2,06	
Flottec 2805	151	<b>52,57</b>	<b>41,89</b>	10,17	2,65	9,67	<b>66,59</b>	<b>83,37</b>	8,34	40,70	2,66	

En la confirmación de los resultados se hizo una remolienda de 5 minutos más en la molienda donde se obtiene el balance metalúrgico de los resultados obteniéndose que el colector MT – 738 tiene mejor resultado con un 79,01 % de plata y un 88,25 % de plomo.

Productos	t	Ensayes					Distribución				
		Oz/t Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe
A-3418	149	<b>57,52</b>	<b>45,78</b>	7,04	2,43	9,29	<b>54,51</b>	<b>80,92</b>	3,79	29,30	1,86
MT - 4320	156	<b>72,55</b>	<b>44,03</b>	7,53	2,12	9,66	<b>71,91</b>	<b>81,41</b>	4,23	26,73	2,03
MT – 738	194	<b>64,29</b>	<b>38,49</b>	6,58	2,82	8,78	<b>79,01</b>	<b>88,25</b>	4,58	44,07	2,28
Flottec 2805	179	<b>69,22</b>	<b>41,56</b>	6,70	2,71	9,47	<b>78,61</b>	<b>88,04</b>	4,32	39,14	2,27

Referente a la tercera hipótesis donde se considera el aspecto económico podemos observar que los reactivos colectores tienen un acercamiento del costo de cada uno de ellos y de los reactivos químicos de flotación usados en este proceso son:

Depresores:

- Sulfato de zinc (0.91 \$/kg)
- Cianuro de Sodio (2.99 \$/kg)

Colectores:

- Xantato isopropilico de sodio Z-11 (2.64 \$/kg)
- Aerophine 3418A (17.01 \$/kg)
- MT – 4320 (18.25 \$/kg)
- MT – 738 (17,75 \$/kg)
- Flottec 2805 (17.55 \$/kg)

Espumante:

- MIBC (2,89 \$/kg)

Si comparamos resultados de recuperación y los costos de cada colector damos nuestra opinión que el colector MT – 738 tiene mejor recuperación y casi bajo costo. Pero la gerencia de operaciones será la encargada de decidir y al parecer se va a continuar con el colector A – 3418, ya que se tiene en almacén en cantidad para este año.

## CONCLUSIONES

1. El trabajo de investigación llevada a cabo se desarrolló tal como se había planificado al inicio se obtuvo la cantidad de mineral necesario, los reactivos que se han utilizado se ha tenido como muestras que dejan las empresas que comercializan, el costo de cada uno de ellos también se obtuvo en el momento indicado.
2. El tamaño de partícula determinada es de 61 % malla menos 200, que se obtuvo a los 16 minutos de moliendabilidad. Este fue empleado en todas las pruebas metalúrgicas.
3. Las pruebas metalúrgicas desarrolladas en la flotación del rougher y cleaner II se obtuvo que colector **A-3418**, en la distribución un **65,73** % de plata y un **85,68** % de plomo. Pero cuando se hace una remolienda con 5 minutos más se obtiene que el colector MT – 738 tiene mejor resultado en la distribución con un **79,01** % de plata y un **88,25** % de plomo.
4. En la parte económica se tiene que el colector MT – 738 tiene un costo muy cercano al colector A – 3418, donde hay una pequeña diferencia de 0,74 centavos de dólar respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Se debe de continuar con investigaciones referente al uso del colector para flotar el zinc, pueda ser que se tenga datos muy cercanos a la flotación del plomo.
- 2.** Se debe de hacer investigaciones usando la microscopía para tener una idea clara de la liberación de las partículas y de esa manera poder tener una moliendabilidad más cercana a la realidad.
- 3.** Esta investigación se debe desarrollar constantemente ya que el mineral es muy variado el compuesto varía ya que a veces hay más mineral o en otras está muy diluido teniéndose que cabecear para poder tener un mineral estandarizado.
- 4.** Los equipos del laboratorio de metalurgia deben se calibrados para tener resultados fehacientes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arana, J. Carranza, J. (1998) “Influencia de la dosificación del par, Z-11 y densidad de pulpa sobre la recuperación de plomo en el mineral de sociedad minera el Brocal S.A.” Tesis para optar el título de Ingeniero Metalurgista. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo- Perú. 47p.
2. Apaza, O. (2015) “Fundamentos y aplicaciones de la flotación de minerales”. Blog InterMet Consultores Metalúrgicos. 5p.
3. Chia Aquije, Juan. (1990) “Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales”.
4. Dewey (2010). Experiencia y educación. Editorial Biblioteca Nueva. S.L. Madrid – España pp 14
5. Guerrero, G. (2010) “Metodología de evaluación y remoción de xantatos en procesos de flotación”. Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con mención en Minería y medio Ambiente. Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú. 58p.
6. Guitar, E. Bruce, T. Bruey, F. Nagaraj, D. Riccio, P. Thomas, W. (2015) “Promotor AEROPHINE 3418A.Cytec Industries. Disponible en: [http://www.expominmexico.com.mx/pdf/pres/c4/09/c4\\_9-2.pdf](http://www.expominmexico.com.mx/pdf/pres/c4/09/c4_9-2.pdf) pp. 5-6.
7. Hodson, D. (2000). “Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science”. Science and Education, No. 2, Vol. 1, pp. 115-144.
8. Jimenez, J. Ayala, J. Quijahuamán, J. Ruiz, M. (2012) “Optimización del proceso de flotación de plomo, plata y zinc en la planta concentradora Mallay de la compañía de Minas Buenaventura S.A. A”. Disponible en: <http://www.convencionminera.com/perumin31/images/perumin/mencion-honrosa/tt>
9. Laiza, F. Zegarra, T. (2016) “Influencia del potencial de hidrogeno (pH) y la

granulometría sobre la ratio de concentración y el porcentaje de recuperación de oro (Au) y cobre (Cu) en la flotación de un mineral tipo sulfuroso con alto contenido de plata”. Tesis para optar el título de Ingeniero Metalurgista. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú. 66p.

10. León, J. Ruiz, C. (2011) “efecto del pH, dosificación de reactivo A-31 y tiempo de molienda sobre la recuperación de Pb-Ag en minerales oxidados procedentes de la sierra de la Libertad”. Tesis para optar el título de Ingeniero Metalurgista. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú. 47p.
11. Linares, N. (2011) “Cinética del proceso de flotación de espumas”, diapositivas. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/66201828/Capitulo-III-cinetica-del-procesode-flotacion-de-minerales>
12. Linares, N. (2010) “Principios de la flotación de minerales”, diapositivas. Disponible en: <http://es.slideshare.net/nlinaresg/capitulo-i-principios-de-la-flotacion-de-minerales>
13. Linares, N. (2010) “Agentes químicos de flotación de espumas”, diapositivas. Disponible en: <https://es.slideshare.net/nlinaresg/capitulo-ii-4139513>
14. Morles, (1994). Un plan o proyecto de investigación – Lima – Perú pp.54
15. Ruiz et al. (2010). Papeles del psicólogo. Lima – Perú. pp. 34-35
16. Sutulov, Alexander. (1963) “Flotación de Minerales”, Universidad de Concepción. Instituto de investigaciones tecnológicas. Primera Edición. Cap. 2-5.
17. [Tecana American University | Associates degrees, Bachelor's, Master's, Doctoral & Post-doctoral Programs \(tauniversity.org\)](http://tauniversity.org)
18. Yianatos, B. (2005) “Flotación de Minerales”, Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de procesos Químicos, Biotecnológicos y ambientales. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/132342529/Yianatos-Flotacion-de-Minerales-UTFSM>

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de datos

Prueba 2388

PRODUCTOS	peso, g	%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
			Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
Conc. Pb 1	21,50	2,19	34,80	23,19	4,82	1,38	27,12	0,13	0,13	27,57	34,28	3,47	17,94	6,39	1,07	11,11
Conc. Pb 2	37,80	3,85	26,89	16,95	11,99	1,41	20,84	0,14	0,14	37,46	44,06	15,18	32,21	8,63	2,08	21,54
Conc. 2 Cl Pb	3,00	0,31	36,79	19,89	16,96	2,59	14,63	0,62	0,07	4,07	4,10	1,70	4,71	0,48	0,72	0,87
Rlv 2 Cl Pb	17,10	1,74	9,80	4,38	17,00	0,88	15,67	0,51	0,58	6,18	5,15	9,73	9,15	2,93	3,38	39,79
Rlv 1 Cl Pb	8,40	0,86	6,78	2,98	14,19	0,60	14,57	0,53	0,06	2,10	1,72	3,99	3,06	1,34	1,72	1,88
Conc. Desb/Barr Pb	8,70	0,89	6,48	2,69	11,67	0,63	13,21	0,48	0,06	2,08	1,61	3,40	3,30	1,26	1,62	2,03
Relave Bulk	884,90	90,17	0,63	0,15	2,11	0,06	8,15	0,26	0,01	20,55	9,08	62,52	29,62	78,97	89,41	22,79
Cab. Calculada	981,40	100,00	2,76	1,48	3,04	0,17	9,31	0,26	0,03	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Cab. Ensayada			2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	<b>69,10</b>	<b>82,44</b>					
Error			0,00	0,19	0,41	0,01	1,60	#####	83,83							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	AM 3418 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,2	1220	1,5
C. U.						9,2	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,1	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,1	1220	1,0
Desb. Barr.						9,0	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				8,9	850	3,0
2° Cl						8,9	850	2,0

PRODUCTOS	peso, g	%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
			Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
Conc. Pb 1	25,80	2,62	38,08	26,94	7,53	1,64	20,63	0,14	0,59	36,22	48,55	6,78	27,43	6,74	27,84	5,68
Conc. Pb 2	33,00	3,36	25,30	14,46	15,69	1,38	19,09	0,13	0,53	30,78	33,33	18,07	29,51	7,98	31,86	6,52
Conc. 2 Cl Pb	2,50	0,25	28,02	14,67	22,13	2,86	15,35	0,20	0,67	2,58	2,56	1,93	4,64	0,49	3,67	0,62
Rlv 2 Cl Pb	16,20	1,65	8,89	3,97	19,50	0,76	15,67	0,07	0,52	5,31	4,49	11,02	8,00	3,22	7,96	3,12
Rlv 1 Cl Pb	6,80	0,69	5,68	2,25	12,67	0,47	15,39	0,04	0,50	1,43	1,07	3,01	2,07	1,33	2,14	1,27
Conc. Desb/Barr Pb	7,30	0,74	6,37	2,47	11,26	0,52	12,91	0,05	0,44	1,71	1,26	2,87	2,46	1,19	2,47	1,21
Relave Bulk	891,40	90,68	0,67	0,14	1,81	0,04	7,00	0,00	0,25	21,98	8,74	56,32	25,90	79,05	24,05	81,58
Cab. Calculada	983,00	100,00	2,76	1,46	2,91	0,16	8,03	0,01	0,27	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Cab. Ensayada			2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	69,58	84,44					
Error			0,00	0,37	0,04	0,60	0,08	10,32	0,84							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	MT 4320 (ml)	Z-11 (ml)	MIBC (ml)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,3	1220	1,5
C. U.						9,3	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,2	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,2	1220	1,0
Desb. Barr.						9,2	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				9,1	850	3,0
2° Cl						9,0	850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,84	59,01	32,97	6,40	1,89	17,97	0,16	0,41	35,80	42,74	3,77	21,08	3,76	20,01	25,30
2,86	37,92	18,83	11,77	1,78	15,07	0,17	0,54	35,77	37,95	10,77	30,77	4,91	33,68	52,33
0,17	51,93	22,30	12,37	3,40	13,65	0,24	0,24	2,94	2,70	0,68	3,54	0,27	2,94	1,42
1,10	15,51	5,43	13,76	0,90	10,98	0,09	0,09	5,63	4,21	4,85	6,00	1,38	6,59	3,19
0,77	10,33	3,07	11,99	0,71	9,83	0,05	0,05	2,62	1,66	2,95	3,30	0,86	2,90	1,40
0,93	6,37	2,50	9,45	0,59	8,50	0,04	0,04	1,95	1,64	2,81	3,30	0,90	2,86	1,38
92,33	0,50	0,14	2,51	0,06	8,36	0,00	0,00	15,28	9,09	74,18	32,01	87,93	31,01	14,98
100,00	3,03	1,42	3,12	0,17	8,78	0,01	0,03	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	74,51	83,39					
	1,04	0,73	0,85	0,09	0,39	8,15	81,25							

CONDICIONES							
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo					Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 225 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)		
Molienda	5,2	1,7	14,0			1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	1220	1,5
C. U.						1220	1,5
FM-100						1220	2,0
Ro						1220	3,0
Sev	2,2			0,2		1220	1,0
Desb. Barr.						1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				850	3,0
2° Cl						850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,62	48,42	31,51	7,56	1,98	18,44	0,21	0,43	29,53	35,76	4,01	19,03	3,47	24,65	2,45
3,00	35,27	20,70	10,92	1,72	15,35	0,19	0,52	39,93	43,60	10,75	30,75	5,36	40,08	5,50
0,27	45,34	26,10	11,61	2,63	13,14	0,27	0,54	4,67	5,00	1,04	4,27	0,42	5,30	0,51
1,38	10,67	4,60	11,95	0,79	11,60	0,09	0,50	5,57	4,47	5,42	6,49	1,87	8,69	2,41
0,79	5,79	2,33	8,92	0,48	9,79	0,05	0,50	1,72	1,29	2,31	2,26	0,90	2,80	1,36
0,69	6,20	2,48	8,49	0,58	9,19	0,05	0,46	1,61	1,19	1,91	2,38	0,74	2,64	1,10
92,01	0,49	0,13	2,47	0,06	8,14	0,00	0,27	16,97	8,69	74,56	34,81	87,25	15,83	86,67
99,76	2,66	1,43	3,06	0,17	8,61	0,01	0,29	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	<b>74,13</b>	<b>84,36</b>					
	0,12	0,63	0,47	0,01	0,17	9,05	0,19							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 225 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,2	1220	1,5
C. U.						9,2	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,2	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,2	1220	1,0
Desb. Barr.						9,2	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				9,2	850	3,0
2° Cl						9,1	850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,41	51,00	36,29	5,88	2,15	14,10	0,20	0,34	28,75	37,15	3,06	18,92	2,55	17,92	1,64
2,56	37,02	22,78	9,03	1,78	13,97	0,21	0,48	37,72	42,13	8,50	28,38	4,57	33,21	4,24
0,17	50,26	26,31	11,44	3,31	12,72	0,31	0,45	3,44	3,27	0,72	3,54	0,28	3,36	0,26
1,22	13,19	5,85	10,73	1,01	11,21	0,11	0,49	6,43	5,17	4,83	7,69	1,75	8,54	2,05
0,59	7,79	3,54	9,01	0,67	10,07	0,07	0,71	1,82	1,50	1,94	2,45	0,75	2,43	1,43
0,43	7,59	3,24	8,93	0,80	9,48	0,07	0,58	1,31	1,02	1,43	2,17	0,53	1,79	0,86
93,06	0,55	0,14	2,32	0,06	7,52	0,01	0,28	20,52	9,76	79,52	36,84	89,57	32,76	89,51
99,44	2,52	1,39	2,73	0,16	7,86	0,02	0,29	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	<b>69,92</b>	<b>82,55</b>					
	0,69	1,08	0,21	0,25	0,24	4,00	0,06							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 770 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,3	1220	1,5
C. U.						9,3	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,2	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,2	1220	1,0
Desb. Barr.						9,0	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				8,8	850	3,0
2° Cl						8,7	850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,64	57,41	36,71	5,80	2,31	14,31	0,21	0,43	32,86	42,05	3,19	22,77	2,73	19,96	2,39
2,27	41,81	23,82	9,15	1,90	13,96	0,23	0,54	33,23	37,89	6,99	26,04	3,70	30,45	4,15
0,15	43,84	23,40	10,78	2,77	12,76	0,29	0,46	2,32	2,48	0,55	2,53	0,23	2,55	0,23
1,24	13,82	5,82	9,96	0,96	11,16	0,11	0,51	6,01	5,06	4,16	7,22	1,62	8,24	2,14
0,59	7,39	3,38	8,91	0,58	10,11	0,07	0,49	1,52	1,39	1,76	2,06	0,69	2,27	0,97
0,65	6,47	2,59	7,81	0,61	9,17	0,06	0,44	1,46	1,17	1,70	2,38	0,69	2,14	0,96
93,03	0,69	0,15	2,61	0,07	8,33	0,01	0,28	22,60	9,95	81,65	37,00	90,35	34,39	89,15
99,57	2,87	1,43	2,99	0,17	8,61	0,02	0,30	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	68,41	82,43					
	0,19	0,56	0,20	0,04	0,18	1,71	0,02							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 770 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,3	1220	1,5
C. U.						9,2	1220	1,5
FM-100						9,1	1220	2,0
Ro						9,0	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		8,9	1220	1,0
Desb. Barr.						8,9	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				8,8	850	3,0
2° Cl						8,7	850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,25	65,65	43,99	4,55	2,44	12,05	0,25	0,32	29,00	37,04	1,77	18,34	1,77	15,58	1,40
2,11	44,82	26,31	7,69	2,01	13,06	0,24	0,52	33,36	37,34	5,05	25,46	3,24	25,11	3,84
0,26	53,82	29,01	10,68	3,30	13,66	0,36	0,38	4,98	5,12	0,87	5,20	0,42	4,70	0,35
0,92	15,57	7,61	8,47	0,94	10,93	0,13	0,51	5,05	4,70	2,42	5,20	1,18	6,07	1,64
0,58	8,15	3,63	8,28	0,61	10,18	0,08	0,60	1,66	1,41	1,48	2,09	0,69	2,29	1,21
0,67	8,55	3,71	7,98	0,80	9,98	0,08	0,51	2,01	1,66	1,65	3,20	0,78	2,77	1,19
94,26	0,72	0,20	2,96	0,07	8,29	0,01	0,27	23,94	12,73	86,75	40,51	91,91	43,50	90,36
100,05	2,83	1,49	3,21	0,17	8,50	0,02	0,29	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	<b>67,34</b>	<b>79,50</b>					
	0,09	0,17	1,54	0,04	0,08	0,00	0,24							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 1200 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,2	1220	1,5
C. U.						9,2	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,2	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,2	1220	1,0
Desb. Barr.						9,2	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				9,1	850	3,0
2° Cl						9,1	850	2,0

%Peso	ENSAYES							RECUPERACIONES						
	Ag Oz/t	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn	%Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Fe	%Bi	%Mn
1,13	64,66	48,15	4,36	2,46	9,96	0,23	0,26	30,93	43,39	1,51	18,59	1,32	14,33	1,02
1,31	46,59	27,56	7,85	1,98	12,60	0,27	0,59	25,87	28,83	3,15	17,35	1,94	19,62	2,69
0,25	52,16	27,97	9,01	2,69	11,23	0,32	0,39	5,57	5,63	0,70	4,54	0,33	4,55	0,34
0,73	18,70	8,98	12,13	1,29	16,74	0,17	0,63	5,75	5,20	2,70	6,29	1,43	6,95	1,60
0,60	9,58	4,03	9,20	0,82	11,43	0,10	0,59	2,41	1,91	1,68	3,25	0,80	3,18	1,23
0,67	8,40	3,73	8,14	0,79	10,27	0,09	0,50	2,37	1,98	1,66	3,53	0,80	3,22	1,16
93,99	0,68	0,17	3,08	0,07	8,46	0,01	0,28	27,09	13,06	88,60	46,46	93,37	48,15	91,95
98,68	2,40	1,27	3,31	0,15	8,63	0,02	0,29	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	2,75	1,55	2,86	0,17	8,26	0,02	0,30	<b>62,37</b>	<b>77,84</b>					
	1,66	3,22	2,49	1,16	0,20	0,81	0,11							

CONDICIONES								
Etapas de Flotación	Reactivos g/t & ml - Circuito Plomo						Revol. (rpm)	Tiem. Lab min.
	ZnSO4 (ml)	NaCN (ml)	COLECTOR 1200 (ul)	Z-11 (ml)	MIBC (ul)	pH/ORP		
Molienda	5,2	1,7	14,0				1220	1,5
Acond. 1	2,3	0,7		0,6	24,8	9,2	1220	1,5
C. U.						9,2	1220	1,5
FM-100						9,2	1220	2,0
Ro						9,1	1220	3,0
Scv	2,2			0,2		9,1	1220	1,0
Desb. Barr.						9,1	1220	1,5
1° Cl	0,9	0,1				9,1	850	3,0
2° Cl						9,0	850	2,0

PESOS DE PRUBAS DE FLOTACIÓN

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	322,70	344,20	21,50
Conc. Pb 2	327,30	365,10	37,80
Conc. 2 Cl Pb	332,80	335,80	3,00
Rlv 2 Cl Pb	8,70	25,80	17,10
Rlv 1 Cl Pb	9,50	17,90	8,40
Conc. Desb/Barr Pb	318,80	327,50	8,70
Relave Bulk	9,50	894,40	884,90
		1000,00	981,40

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	330,90	356,70	25,80
Conc. Pb 2	331,90	364,90	33,00
Conc. 2 Cl Pb	328,00	330,50	2,50
Rlv 2 Cl Pb	9,20	25,40	16,20
Rlv 1 Cl Pb	9,40	16,20	6,80
Conc. Desb/Barr Pb	331,90	339,20	7,30
Relave Bulk	9,90	901,30	891,40
		1000,00	983,00

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	331,60	349,80	18,20
Conc. Pb 2	321,90	350,20	28,30
Conc. 2 Cl Pb	320,70	322,40	1,70
Rlv 2 Cl Pb	9,40	20,30	10,90

Rlv 1 Cl Pb	9,50	17,10	7,60
Conc. Desb/Barr Pb	325,20	334,40	9,20
Relave Bulk	9,50	923,80	914,30
		1000,00	990,20

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	329,10	345,10	16,00
Conc. Pb 2	323,50	353,20	29,70
Conc. 2 Cl Pb	322,00	324,70	2,70
Rlv 2 Cl Pb	9,40	23,10	13,70
Rlv 1 Cl Pb	9,30	17,10	7,80
Conc. Desb/Barr Pb	329,60	336,40	6,80
Relave Bulk	9,40	920,50	911,10
		1000,00	987,80

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	326,90	340,90	14,00
Conc. Pb 2	329,70	355,00	25,30
Conc. 2 Cl Pb	323,60	325,30	1,70
Rlv 2 Cl Pb	9,40	21,50	12,10
Rlv 1 Cl Pb	9,30	15,10	5,80
Conc. Desb/Barr Pb	321,90	326,20	4,30
Relave Bulk	9,20	930,70	921,50
		1000,00	984,70

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	323,10	339,30	16,20
Conc. Pb 2	321,30	343,80	22,50

Conc. 2 Cl Pb	331,00	332,50	1,50
Rlv 2 Cl Pb	9,30	21,60	12,30
Rlv 1 Cl Pb	9,90	15,70	5,80
Conc. Desb/Barr Pb	326,60	333,00	6,40
Relave Bulk	10,00	931,20	921,20
		1000,00	985,90

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	321,10	333,50	12,40
Conc. Pb 2	328,20	349,10	20,90
Conc. 2 Cl Pb	320,30	322,90	2,60
Rlv 2 Cl Pb	9,80	18,90	9,10
Rlv 1 Cl Pb	9,50	15,20	5,70
Conc. Desb/Barr Pb	326,30	332,90	6,60
Relave Bulk	9,60	943,00	933,40
		1000,00	990,70

Estándar	Tara	W Seco	W Seco Neto
	gr	gr	gr
Conc. Pb 1	319,50	330,70	11,20
Conc. Pb 2	331,70	344,70	13,00
Conc. 2 Cl Pb	324,50	327,00	2,50
Rlv 2 Cl Pb	9,60	16,80	7,20
Rlv 1 Cl Pb	9,10	15,00	5,90
Conc. Desb/Barr Pb	328,00	334,60	6,60
Relave Bulk	9,40	940,10	930,70
		1000,00	977,10

# REPORTE METALURGIA

CLIENTE : Laboratorio Metalúrgico - El Porvenir Cía Minera Milpo SAA

FECHA DE RECEPCION : 18/02/2023

LUGAR DE RECEPCION :  
FECHA DE REPORTE :

20/02/2023

CANTIDAD DE MUESTRAS : **25**

TIPO DE MUESTRA :

**Prueba de Flotacion 17/03/2023**

CARACTERISTICAS Y CONDICIONES :

REFERENCIA

Nº Muestras	Codigo	FT-2388	Ag Oz/TM	Pb %	Zn %	Cu %	Fe%	Mn%	Bi%
1		Conc Pb 1	34,799	23,192	4,820	1,376	27,120	0,417	0,128
2		Conc Pb 2	26,890	16,954	11,990	1,405	20,840	0,483	0,142
3		Conc 2 Cl Pb	36,792	19,890	16,960	2,590	14,630	0,615	0,244
4		Rlv 2 Cl	9,799	4,385	17,000	0,882	15,670	0,510	0,072
5		Rlv 1 Cl	6,777	2,978	14,190	0,601	14,570	0,529	0,056
6		Conc Des/barr	6,481	2,687	11,670	0,626	13,210	0,481	0,058
7		Rlv Final	0,630	0,149	2,110	0,055	8,150	0,260	0,006
Nº Muestras	Codigo	FT-2389	Ag Oz/TM	Pb %	Zn %	Cu %	Fe%	Mn%	Bi%
1		Conc Pb 1	38,078	26,935	7,530	1,639	20,630	0,590	0,144
2		Conc Pb 2	25,296	14,458	15,690	1,379	19,090	0,529	0,129
3		Conc 2 Cl Pb	28,022	14,666	22,130	2,860	15,350	0,668	0,196
4		Rlv 2 Cl	8,886	3,969	19,500	0,762	15,670	0,516	0,066
5		Rlv 1 Cl	5,684	2,245	12,670	0,468	15,390	0,499	0,042
6		Conc Des/barr	6,366	2,470	11,260	0,520	12,910	0,444	0,045
7		Rlv Final	0,669	0,140	1,810	0,045	7,000	0,245	0,004
Nº Muestras	Codigo	FT-2390	Ag Oz/TM	Pb %	Zn %	Cu %	Fe%	Mn%	Bi%

1		Conc Pb 1	59,015	32,966	6,400	1,893	17,970	0,407	0,156
2		Conc Pb 2	37,924	18,825	11,770	1,776	15,070	0,542	0,168
3		Conc 2 Cl Pb	51,929	22,300	12,370	3,400	13,650	0,453	0,245
4		Rlv 2 Cl	15,509	5,428	13,760	0,899	10,980	0,520	0,086
5		Rlv 1 Cl	10,327	3,070	11,990	0,710	9,830	0,634	0,054
6		Conc Des/barr	6,366	2,497	9,450	0,587	8,500	0,519	0,044
7		Rlv Final	0,502	0,140	2,510	0,057	8,360	0,261	0,005
<b>Nº Muestras</b>	<b>Codigo</b>	<b>FT-2391</b>	<b>Ag Oz/TM</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Fe%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Bi%</b>
1		Conc Pb 1	48,418	31,510	7,560	1,980	18,440	0,433	0,213
2		Conc Pb 2	35,275	20,697	10,920	1,724	15,350	0,525	0,186
3		Conc 2 Cl Pb	45,344	26,103	11,610	2,630	13,140	0,538	0,271
4		Rlv 2 Cl	10,674	4,603	11,950	0,788	11,600	0,499	0,088
5		Rlv 1 Cl	5,787	2,326	8,920	0,483	9,790	0,496	0,050
6		Conc Des/barr	6,199	2,477	8,490	0,584	9,190	0,458	0,054
7		Rlv Final	0,489	0,134	2,470	0,064	8,140	0,270	0,002
<b>Nº Muestras</b>	<b>Codigo</b>	<b>FT-2392</b>	<b>Ag Oz/TM</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Fe%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Bi%</b>
1		Conc Pb 1	51,003	36,293	5,880	2,150	14,100	0,338	0,202
2		Conc Pb 2	37,024	22,776	9,030	1,784	13,970	0,483	0,207
3		Conc 2 Cl Pb	50,257	26,311	11,440	3,310	12,720	0,449	0,311
4		Rlv 2 Cl	13,194	5,847	10,730	1,011	11,210	0,489	0,111
5		Rlv 1 Cl	7,793	3,542	9,010	0,673	10,070	0,712	0,066
6		Conc Des/barr	7,587	3,241	8,930	0,803	9,480	0,575	0,066
7		Rlv Final	0,553	0,145	2,320	0,064	7,520	0,280	0,006
<b>Nº Muestras</b>	<b>Codigo</b>	<b>FT-2393</b>	<b>Ag Oz/TM</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Fe%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Bi%</b>
1		Conc Pb 1	57,407	36,709	5,800	2,310	14,310	0,430	0,211
2		Conc Pb 2	41,808	23,816	9,150	1,902	13,960	0,538	0,232
3		Conc 2 Cl Pb	43,840	23,400	10,780	2,770	12,760	0,456	0,291
4		Rlv 2 Cl	13,825	5,820	9,960	0,965	11,160	0,509	0,115
5		Rlv 1 Cl	7,395	3,378	8,910	0,584	10,110	0,490	0,067

6		<i>Conc Des/barr</i>	6,469	2,586	7,810	0,612	9,170	0,438	0,057
7		<i>Rlv Final</i>	0,694	0,153	2,610	0,066	8,330	0,282	0,006
<b>Nº Muestras</b>	<b>Codigo</b>	<b>FT-2394</b>	<b>Ag Oz/TM</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Fe%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Bi%</b>
1		<i>Conc Pb 1</i>	65,650	43,987	4,550	2,440	12,050	0,319	0,248
2		<i>Conc Pb 2</i>	44,817	26,311	7,690	2,010	13,060	0,520	0,237
3		<i>Conc 2 Cl Pb</i>	53,819	29,015	10,680	3,300	13,660	0,384	0,357
4		<i>Rlv 2 Cl</i>	15,573	7,610	8,470	0,942	10,930	0,511	0,132
5		<i>Rlv 1 Cl</i>	8,153	3,632	8,280	0,606	10,180	0,598	0,079
6		<i>Conc Des/barr</i>	8,552	3,709	7,980	0,801	9,980	0,510	0,083
7		<i>Rlv Final</i>	0,720	0,201	2,960	0,072	8,290	0,274	0,009
<b>Nº Muestras</b>	<b>Codigo</b>	<b>FT-2395</b>	<b>Ag Oz/TM</b>	<b>Pb %</b>	<b>Zn %</b>	<b>Cu %</b>	<b>Fe%</b>	<b>Mn%</b>	<b>Bi%</b>
1		<i>Conc Pb 1</i>	64,660	48,146	4,360	2,460	9,960	0,259	0,228
2		<i>Conc Pb 2</i>	46,592	27,559	7,850	1,978	12,600	0,586	0,268
3		<i>Conc 2 Cl Pb</i>	52,160	27,975	9,010	2,690	11,230	0,388	0,324
4		<i>Rlv 2 Cl</i>	18,698	8,980	12,130	1,294	16,740	0,630	0,172
5		<i>Rlv 1 Cl</i>	9,581	4,030	9,200	0,817	11,430	0,590	0,096
6		<i>Conc Des/barr</i>	8,398	3,734	8,140	0,793	10,270	0,500	0,087
7		<i>Rlv Final</i>	0,682	0,174	3,080	0,074	8,460	0,280	0,009