

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



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

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**TESIS**

Título:

**PROCESO DE FLOTACION DE MINERALES Y LA RECUPERACION  
DEL CONCENTRADO – EMPRESA MINERA HUINAC S.A.C, ANCASH  
2017.**


Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

**Autor:**

**YOVANI FRANKS MELENDREZ FIGUEROA.**

**Asesor:**

**Mg. JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA**



**JUAN M. IPANAQUE ROÑA**  
**ING. METALURGISTA**  
**R. CIP. 66303**

**Huacho - Perú**  
**2022**



**”PROCESO DE FLOTACION DE MINERALES Y LA RECUPERACION DEL  
CONCENTRADO – EMPRESA MINERA HUINAC S.A.C, ANCASH 2017”**

---

**Dr. ALBERTO IRHAAM SANCHEZ GUZMAN**  
Presidente del Jurado

---

**M(o). VICTOR RAUL COCA RAMIREZ**

Secretario del Jurado

---

**M(o). JAIME IMAN MENDOZA**

Vocal del Jurado

---

**M(o). JUAN MANUEL IPANAQUE ROÑA.**

Asesor

## DEDICATORIA

**Mis padres:**

Y hermanos, a su persistencia día a día en culminar mis estudios y formación profesional.

Yovani Franks.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro Altísimo, por alumbrarme reanudar proseguir antes diversidades.

Minera Huinac S.A.C, por darme la oportunidad llevar a cabo la investigación, apoyo de los docentes de EP. Ingeniería Metalúrgica y amistades de la empresa por amparo.

Yovani Franks.

## **PENSAMIENTO**

**“El secreto del éxito es la  
persistencia por la meta”**

**Benjamín Disraeli.**

# ÍNDICE

## CAPITULO I

I.	PLANTEAMIENTO DEL ROBLEMA.....	05
1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	05
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	05
1.2.1.	Problema General .....	06
1.2.2.	Problema Especifico.....	06
1.3.	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	06
1.3.1.	Objetivo General.....	06
1.3.2.	Objetivo Especifico.....	06
1.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	07
1.5.	DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	08
1.5.1.	Delimitación Territorial.....	08
1.5.2.	Delimitación Tiempo y Espacio.....	08
1.5.3.	Delimitación de Recursos.....	08
1.6.	VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	08

## CAPITULO II

II.	MARCO TEORICO.....	09
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	09
2.1.1.	Investigación relacionada al estudio.....	09
2.1.2.	Otras publicaciones.....	35
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	39
2.2.1.	Flotación de los Minerales .....	39
2.2.2.	Reactivos de Flotación .....	39
2.2.3.	Variable Operacionales del Proceso .....	40

2.2.4.	Celdas de Flotación .....	41
2.2.5.	Calculo del número de celdas .....	41
2.2.6.	Flotación del Plomo .....	43
2.2.7.	Flotación del Zinc .....	43
2.2.8.	Celdas de Recuperación del Zinc .....	45
2.2.9.	Espesamiento y filtrados de Concentrados .....	45
2.2.10.	Relaves .....	46
2.3.	TÉRMINOS BÁSICOS .....	46
2.4.	HIPÓTESIS .....	56
2.4.1.	Hipótesis General .....	56
2.4.2.	Hipótesis Especifico.....	56

### CAPITULO III

III.	METODOLOGIA.....	57
3.1.	DISEÑO METODOLOGÍA.....	57
3.1.1.	Tipo de investigación.....	57
3.1.2.	Enfoque de la investigación.....	57
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.2.1.	Población.....	58
3.2.2.	Muestra.....	58
3.3.	OPERACIONALIZAR VARIABLES E INDICADORES .....	58
3.4.	TÉCNICA E INSTRUMENTOS RECOLECTAR DATOS .....	59
3.4.1.	Técnicas empleadas .....	59
3.4.2.	Descripción de Instrumentos .....	59
3.5.	PROCEDIMIENTO DE INFORMACIÓN .....	59
3.6.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	59



## CAPITULO IV

<b>IV. RESULTADOS, .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. CONDICIONES DE TRABAJO.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.1. Generalidades.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.2. Fundamento.....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.3. Procedimientos .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>

## CAPITULO V

<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
--	-----------

## CAPITULO VI

<b>VI. FUENTES DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1. Fuentes bibliográficos.....</b>	<b>64</b>
<b>5.3. Fuentes electrónicos.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tolva para grueso.....	48
Figura 2: Tolva para finos .....	48
Figura 3: Chancadora primaria .....	49
Figura 4: Chancadora secundaria.....	49
Figura 5: Molino de bolas .....	51
Figura 6: Tolva de finos .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. La Operacionalización Variables e Indicadores.	44
Tabla 2. Leyes promedio cabeza mineral	55
Tabla 3. Leyes promedio concentrado plomo	55
Tabla 4. Leyes promedio concentrado Zinc	55
Tabla 5. Leyes promedio de relaves	55
Tabla 6. Productos de concentrados .....	58
Tabla 7. Resumen de balance metalúrgico	59
Tabla 8. Matriz de consistencia general	65

## RESUMEN

La investigación “**Proceso de flotación de minerales y la recuperación del concentrado – Empresa Minera Huinac S.A.A, Ancash 2017**” es determinar y evaluar, en el proceso de flotación y la recuperación de sus concentrados, el **Objetivo**, es determinar las relaciones del procedimiento de flotación y recuperación del concentrado zinc - plomo Compañía Minera Huinac S.A.C – Ancash 2017. **Metodología**, la mencionada unidad concentradora se desarrolla con el procedimiento diferencial por flotación, obteniendo concentrados bulk de zinc, plomo, en su capacidad operativa de 140 TMS. Como **Resultados** concentrado de calidad plomo 38.93%, ratio de 9.5% y relave 0.2 % en una ley calculada 4.37% Pb. Con respecto al zinc con una ley calculada 12.28%, un concentrado de 52.44%, su recuperación de 89.3%, ratio 4.8% y relave 0.28%. La hipótesis de investigación, afirma que al efectuar la flotación se obtiene concentrado de plomo, zinc en la Minera Huinac S.A.C. La **Conclusión** a través del procedimiento de flotación selectiva se obtiene concentrados bulk zinc, plomo de calidad y con baja pérdida de mineral en el relave.

**Palabra Clave:** proceso de flotación selectiva. Concentración bulk, recuperación del mineral plomo y zinc.

## **ABSTRACT**

The investigation "Mineral flotation process and the recovery of the concentrate - Empresa Minera Huinac SAA, Ancash 2017" is to determine and evaluate, in the flotation process and the recovery of its concentrates, the Objective is to determine the relationship between the flotation process and recovery of zinc and lead concentrate in Compañía Minera Huinac SAC - Ancash 2017. Methodology, in the concentrator plant the mineral treatment is carried out with the differential flotation process, to obtain bulk concentrates of zinc, lead, in its operating capacity of 140 TMS. As results, lead quality concentrate 38.93%, ratio of 9.5% and tailings 0.2% in a calculated grade of 4.37% Pb. Regarding zinc with a calculated grade of 12.28%, a concentrate of 52.44%, its recovery of 89.3%, ratio 4.8% and tailings 0.28%. The research hypothesis states that by carrying out the flotation process, a lead and zinc concentrate would be obtained from Minera Huinac S.A.C. The Conclusion through the selective flotation process to obtain bulk zinc concentrates, quality lead and with low mineral loss in the tailings.

**Key Word:** selective flotation process. Bulk concentration, recovery of lead and zinc ore.

## INTRODUCCIÓN

Se dispone de sólidos conocimientos en las diferentes áreas de estudio principalmente en la investigación **“Proceso de flotación de minerales y la recuperación del concentrado – Empresa Minera Huinac S.A.A, Ancash 2017”** se describe las operaciones y procesos de producción en los minerales de la planta concentradora a nivel de flotación diferencial hasta obtener el plomo, zinc, cobre con el incremento de capacidad hasta 140 TMSD., que nos permite evaluar técnica e información económica dimensionado industrialmente, y que permite una fuente de ingreso a la población involucrada. Investigaciones similares.

En este sentido Cataldo (2008) entrega información en la toma de decisiones del sistema costo ABC. Además, nos informa Fonseca (2012), datos obtenidos en “recuperación de prueba de arrastre dependiendo de velocidad superficial de gas y el flujo agua de lavado por unidad de área de la celda”. Según nos indica en su texto Castillo (2008), flotación de plomo zinc, “el cobre presente entre minerales, llega activar importante cantidad de zinc 8% y mezcla cianuro de sodio con sulfato de zinc en dicha flotación plomo-zinc”. Alcanzando los objetivos de flotación de los minerales y recuperación concentrado zinc - plomo en la empresa.

Afirmándose, hipótesis de investigación, al aplicar los reactivos en el proceso de flotación diferencial se obtendrá un concentrado bulk de calidad recuperándose el zinc y plomo en la planta de beneficio en su capacidad operativa de 140 TMS y sus resultados con un concentrado, ratio y relave con una ley calculada plomo y zinc. Estableciéndose la secuencia estructurada, de acuerdo a regla en la institución.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

Empresa Minera Huinac S.A.C., se ubica Pasaje Huinac S/N, Distrito: La Merced – Provincia de Aija, Departamento de Ancash, a 24 km, Suroeste de Huaraz, coordenadas UTM promedio: N 8 02 51; E 09 15 12; S 10 47 15 y O 08 58 56 Este de Cordillera Occidental de los Andes Centrales, aproximadamente promedio 3100 m.s.n.m. y desnivel en relieve topográfico, y quebradas de vegetación escasas.

Se ingresa a la ciudad de Ancash, vía terrestre asfaltada de carretera Panamericana norte y desglosan en otras vías con acceso casi toda la región. También el acceso por vía aérea, aeropuertos ubicados en ciudades de Chimbote, Anta y Huaraz; otra forma indirecta es vía marítima, como puerto principal en la ciudad de Chimbote.

La principal actividad de la Minera Huinac S.A.C, se describe los procedimientos, actividades de operación y la secuencia del proceso de producción de los minerales para la obtención de concentrado de plomo, cobre y zinc, se incrementó la capacidad operativa en forma secuencial, la actualidad 140 TMSD. El proceso que se aplica al mineral polimetálico en la Planta beneficio es flotación diferencial, mediante el uso de colectores, depresores, activadores, modificadores y espumantes.

El proceso de la Planta Concentradora, comienza en la etapa de trituración, molienda, flotación, filtración y secado de concentrado del mineral, llegando mejorar las variables operativas y la economía, la prioridad tratar minerales usando reactivos en el proceso de flotación diferencial, al aumentar la recuperación del concentrado zinc y plomo, describiendo el problema a continuación.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

### 1.2.1. Problema general.

¿Cuál será relación en el proceso flotación y recuperación de los concentrado zinc y plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.?

### 1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál será relación en el proceso de flotación y recuperación del concentrado zinc, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.?
- ¿Cuál es la relación en el proceso de flotación y recuperación del concentrado plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017?
- ¿El uso de reactivos en el proceso de flotación, nos permite obtener concentrado de calidad en la recuperación zinc, plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017?

## 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.3.1. Objetivo general.

Determinar cuál será relación en proceso flotación y recuperación de los concentrados zinc y plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.?

### 1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar cuál será relación del proceso flotación y recuperación del concentrado zinc, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.
- Determinar cuál será relación en proceso flotación y recuperación del concentrado plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.
- Evaluar usos de los reactivos en el proceso flotación, consiguiendo concentrado de calidad en recuperación zinc, plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.



#### 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION.

Llevamos a cabo dicha investigación “*Proceso de Flotación y su influencia en la Recuperación del Concentrado Zinc y Plomo*” en compañía minera Huinac S.A.C, área planta de beneficio procedimiento flotación diferencial, a nivel laboratorio; proporcionándonos información técnica y económica luego será dimensionada industrialmente. Verificando en la etapa de operación costos de producción llegando a la conclusión de ser rentable económicamente. Al evaluar y planificar en minería, las investigaciones de inversión, llegando a producir ingresos directo o indirecto alrededor de poblaciones involucradas. Al emplear en investigación, métodos, procesos, técnicas e instrumentos, al demostrar y utilizadas para trabajos de investigaciones a desarrollarse más adelante.

Al desarrollar la investigación, el objetivo es desarrollar los beneficios de minerales plomo y zinc, beneficiando a la unidad minera e investigador, ampliando sus conocimientos en operaciones y procedimientos metalúrgicos.

#### 1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.

##### 1.5.1. Delimitación territorial.

Departamento : Ancash  
Provincia : Aija  
Distrito : La merced  
Lugar : Paraje Huinac S/N.

##### 1.5.2. Delimitación tiempo y espacio.

Se lleva como reseña 2017. Empresa Minera de producción Huinac S.A.C.

##### 1.5.3. Delimitación de recursos.

Se realiza en las instalaciones del área de la minera Huinac S.A.C, asumiendo dicho costo dicho proyecto la investigación.

## **1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.**

Es viable el estudio en dicha Empresa Minera de producción Huinac S.A.C., cuenta con su Laboratorio Químico Metalúrgico el objetivo de este estudio de flotación diferencial y recuperación del concentrado zinc y plomo, usando los respectivos reactivos en el área de planta, acceso lugares y fuentes de información, consultados y asesorados del jefe inmediato superior y compañeros de la empresa.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

##### 2.1.1. Investigaciones relacionadas con el estudio.

**Cataldo G. (2008)**, tesis “*Modelamiento de un sistema de costeo basado en actividades para el proceso de flotación de la compañía minera doña Inés de Collahuasi*”, concluye:

Este modelamiento costo ABC, (Activity based Costing) adicional a los sistemas costos tradicionales nos permite una visión clara desde la perspectiva de la operación, buscando en las empresas mejoramientos de los procesos productivos, al entregar información detallada al modelamiento de costos ABC para la toma decisión. La compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, nos permite identificar, analizar y controlar los recursos a cargo de los responsables de la administración, dando origen a los costos y procesos/actividades al destinarse los recursos mismos. La investigación a desarrollar costeo ABC, en procesos mineros se enfoca a un subproceso representativo permitiendo obtener el concentrado de cobre. Cuando se aplica a todo proceso minero en la empresa el sistema de costeo ABC, consiguiendo mayores beneficios hasta en producción de cátodos, y en subprocesos extracción, transporte y carguío en ambos productos finales (concentrado y cátodos). Caso, mantenimiento, considerado como costo directo en las operaciones, no se identifica cuál es su contribución en la producción. La empresa Collahuasi, implementar un sistema ABC completo y la operación en tiempo aproximado un año, nos permite mejorara los instrumentos y mediciones precisas asociadas a las actividades.

**Fonseca (2008)** en su tesis “*Análisis, modelación y simulación del proceso de flotación en una celda de contacto*”. Universidad de Chile, concluye:

Por medio las pruebas de arrastre, el dato obtenido nos permite plantear modelos para el factor de arrastre ENT dependiendo del gas las velocidades superficiales y lavado de los flujos de agua por unidad área de celda. Considerar mayor cantidad de datos para desarrollar mejor modelo.

Al concluir se caracteriza en celda de contacto algunos fenómenos, por ejemplo, recuperaciones por arrastre, consecuencia agua de lavado, en la celda con características hidrodinámicas en la recuperación de minerales. Al comparar el funcionamiento de celda de contacto y una celda de laboratorio agitada mecánicamente, se propone investigaciones de tecnología con modelamiento.

**Mestas L (2015)**, en su tesis “*Instalación de una Planta Piloto de Flotación, para el tratamiento de un mineral aurífero refractario en minera colibrí S.A.C., Arequipa - Perú 2015*”, concluye:

Se evalúa, alternativas fase y acciones de planta concentradora Colibrí, al identificar alternativo procedimiento en la metalúrgica al mejorar las condiciones técnicas, ambientales y económicas en los minerales refractarios sulfuros de oro que llegan de la “Mina Santa Rosa Mining SAC”. El proyecto presentado logra dar solución al mineral, no hay buenos resultados en cianuración convencional, por la apariencia de los refractarios por menor promedio en la recuperación, evaluando varios planteamientos de parámetros al lograr partículas liberadas 80% malla 400, este resultado no es viable en un sistema de cianuración convencional y la molienda insuficiente al llegar al grado de liberación, otorgando valor agregado al concentrado bulk cambiando su enriquecimiento oro y plata a ser comercial. Como tercer punto, al evaluar mineralogía de la mena, el comportamiento y grado de recuperación obtenidos en planta, logrando mejor recuperación a clase de menas en flotación y después tratar este concentrado eliminando las materias penalizales.

**Castillo E (2008)**. el título del texto o artículo 3, “*Flotación de Plomo y Zinc*”, para optar el título, concluyo:

El cobre, presente en los mencionados minerales activa zinc 8%; al combinar cianuro de sodio y los sulfatos de zinc que son conveniente en la flotación de minerales plomo-zinc. Primera etapa, cobre flota junto al plomo y siguiente fase, dichas celdas elementales primarias plomo-cobre sus colas ingresan a tanque llamado acondicionador y los minerales contenidos de zinc se activan al agregar los sulfatos de cobre, deprimiendo pirita al presente con cal. Entre 15 a 20 minutos la activación básica, ejemplo casos de los sulfuros de zinc de baja ley. “El Aeroflot de sodio, es empleado siempre para este objetivo siendo un colector selectivo para los sulfuros de zinc; también intervienen los Aeroflot 203, 211 y 243”.

Para producir espuma demasiado sucia se puede usar ácido cresílico, colector Z-11 entre 0.009 y 0.0454, espumante el MIBC, el NaCN (0.0454-0.1816 kg/Ton) y ZnSO<sub>4</sub> (0.1362 – 0.5448 kg/ton) acondicionamiento para flotar plomo. Para flotar Zinc, un pH mediante adición de cal entre 0.454 y 1.816 kg/ton. El grado de pH de llegar entre 8.5 y 11.5, el CuSO<sub>4</sub> entre 0.227 y 0.908 kg/ton al 10% de concentración en peso, xantato: 0.01 - 0.07 kg/ton al 1%. Para flotación cleaner cada concentrado rougher Pb y Zn debe ser llevado a la etapa de limpieza. En concentración de plomo se adición NaCN 0.1816 kg/ton y ZnSO<sub>4</sub> 0.5448 kg/ton, tiempo 20 min de flotación.

### 2.1.2 OTRAS PUBLICACIONES.

**Bravo** (2014), en su artículo “*Manual de Flotación de Minerales*”, Minera Los Quenuales S.A, concluyo:

Juegan un rol importante, los procesos de flotación en la concentración de minerales para recuperar desde su mena especies valiosa. Al incidir los resultados metalúrgicos el número de variables obtenidos las aplicaciones del procedimiento en especial alguna es amplia, denominándose en algunos casos procesos complejos. Este manual denominado Flotación de minerales, se desarrolló con la participación del Supervisor de Operaciones en Planta Concentradora, esta direccionado para ser usado por los operadores y todo personal que laboran en la planta concentradora

**Perez, Reyes, & Oje** (2010), afirma en su artículo 2 “*Optimización de la recuperación-grado de minerales sulfuros mediante un tratamiento estadístico*” Universidad Autónoma de San Luis Potosí, concluyo:

El diseño experimental, determina las óptimas dosificaciones “reactivos (X-Flex31, CuSO<sub>4</sub>, y Teuton-100)” usado para flotar zinc. Con beneficio económico de reactivos 0.2% caso de incremento en recuperación y de 2,6% grado de zinc, con menor consumo de reactivos. Grado de zinc, incrementa 49.1% a 51.1%, al mantener invariable 84.8%, la recuperación de zinc, al optimizar los reactivos; o aumentando 84,8% a 86,8% la recuperación de zinc al mantener invariable 49.1% grado de zinc. Las variables óptimas la recuperación de zinc 40 g/ton de colector (X-Flex31), 453 g/ton de activador (CuSO<sub>4</sub>) y 49.7 g/ton de espumante (Teuton-100); mientras que, para maximizar el grado de zinc, las condiciones óptimas son: 45 g/ton de X-Flex31, 453 g/ton de CuSO<sub>4</sub> y 35.3 g/ton de Teuton-100.

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. Flotación de mineral:**

En flotación de espumas es proceso físico-químico de minerales finamente molidos, procedimiento, en la pulpa del mineral darle tratamiento químico y favorables a adherirse a la burbuja de aire ciertas partículas mineral al aprovechar su afinidad atracción (hidrofílico) o repulsión (hidrofóbico) por el agua.

Al establecer, se necesita adicionar reactivos químicos en la flotación, como colectores, depresores, activadores y modificadores, la función de inducir e inhibir la hidrofobicidad de material valiosas, no valiosas, mayor consistencia a espuma.

Definimos flotación que comprende “tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Fase sólida representada por partículas a ser separadas, el agua fase líquida y fase gaseosa el aire”. Los finos sólidos libres y agua, previo al proceso, la pulpa al preparar el porcentaje de sólidos distintos y menor 40%. Al ingresar la pulpa, para formar burbujas se inyecta aire, que se adhieren partículas sólidas

El proceso flotación en la planta concentradora se desarrolla moderadamente en medio alcalino para la flotación bulk que comprende un rango de 7 a 8.5 pH y para la flotación en las celdas de zinc el pH es de 11 a 12. Para poder conseguir el pH adecuado se emplea hidróxido de calcio (cal).

La dosificación de los reactivos se realiza en las siguientes etapas: molienda, acondicionamiento, y la flotación es decir en los bancos de celda.

### 2.2.2. Reactivos de flotación:

Son lo siguiente: colector, espumantes y modificador.

**COLECTOR:** compuesto orgánico heteropolar, absorbiéndose sobre la superficie del material, volviéndose hidrófobas (aerófilas). Ejemplo: el colector usado mayor frecuencia, los xantato, se utilizan en la flotación de sulfuros, otro colector los aerofloats.

#### **ESPUMANTE:**

- Son agentes tensos activos que se adicionan a objeto de:
- Estabilizar la espuma
- Disminuir la tensión superficial del agua
- Mejorar la cinética de interacción burbuja – partícula
- Disminuir el fenómeno de unión de dos o más burbujas (coalescencia)

#### **MODIFICADORES:**

Se clasificará de tres formas los reactivos: modificadores de pH, activadores y depresores. Va facilitar la acción del colector que flotar el mineral valioso.

##### - ***Modificadores pH:***

El pH indica el grado de acidez o de alcalinidad de la pulpa. El pH: 7 es neutro (ni alcalino ni ácido) y corresponde al agua pura. El pH: 0 a 6 es ácido y 8 a 14 es alcalino. Y, se mide con un aparato llamado potenciómetro o con un papel tornasol. Cada sulfuro tiene su propio pH de flotación, donde puede flotar mejor. Esta propiedad varía según el mineral y su procedencia. Los reguladores de pH tienen la misión dar a cada pulpa el pH adecuado para una flotación óptima, donde la cal es reactivo apropiado para regular el pH, deprimiendo ganga y precipitando sales disueltas en el agua. En la entrada de cada molino se agrega la cal. Usando dosificadores automáticos, nos asegura la cantidad de reactivo dosificado a la pulpa (Fig. 3). Hay reactivos sólidos y líquidos.

##### - ***Activadores:***

Son reactivos químicos orgánicos o inorgánicos, que se adhieren sobre parte externa del mineral que se desea flotar.

***Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub>):***

El sulfato de cobre con 5 moléculas de agua, forma cristales azules brillantes asimétricos del sistema triclínico con densidad 2.28 g/ml. Es activador de la esfalerita, pirita, calcopirita, piratita, arsenopirita y cuarzo.

- ***Depresores:***

Son reactivos químicos orgánicos o inorgánicos, impiden la acción del colector en la superficie del mineral.

***Cianuro de sodio (NaCN):***

Estos cristales tienen forma de pellets color blanquecino, usados en el recubrimiento y depresión de minerales sulfurados de fierro, cobre y zinc

***Bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>):***

Es depresor de los sulfuros de zinc y fierro. Especial reemplazo del cianuro de sodio para minerales contenido de plata, la adición de este agente reductor o sulfito de sodio es proteger contra la oxidación, y activar esfalerita resultante.

***Sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>):***

Son cristales incoloros; principal reactivo regulador de acción depresoras, para uso de flotación de nombre selectiva de minerales de cobre y plomo de la esfalerita.



### 2.2.3. Algunas variables operacionales en flotación

- **Granulometría:** Es importante, en flotación requerida para minerales valiosos contengan consideración una buena concentración.
- **Tipo de Reactivos:** colectores, espumantes y modificadores. Para una eficiente flotación, que dependerá de selección de los reactivos.
- **Dosis de reactivo:** porción de reactivos dependerá de pruebas metalúrgicas previas al proceso.
- **Densidad de pulpa:** Este proceso prevalece óptimo porcentaje de sólidos, con influencia del tiempo de residencia del mineral en los circuitos.
- **Aireación:** Nos permite desarrollar o retrasar en flotación con beneficio de ley.
- **Regulación del pH:** es muy sensible la flotación, en especial al tratar flotación en este caso selectiva. El reactivo tiene pH óptimo ambiental al obtener mejor resultado.
- **Tiempo de residencia:** va depender de la cinética de flotación de los minerales y acción de reactivos, el volumen de celdas su porcentaje de sólidos de las pulpas y las cargas circulantes.
- **Calidad del agua:** su disponibilidad en planta es una incertidumbre, llegando usar el agua recirculante de los espesadores por contener reactivos residuales y sólidos en suspensión.

#### **2.2.4. Responsabilidad celdas de flotación:**

- Conservar dentro de la pulpa las partículas en suspensión forma efectiva evitando su sedimentación.
- Crear buena aireación, permitiendo difusión de aire en burbuja en celda.
- Ascender las colisiones y adhesiones de partícula - burbuja.
- La pulpa debe estar en reposo.
- El transporte de pulpa, eficaz alimentando la celda, concentrado y relave.
- Mecanismo de control disponible para pulpa su aireación, espuma y grado de agitación. Sus condiciones:
  - Ser alimentada la pulpa continúa y con facilidad.
  - Conservar en estado de reposo la pulpa.
  - La sedimentación de las partículas, no debe ocurrir.
  - El concentrado y relave, tendrá separación adecuada.

#### **Eficiencia de la celda de flotación:**

- La unidad de volumen, el tonelaje.
- Obtenidos los productos y recuperaciones de calidad.
- Consumo del suministro eléctrico, reactivos, espumantes, óptimos resultados.
- Mantenimiento y gastos, operación del mineral manipulado por tonelada.

#### **Las tres zonas típicas de celdas de flotación mecánicas**

- **Agitación**, zona de adhesión partícula - burbuja. Para mejor contacto la zona que debe ser hidrodinámicas y fisicoquímicas.
- **Intermedia**, característica zona de referente calma, favorecidas éxodo de las burbujas hacia la superficie de la celda.
- **Superior**, burbujas formadas en esta fase acuosa. Las espumas se descargan por rebalse natural o paletas mecánicas.

## **Laboratorio, uso los reactivos de flotación**

- Colector XANTATO Z-5: Es producto químico, aplicado en flotación de minerales sulfurado de cobre. El xantato, descompone soluciones pH menor 6.0., aceptación aplicable para flotación de piritita conteniendo oro.

### **Celda flotación Neumática**

Contienen impulsor y la pulpa es “libre ventilación” en este vacío se usa el principio de Venturi (rotor cilíndrico poroso, tubería porosa fija). En cada banco la celda de flotación de se divide, según sus etapas:

- **Celdas rougher** (flotación primaria). Se obtiene concentrado primario, que ingresa por la celda madre al recibir carga pulpa del acondicionador o directamente del hidrociclón.
- **Celda scavenger** (agitadores). Esta celda recupera partes valiosas que celda rougher no han recuperado.
- **Celda cleaner o recleaner** (limpieza o re-limpieza). Limpian los concentrados provenientes de celdas cleaner.

Es la capacidad del tratamiento de celdas de flotación cualquier mineral al depender condiciones de varios factores y pueden ser determinadas experimentalmente. Al tratar tonelaje en tiempo de contacto exigido por “reactivos de flotación y menas de valor, densidad de pulpa al fluir en la máquina y volumen de pulpa húmeda por tonelada de mineral seco”.

#### **a. Proceso de la flotación por espumas**

En pulpa acuosa, minerales son finamente molido separándolos entre si y acondicionan con los reactivos químicos, dicha propiedad hidrofílico e hidrofóbico son más pronunciadas, pasando por la pulpa burbujas de aire. Material hidrofílico, mojan y se precipitan en la celda de flotación, separamos un mineral que contiene dos componentes: valiosa (concentrado) y otra estéril (relave). Comparamos la flotación al lavado de ropa con los detergentes.

**b. Cinc.**

“El cinc es un componente natural de nuestra corteza terrestre y informativo de nuestro medio ambiente. Presente, no sólo en las rocas y suelos sino también en el aire, agua, plantas, animales y seres humanos” (LATIZA, 2004).

**c. Plomo**

Es uno de los metales conocidos y empleados desde la antigüedad, se encuentra en la naturaleza generalmente como:

- Galena: “PbS”
- Cerusita:  $\text{PbCO}_3$
- Anglesita:  $\text{PbSO}_4$

Al extraer el mineral, es sometido a flotación diferencial separando la mena del plomo (PbS). Cuando llega a fundición los concentrados, para realizar el tostado aglomerante (**sintering**) necesario para agrupar las finas partículas.

**d. Pulpa.**

Es combinación del mineral molido con agua, básico en la flotación. Reúne la pulpa condiciones, la muestra estará tamaño molido máximo a malla 48 y menor a la malla 270, en este rango de tamaño de partículas, recuperándose efectivamente partículas de sulfuros valiosos (al dependen de la clase de mineral).

Al pertenecer la pulpa gruesa (mayores a malla 48) por deficiente molienda las densidades aumentan, depositando en celda de flotación al fondo y llegando paralizar el impulsor de la celda, atrancar su tubería y causando indebido encargo (rebasaran los canales, malográndose las bombas etc.). Al ingresar en circuitos de flotación la pulpa, poco o nada flotara, los reactivos y aire no podrán con granos grandes inclusive al ingresar cantidades de reactivos.

Cuando la pulpa contiene partículas finas (menor malla 270), no es efectiva la recuperación de sulfuros valiosos perdiéndose en lamas. Cuando esta aguada pulpa, los flotadores evitar que espumas se pierdan en los bancos de limpieza, evitar botarlas en los bancos scavenger.

Al contener pulpa densidades bajas, fina y diluida, estamos pasando menos tonelaje, perdiendo su capacidad. A pulpa fina existe de lamas, la flotación se dificulta; ensucian algunas ocasiones al concentrado y relaves en ocasiones

Pulpa: El circuito de “molienda nos entrega, overflow de los ciclones, producto al que se ha chancado, molido y contiene sulfuros valiosos, ganga y agua, nosotros lo llamamos pulpa”, cumpliendo ciertas condiciones: densidad y pH correcto según se requiera.

a . **Aire**

Factor importante en formación del conjunto de burbujas (con partículas de sulfuros forma las espumas) que se necesita en las celdas, es decir, el aire ayuda a agitar la pulpa. “Las espumas se encargan de hacer subir o flotar los elementos valiosos hacia la superficie de la pulpa, en cada celda o circuito. El aire es obtenido a través de los ventiladores (Blowers) ingresa a baja presión (2 - 6 lb/pulg<sup>2</sup> o 2 - 6 PSI) al interior de las celdas de flotación llenas de pulpa”. La aeración en los tipos de celdas A es en forma natural o del medio ambiente que ingresan a baja presión al interior de la celda B.

Al usar demasiado aire, hay incremento de agitación, al provocar reventar las espumas antes de rebosar en superficie de la celda o salgan junto a la pulpa, rebalsando las celdas, llevándose consigo la ganga.

Al usar menos aire, bajan la columna de espumas insuficiente para recuperar elemento valioso perdiéndose en el relave general. Las necesidades regulan el aire en el proceso, un correcto control con compuertas y su altura, obteniéndose espumas muy buenas.

### 2.2.5. Cálculo del número de celdas (Banco de celdas)

En circuitos o banco de flotación, hallando el número de celdas y mayor margen de seguridad, se incrementará 30% de capacidad de celdas, “al ocupar los espacios el sistema de aireación, recubrimiento de las celdas, volumen de aire, y finos” que tiene el mineral.

Para hallar, cálculos en las clases de “celdas denver, Comesa” y otras entidades similares las patentes se realiza en base a toneladas cortas .

$$Nro. Celdas = \frac{(\text{Ton. en 24 Horas})(\text{Tiempo de contacto})}{\text{Coeficiente de tabulacion}} = \frac{AxB}{C}$$

De igualmente para calcular el Nro. de celdas en base a la fórmula:

$$Nro. Celdas = \frac{(T \times \frac{\text{ton}}{\text{día}} \times V)}{(V)(D)}$$

Dónde:

T = tiempo de flotación

V = volumen de pulpa en pies cúbicos, contenidos TMS

Ton/día = tonelada tratada al día.

V = Volumen de celda en pies cúbicos.

D = Minuto por día (1440).

### 2.2.6. Concentrado:

#### Espeamiento y filtrado de plomo

Los concentrados plomo, al venir las colas del banco rougher por separados es sometido al proceso reducción de agua en el espesador DorrOliver:50´x10´, pasando al agitador 8´x8´ descargando alta densidad alimentando a los “dos filtros de presión: Larox PF 4.7 y Parox PF 2.5”, produciendo concentrados menores 9% de humedad.

### **Espesamiento y filtrado de zinc**

El concentrado zinc derivado una “cuarta limpiadora y tipo celda Jame”, caen al “espesador Outotec:70´x10´, descargando alta densidad”, alimentando al filtro cerámico CC45 produciendo concentrados menores 10% de humedad

### **Espesamiento y filtrado de cobre**

Espesador 30´x10´, su “descarga de alta densidad alimenta un filtro de presión LAROX” acumulándose la producción hasta obtener alta densidad y ser enviado al Filtro.

#### **2.2.7. Disponibilidad de los relaves**

**Los sistemas de Bombeo**, en el “circuito de flotación de zinc” los relaves son enviado en una “bomba MCC-200 6”, y se clasifica en ciclón “Krebs D – 26”. Aproximadamente 30% del underflow (producto grueso), son empleados como relleno en las minas. El resto 70% es depósito a los relaves mediante gravedad.

**Los depósitos de relaves**, del “circuito de flotación de zinc junto con el retorno del circuito pre-clasificado, con bombas MCC-200 1 (Stand By) bombeamos hacia la cancha de relaves, que contienen bombas MCC-200 N°4 y 6K N°3 que bombean hacia el hidrociclón D-26 krebs para clasificar las partículas”. Partículas gruesas (underflow) son descargadas en construcciones de muros y rebose (overflow) son partículas finas descargando en la parte interna del depósito.

### **2.3. TERMINOS BASICOS.**

- a. **Reactivos.** Son sustancias químicas para recuperar sulfuros de valor y deprimir a la ganga insoluble. El usar los reactivos, seleccionamos elementos de valor en los concentrados. Clasificando tres grupos: espumantes - colectores – modificadores.

- b. **Agitación.** De pulpa, permite formación espumas de aire en flotación, consiguiendo las mezclas uniformes de reactivos con elementos valiosos en la pulpa de celda, evitando el asentamiento de sólidos agitando con una varilla, agregamos un poco de reactivo de ser necesario. Conseguiremos que los reactivo actúen y entren en contacto con los granos valiosos.
- c. **Espumante.** El propósito, formación de espuma capaz de sostener las burbujas con mineral cargado, para ser extraído por máquina de flotación (celdas).
- d. **Colector,** principal reactivo de la flotación, “al producir película hidrofóbica sobre la superficie de la partícula del mineral” en flotación.
- e. **Modificadores.** Intervienen como “depresores, activadores, reguladores de pH, dispersores”. Hacen flotar a los minerales valiosos, evitando la acción de la ganga.
- f. **El colector xantato isobutil propílico (Z-11)** adiciona a “sulfuros” para darle mejores cualidades
- g. hidrofóbicas, “usado en diferentes puntos del bulk y zinc”, buen beneficio.
- h. **Mibc.** Se agrega a cabeza en flotación bulk, su objetivo formación de espumas y cargando los sulfuros colectados, para el circuito zinc.
- i. **Cal.** Se utiliza en la pulpa para variar pH, con óptimas condiciones en “flotación, se adiciona los siguiente, cabeza Cu/Pb, separación Cu/Pb y limpiezas del zinc”.
- j. **Oxido zinc (ZnO),** depresor del sulfuro de cobre, por los circuitos de separación.
- k. **Colector xantato amílico de potasio (Z-6).** Se usa para otórgales “propiedades hidrofóbicas a los sulfuros”, se adiciona para la separación en planta.
- l. **Tionocarbamato “(A-208)”.** Al aplicar el reactivo su recuperación de plata mejora.
- m. **Floculante.** Al aplicar, el polímero ayuda a las partículas finas del concentrado a sedimentar.



## **2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

Al efectuar relación proceso de flotación, se tendrá una recuperación de concentrado zinc y plomo en Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017.

### **2.4.2. Hipótesis específicas.**

- Efectuando la relación del proceso de flotación, se tendrá recuperación de concentrado zinc, Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017
- Efectuando la relación del proceso de flotación, se tendrá recuperación del concentrado plomo, Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017
- Al aplicar los reactivos en el proceso de flotación, se tendría concentrado de calidad en recuperación de zinc y plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

**Su naturaleza:** Cuantitativa.

**Tipo, según finalidad:** Investigación básica.

Actividad de la Empresa Minera **Huinac S.A.C.**, obtener concentrados cinc, plomo y las campañas de cobre (sulfuros primarios de cobre), se incrementa las capacidades operativas de forma secuencial, en la actualidad trata 140 TMSD.

##### 3.1.2. Enfoque de investigación.

Es una “Investigación cuantitativa y los fenómenos cuantificables, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teoría” Fernandez (2014, p. 3-4). Dicha investigación, cuantifica los datos numéricos estableciendo concentración de cinc y plomo.

**Nivel de investigación:** descriptivo – correlacionar, ambas variables se van a relacionar proceso de flotación y recuperación del concentrado.

**Su proceso:** comprobada in situ.

**Diseño de investigación:** “En este tipo de diseño no se realiza una manipulación de las variables independientes, sino que los fenómenos se estudian tal y como suceden en su ambiente natural” (Hernández, Fernandez, & Baptista M., 2010).

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

#### 3.2.1. Población.

Considerar Planta Beneficio, hacer uso flotación diferencial en el tratamiento del mineral.

**Tabla 1.**

*Operacionalización de variables.*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variables Independientes</b>	
	✓ Reactivos
	✓ Espumantes
<b>Proceso de flotación</b>	✓ Colectores
	✓ Modificadores
<b>Variables Dependientes</b>	
	✓ Plomo
<b>Recuperación del concentrado</b>	✓ Zinc

#### 3.2.2. Muestra.

Se considera los concentrados de bulk (plomo-plata), circuito de flotación cerrado de zinc, Empresa Minera **Huinac S.A.C.**

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

Tabla 2: *observar.*

### **3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1. Técnicas a emplear.**

##### **a. Observación directa.**

Usada la “Técnica a observar la investigación, instante al desarrollarse” (Cegarra, 2004).

##### **b. Observación Indirecta.**

Con la técnica, analiza y estudia diferentes documentos de información del tema a desarrollar.

##### **c. Otras Técnicas.**

Entrevistas, análisis contenido.

#### **3.4.2. Instrumentos.**

a. Observaciones.

b. Lista control o cotejo.

c. Libretas y escala de nota.

d. Instrumentos electronicos: “filmadora, cámara fotográfica y grabadora” (Cegarra, 2004)

### **3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Se utilizará el análisis estadístico, utilizando programas de cálculo como Excel, SPSS, simuladores para luego mostrar la información mediante tablas, registros, gráficos, imágenes, figuras, promedios aritméticos, medianas, desviación estándar y otros (Hernández, Fernandez, & Baptista M., 2010).

### **3.6. MATRIZ CONSISTENCIA. (ver anexo)**

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. CONDICIONES TRABAJO.

##### 4.1.1. Generalidades.

El yacimiento, minera Huinac S.A.C., tiene una extensión de 1200 hectáreas, en el cual se encuentra ubicada en el Paraje Huinac s/n la Merced - Aija. La mineralogía de la mina Madrugada es lo siguiente:

##### **Minerales de mena:**

- Esfalerita (ZnS).
- Galena (PbS).
- Galena Argentífera (PbAgS).
- Tetraedrita ( $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ).
- Calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ).

##### **Minerales de ganga:**

- Pirita ( $\text{FeS}_2$ ).
- Calcita ( $\text{CaCO}_3$ ).
- Rodocrosita ( $\text{MnCO}_3$ ).
- Rejalgar (AsS).

##### **Alteraciones hidrotermales:**

Que alteran las rocas son importantes la piritización, las silicifica de acuerdo clases de rocas, también las rocas sedimentarias presentan estas alteraciones, en cambio rocas intrusivas presentan mayor caolinización y piritización.

## **ALMACENAMIENTO Y CHANCADO DEL MINERAL**

### ***Cancha de almacenamiento.***

El mineral procedente del yacimiento minero es transportado en volquetes de 25 – 30 toneladas a la planta procesadora Quillcay. El mineral se pesa en balanza de plataforma 60 toneladas de capacidad y se deposita en la cancha de minerales con capacidad de 30,000 tns .

### ***Tolva de gruesos.***

De la cancha el mineral es transportado en cargador frontal a tolva de los gruesos de concreto de una capacidad 180 TMH. La descarga de la tolva de gruesos se realiza en forma directa a la zaranda vibratoria 3\*6 para ser conducido el mineral, pasando a la chancadora de quijada 10\*16 para reducir su diámetro a 1½, luego el mineral fino es conducido a una faja transportadora N°1 y almacenado en tolva material fino y el mineral grueso ingresa a una chancadora de quijada 8\*16 secundaria para reducir el mineral a 1/8 a 1/2 el mineral fino es conducido por la faja transportar N°1 y almacenado en tolva finos y el material grueso es llevado en faja transportadora N°2 a zaranda vibratoria 3\*6 para nuevamente ser ingresado por la chancadora de quijada primaria y secundaria hasta obtener el tamaño adecuado para la molienda.



*Figura 1. Tolva de grueso.*

### ***Tolva de finos.***

La tolva de finos tiene una capacidad de almacenamiento de 45 **TMH**.



*Figura 2. Tolva de finos.*

### **➤ *Características de los equipos en el área de chancado.***

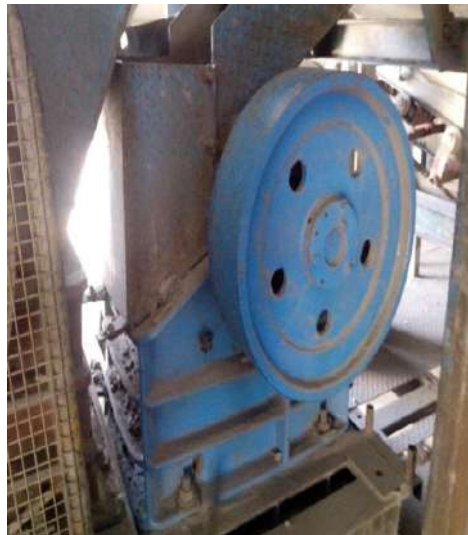
Esta área con una serie de equipos que presentan las siguientes características:

- **La chancadora de quijada para el chancado primario:** 10" x 16" con una abertura de 3/4" con forro ondulado, accionado por motor eléctrico de 25 HP.

- **La chancadora de quijada para el chancado secundario de 8" x 10" con una abertura de ¼ "con forro liso, accionado por un motor eléctrico de 15 HP.**



*Figura 3.* Chancadora primaria.



*Figura 4.* Chancadora secundaria.



## **MOLIENDA Y CLASIFICACION DE MINERALES.**

### ***Molienda.***

La liberación del mineral se inicia con chancado y termina con molienda; etapa importante dependiendo del tonelaje y liberación del mineral valioso después debe concentrarse. Etapa que libera completamente las partículas valiosas del mineral (sulfuros de plomo, cobre, zinc y plata) del mineral antes de proceder a la concentración de dichos minerales.

La Empresa Minera Huinac S.A.C., en la sección o etapa de molienda cuenta con dos molinos de bolas 5 ft x 6ft y 5ft x 8ft marca Denver, con una capacidad de procesar 140 TMH/Día entre los dos molinos. La molienda tiene por finalidad:

- Reducir el tamaño del mineral de 65% - 75% a malla -200. Para una buena recuperación y separación de los minerales valiosos del mineral.
- Mantener siempre constante la densidad de pulpa: 1250 -1300gr/lt obteniendo 25 – 30% de sólido y 70 – 75% de agua con optima flotación en la celda serrana y los bancos de celdas.

### ***Parámetros de la molienda, cuyas características:***

- Molino de bolas : 5ft \* 8ft
- Velocidad de rotación : 29 r.p.m.
- Potencia (HP) : 90
- Amperaje : 74.8 amperios
- Velocidad crítica : 38.4 r.p.m.
- Voltaje : 440 voltios
- Carga de bolas : 7.272 TM.
- Bolas de : 3, 2 y 1/2 pulgadas
- Densidad mineral : 2.89 gr./c
- Alimento al molino : 3.33 TM/h

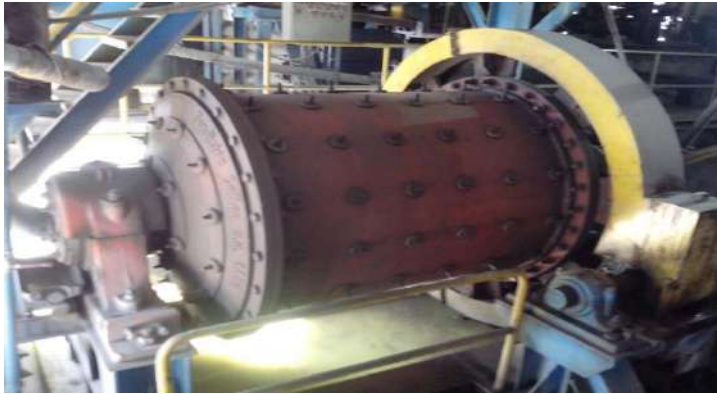


Figura 5. Molino de bola.

### ***Clasificación.***

Es la separación de un conjunto de partículas de tamaños heterogéneos en dos porciones, cada uno conteniendo partículas de granulometría u propiedad más específica que el conjunto original. La clasificación se realiza por diferencias de tamaño y gravedad específica originando diferentes velocidades de sedimentación entre las partículas en un fluido o pulpa.

La clasificación se realiza o se efectúa mediante un hidrociclón D-6; este tipo de hidrociclón dependen mucho de la densidad de pulpa, del vórtex y del ápex para tener obtener una buena separación entre el mineral grueso y mineral fino (mineral liberado).

### **MOLINO DE BOLAS 5 X 6 y 5 X 8 DENVER**

El mineral es reducido de tamaño en el área de chancado y luego almacenado en la tolva de finos es transportado mediante una faja transportadora hacia el molino de bolas Denver 5"x6" y 5" x 8"; la alimentación de la carga hacia el molino es de 5.83 tmh/hr para reemplazar las bolas que se han gastado durante las 24 horas de molienda se le adiciona 0.95 kg/tmh de bolas (las bolas que se agregan son de 3" y 2").

*Calculo para hallar la cantidad de bolas que ingresa al 40% del volumen del molino.*

$$80 * D^2 * L$$

$$80 * 25 * 8 = 16,000 \text{ Lb} = 7,272 \text{ Kg}$$

**Reactivos que ingresan al molino de bolas:**

Para que comience la etapa de acondicionamiento y ayudar a la flotación bulk son:

- Metabisulfito de sodio 10% ..... 80 ml/min
- Ditionofosfato A – 242 10%.....10 ml/min.
- Sulfato de zinc 10%..... 160 ml/min.
- Complejo de cianuro 10%.....60ml/min.
- Aeroflot A-3418 puro..... ..20 gotas/ min.
- Ditionofosfato A-208 puro.....5 gotas/min.
- A 31 puro..... 4 gotas/min.
- Aeroflot.... A- 404 10%.....60ml/min.
- Depress as -40 10%.....210ml/min.

**4.1.2. Fundamento.**

***Densidad en pulpa.***

Es el circuito metalúrgico es importante, al establecerse la óptima dilución en todos los puntos del circuito, calculando la carga circulante, el tonelaje, etc.

Debe saber que significa el parámetro en la operación en diferentes áreas de “procesamiento en mineral: molienda, clasificación, flotación separación solido-liquido”.

El instrumento utilizado actualmente es la balanza Marcy.



Figura 6. Balanza marcy.

La balanza de resorte conocida como Balanza Marcy, el dial nos muestra el peso del recipiente de 1000 cm<sup>3</sup> de pulpa de capacidad.

#### **4.1.3. Descripción de la investigación.**

##### *Celdas de flotación*

Son mecanismos donde se efectúan el proceso de flotación. Existen gran variedad de diseños de estas máquinas, deben reunir en lo posible las siguientes características:

1. Permitir la recepción y aireación de la pulpa sin permitir la sedimentación de los sólidos.
2. Permitir la descarga de los relaves empobrecidos luego que la aireación de la pulpa haya producido la espuma mineralizada.
3. Permitir el pase de la pulpa desde la entrada a la salida de la celda sin que este en operación (funcionamiento).

## **Flotación del plomo**

La descarga de molino hacia la celda unitaria se realiza con una densidad de pulpa de 1750 a 1800 gr/lt, mezclando con agua llegando 30% a 35% de sólidos y 70% a 75% de agua, se le agrega xantato Z - 6 mezclado con Z - 11 (10 ml/ min.) a la descarga del molino (trommel) para una mejor selectividad. Ingresando a la celda unitaria dando inicio a la flotación del plomo; el concentrado o el rebalse de la celda unitaria va a una bomba horizontal 3\*3 el cual es enviado a un cajón donde se junta el concentrado para luego ser enviado con una bomba horizontal aun como sedimentador luego por gravedad es llevado al filtro de disco para obtener un concentrado de plomo con una humedad promedio de 8.5 a 10 %. La descarga de la celda unitaria (pulpa) es enviado por una bomba 3\*3 al hidrociclón D - 6 para realizar la clasificación entre el grueso y el fino (mineral liberado) con una densidad de pulpa: 1250 a 1300 gr/lt, la carga circulante que sale por el underflow (mineral grueso) retorna al molino realizando así un circuito cerrado para una mejor molienda y el mineral fino que sale por el overflow va a la celda WS 4x4 (celda serrana) de plomo para su descabezamiento.

La descarga de la celda WS (pulpa) es alimentado a la rougher del banco de celda Denver circuito de plomo. Donde es alimentado a 4 bancos de 8 celdas donde se recupera plomo este banco de celdas está compuesto por:

- 2 celdas rougher: a la celda se agrega el depresor de zinc. (sulfato de zinc 60 ml/min.)
- 2 celdas cleaner: agregar a la celda cleaner 5 gotas de 3418. Y a la celda recleaner la mezcla de sulfato de zinc y metabisulfito de sodio; la dosis es de 70 ml/min.
- Las 4 celdas scavenger: en las dos últimas celdas scavenger se agrega Xantato 15 ml/min para evitar que el metal valioso se corra.

**Tabla 2.****Leyes promedio de cabeza de mineral:**

Cu%	Pb%	Zn%	Fe%	Ag Oz/Tc.
1.1	5.92	13.24	14.2	20

**Tabla 3.****Leyes promedio de concentrado de Plomo:**

Cu%	Pb%	Zn%	Fe%	Ag Oz/Tc
6.55	42.14	9.08	7.21	180.33

**Tabla 4.****Leyes promedio de concentrado de Zn:**

Cu%	Pb%	Zn%	Fe%	Ag Oz/Tc
0.31	1.01	52.66	5.76	8.22

**Tabla 5.****Leyes promedio de relave:**

Cu%	Pb%	Zn%	Fe%	Ag Oz/Tc
0.05	0.27	0.33	12.66	1.75

**Flotación del zinc**

Resultante del banco de celdas (scavenger) de plomo tiene un alto contenido de zinc, pero está deprimida con sulfato de zinc ( $ZnSO_4$ ) esta pasa por un cajón donde se le agrega la siguiente dosificación:

- La cal que se introduce a través de un dosificador de cal, va a un cajón de descarga de scavenger del plomo donde se mezclan para poder subir el pH de 11 a 12
- Sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ) donde se le agrega 200 a 240 ml/min. Para activar el zinc que ha sido deprimido.
- Dowfroth 4 a 6 gotas/min. También según se requiera en la flotación.
- Xantato Z-6 10ml/min También según se requiera en la flotación.

Una vez acondicionado pasa a la celda serrana 6ft \* 6ft donde también se le agrega:

- Xantato Z-6 de 15 a 20 ml/min
- Ditiofosfato AR- sodio al 10% (20 ml/min.)

En la celda serrana comienza la flotación del zinc y activando con él Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) a concentración de 10% obteniéndose un concentrado con una ley de 50 a 53%. En esta celda debemos recuperar todo el zinc que sea necesario (descabezando) manteniendo la calidad en 50%. El concentrado es llevado a un cajón de descarga el cual es transportado a la bomba 3\*3 bombeando al cono sedimentador, finalmente va hacia al filtro de disco, obtienen un concentrado casi seco con una humedad de 8.5 a 10 H%.

### **Celdas de recuperación de zinc**

Y la descarga de la celda serrana (pulpa) es alimentada a la rougher del banco de celda de zinc para continuar con la limpieza, re-limpieza y poder recuperar todo el zinc posible y así evitar que se vaya al relave.

Estos bancos constan de 8 celdas la cual está diseñada para poder recuperar el zinc que paso de la celda serrana. También está compuesta por:

- 2 celdas rougher agregamos dowfroth (3 a 5 gotas /min.), según requiera la flotación.
- 2 celdas cleaner, que se concentra el zinc y pasa a la bomba que junto al concentrado de la celda serrano van hacia el cono sedimentador para luego pasar al filtro de disco.
- 4 celdas scavenger donde se le agrega:
  - Mezcla de xantato Z-6/Z-11 (90ml/min.)
  - A- 242 (40 ml/min).
  - AR-242 (esto es puro por eso solo se le agrega de 4 a 8 gotas/min. Según lo requiera la flotación.)

Con estas celdas se recupera el zinc y todo el relave que resulta de la flotación del plomo y del zinc es llevada mediante gravedad a la relavera principal.

## **4.2. RESULTADOS Y ANALISIS**

Es controlar los procesos que se presentan en flotación y separar el mineral valioso de la ganga evitando que se nos vaya al relave, y estar dentro del parámetro permitido en los concentrados.

La metodología que realizaron en los siguientes puntos claves: en el circuito de chancado, la zaranda, ingreso del mineral fresco al molino, y clasificación del hidrociclón, estos análisis se realizaron en el laboratorio de la empresa. Y los datos obtenidos en dichas pruebas se procesaron utilizando los modelos matemáticos de GATES GAUDIN SHUMANN, según la ecuación de ROSIN RAMMLER, gráficos lineales y los cuadros metalúrgicos para su posterior evaluación.

### **Procedimiento:**

- Muestrear la alimentación y el producto de la primera zaranda.
- Muestrear los productos obtenidos de la chancadora primaria y secundaria.
- Muestrear la alimentación y producto del molino.
- Muestrear el producto Overflow (fino) y Underflow (grueso) del Hidrociclón D-6.
- Cuartear las muestras obtenidas de los diferentes puntos.
- Secar las muestras tomadas.
- Pesar y realizar el análisis granulométrico.
- Pesar las muestras por cada malla obtenida en el análisis



Tabla 6:

*Productos de Concentrado Empresa Minera Huinac S.A.C*

<b>Alimentación</b>	<b>Cu (%)</b>	<b>Pb (%)</b>	<b>Ag (Oz / tc)</b>	<b>Fe (%)</b>	<b>Zn (%)</b>
<b>Cabeza</b>	0.64	4.37	18.39	12.68	12.28
<b>Conc. Pb</b>	5.19	38.93	154.92	11.72	10.68
<b>Conc. Zn</b>	0.32	0.66	5.89	6.88	52.44
<b>Relave</b>	0.04	0.2	1.24	14.24	0.28

**Producción diaria de la empresa minera huinac**

Producción diaria : 140 TM/día  
 Zinc : 29.28TM/ día  
 Plomo : 14.72 TM/ día.

**Tabla 7.****Resumen de un balance metalúrgico.**

Concentrados			Ensayos químicos					Contenido metálico					Recuperaciones					Radio
Producto	Peso	% Peso	Cu %	Pb %	Ag (Oz/Tc)	Fe %	Zn %	Cu	Pb	Ag	Fe	Zn	Cu	Pb	Ag	Fe	Zn	
Cabeza analizada	140	100	0.64	4.37	18.39	12.68	12.28											
Conc. Plomo	14.72	10.51	5.19	38.93	154.92	11.72	10.68	0.8	5.7	2280.4	1.7	1.6	85.3	93.7	88.7	9.9	9.1	9.5
Conc. Zinc	29.28	20.91	0.32	0.66	5.89	6.88	52.44	0.1	0.2	172.5	2	15.4	10.5	3.2	6.7	11.6	89.3	4.8
Relave	96	68.57	0.04	0.2	1.24	14.24	0.28	0	0.2	119	13.7	0.3	4.3	3.1	4.6	78.5	1.6	1.5
Cabeza calculada	140	100	0.64	4.37	18.37	12.44	12.28	0.896	6.12	2571.9	17.41	17.195						
TOTAL	248.6							0.896	6.12	2571.9	17.41	17.195	100	100	100	100	100	100

De lo que antecede la tabla, obtenemos calidad de concentrado de plomo (Pb) 38.93%, y recuperación 93.7% con una ratio de concentración 95% y relave 0.2% y 3.1% pérdida del relave en mineral de 4.37% entregado en análisis químico y ley obtenida 4.37% Pb.

El concentrado con calidad Zinc (Zn) 52.44%, yb recuperación de 89.3% con una ratio concentración de 4.8% y relave 0.28% y 1.6% pérdida del relave e mineral 12.28% emitido del análisis químico y ley obtenida 12.28% Zn.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Al efectuar la flotación, obtenemos el concentrado plomo 38.93% y concentrado zinc 52.44%, en una ley calculada de 4.37% Pb y 12.28%Zn., Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017

Se obtiene recuperación 89.3% Zn, con una ratio 4.8% y relave 0.28% y 1.6% perdida en un mineral 12.28% emitido del análisis químico y ley obtenida 12.28% Zn.

Se obtiene recuperación de 93.7% Pb, con una ratio 9.5% y relave 0.2% y 3.1% perdida en mineral 4.37% registrado del análisis químico y ley calculada 4.37% Pb.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

Limpiar y ordenar, antes usar los equipos de protección personal (respiradores, guantes, lentes, protectores de oídos), evitar cualquier accidente. Alertar al personal a la hora de poner en funcionamiento los equipos.

Comenzar y realizar la clasificación y balance de las bolas de acero en los molinos para mejorar la granimetría obteniendo buena recuperación.

Realizar preparación y dosificación correcta de reactivos industriales a no perjudicar la flotación y alimentación constante en la molienda.

En las diferentes áreas cumplir con los parámetros mencionados.

## CAPITULO VI

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 5.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Armijos, I. (2011). *Comportamiento del mineral de skarn aurífero del yacimiento fortuna i a ensayos de lixiviación con cianuro, de la compañía minera Fortuna Gold Mining Corporation, ubicada en San Carlos de las minas, distrito minero Nambija.*

Recuperado el 25 de 10 de 2016, de Repositorio Institucional de Trabajos de fin de Titulación Universidad Técnica Particular de Rioja: <http://dspace.utpl.edu.ec>

Bravo, G. (2014). *Manual de flotacion de minerales.* Arequipa.

Castillo, J. (2008). *Flotacion de plomo y zinc.* Huacho.

Cataldo, P. (2008). *odelamiento de un sistema de costo basado en actividades para el proceso de flotacion de la compañía minera Doña Ines de Collahuasi.* Santiago de Chile.

Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica.* Brcelona: Díaz de Santos.

Fernandez, C. (2014). *Metodologia de la investigacion.* Mexico: Mc. Gram Hill.

Fonseca, M. (2008). *Analisis, modelacion y simulacion de procesos de flotacion en una celda de contacto.* Santiago de Chile.

Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista M. (2010). *Metodología de la investigación.* Mexico: Mc Crow Hill.

López, J. (2013). *Estudio comparativo de la lixiviación alcalina de una mena aurífera mediante el uso de cianuro de potasio contra el uso de tiosulfato de sodio.* Recuperado el 24 de 10 de 2016, de Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería - UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx>

- Marchese, A. (2008). *Optimización del proceso de cianuración de un mineral aurífero*. Recuperado el 05 de 11 de 2016, de <http://app.tecsup.edu.pe>
- Marsden, J., & House, I. (2006). *The Chemistry of Gold Extraction*. Colorado: Society mining of metallurgy an exploration.
- Mazzola, T. (21 de 8 de 2008). *CIANURACIÓN*. Recuperado el 27 de 10 de 2016, de Texto científico: <http://www.textoscientificos.com>
- Morante, F., Sobral, L., Guerrero, J., Ramos, R., & Montalván, F. (11 de 2005). *Cianuración por agitación para la disolución de oro de las menas de Ponce Enríquez (provincia del Azuay - Ecuador)*. (X. E. Natal-RN, Ed.) Recuperado el 26 de 10 de 2016, de Centro de Tecnología Minera: <http://www.cetem.gov.br>
- Pardave, B. (2013). *recuperación de minerales de cobre complejos y óxidos por flotación en la planta concentradora carolina sac - 2013*. Huacho: UNJFSC.
- Perez, A., Reyes, J., & Ojeda, E. (2010). *Optimización de la recuperación - grado de minerales sulfuros mediante un tratamiento estadístico*. San Luis Potosí.
- Perez, C., Reyes, J., & Ojeda, M. (s.f.).
- Richard, A. (2001). *Chemical Hydrometallurgy: Theory and Principles*. London: College Press. Recuperado el 28 de 10 de 2016, de <https://books.google.com.pe>
- Romero, A., & Flores, S. (2009). *La influencia de la velocidad de agitación en la lixiviación dinámica de minerales alterados*. Recuperado el 05 de 11 de 2016, de Revista del Instituto de Investigación: <http://sisbib.unmsm.edu.pe>
- Varga, J. (1983). *Metalurgia del Oro y la Plata*. Lima: San Marcos.



# **ANEXOS**





*Tabla 8: Matriz Consistencia General*

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores
“Proceso de flotación de minerales y la recuperación del concentrado - Empresa Minera Huinac S.A.C, Ancash 2017”	<b>Generales</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Independiente</b>	
	¿Cuál será relación en el proceso flotación y recuperación de los concentrado zinc y plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017?	Determinar cuál será relación en el proceso flotación y recuperación de los concentrados zinc y plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.?	Al Efectuar la relación del proceso de flotación, se tendrá una recuperación de concentrado zinc y plomo Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017.	<b>El proceso de flotación</b>	✓ Reactivos ✓ Espumantes ✓ Colectores Modificadores

**Tabla 9: Matriz Consistencia Específico**

Titulo	Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Indicadores
“Proceso de frotación de minerales y la recuperación del concentrado - Empresa Minera Huinac S.A.C, Ancash 2017”	¿Cuál será relación en el proceso de flotación y recuperación del concentrado zinc, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.?	Determinar cuál será relación del proceso flotación y recuperación del concentrado zinc, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.	Efectuando la relación del proceso de flotación, se tendrá recuperación de concentrado zinc en Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017	Recuperación del concentrado	- Plomo - Zinc -
	¿Cuál es la relación en el proceso de flotación y recuperación del concentrado plomo Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017?	Determinar cuál será relación en proceso flotación y recuperación del concentrado plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.	Efectuando la relación del proceso de flotación, se tendrá recuperación del concentrado plomo en Compañía Minera Huinac S.A.C - Ancash 2017		
	¿El uso de reactivos en el proceso de flotación, nos permite obtener concentrado de calidad en la recuperación zinc y plomo, Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017?	Evaluar usos de los reactivos en el proceso flotación, consiguiendo concentrado de calidad en recuperación zinc y plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C - Ancash 2017.	Al aplicar de reactivos en el proceso de flotación, se tendría concentrado de calidad en recuperación zinc y plomo en Compañía Minera Huinac S. A.C – Ancash 2017.		



