

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



“Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica”

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**“TRATAMIENTO DE MINERALES MEDIANTE EL BLENDING PARA
MEJORAR LA CALIDAD DE CONCENTRADO DE PLOMO ZINC DE
LA MINERA TOROPUNTO A NIVEL EXPERIMENTAL-2019”**

“TESIS”

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
METALURGICO**

Autor:

**BENITES LAURENTE, CARLOS EDER
DOLORIEGA FLORES, GUSTAVO ADOLFO.**

Asesor:

M(°) ABARCA RODRIGUEZ, JOAQUIN JOSE.

C.I.P. N° 108833

Huacho - Perú

2019


JOAQUIN JOSE
ABARCA RODRIGUEZ
INGENIERO METALURGICO
Reg CIP N° 108833

**“TRATAMIENTO DE MINERALES MEDIANTE EL BLENDING
PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CONCENTRADO DE PLOMO
ZINC DE LA MINERA TOROPUNTO A NIVEL EXPERIMENTAL-
2019”**



.....
Dr. Berardo Beder Ruíz Sánchez
Presidente



.....
M(o) Juan Manuel Ipanaque Roña
Secretario



.....
M(o) Ronald Fernando Rodríguez
Espinoza
Vocal



.....
M(o) Joaquín José Abarca Rodríguez
Asesor

DEDICATORIA

En estas líneas abajo escritas, se los dedicamos a nuestros seres queridos, quienes nos apoyaron desde la nuestra niñez hasta convertirnos en lo que somos ahora y a Dios por permitirnos vivir e guiar en nuestro camino.

AGRADECIMIENTO

Nuestros agradecimientos, a Dios, a nuestros padres y a los Docentes quienes fueron la guía para fórmanos y cumplir con nuestros sueños.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE TABLA	8
ÍNDICE DE FIGURA.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. Problema General.....	13
1.2.2. Problema Específico.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	14
1.3.1. Objetivos generales.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	14
1.4. Justificación de la Investigación.....	14
1.5. Delimitación del Estudio.....	15
1.5.1. Delimitación Territorial.....	15
1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.....	15
1.5.3. Delimitación de Recursos.....	15
1.6. Viabilidad de Estudio.....	16
CAPÍTULO II.....	17

MARCO TEÓRICO.....	17
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.2.1. Investigación Relacionada con el Estudio.....	17
2.2.2. Otras Publicaciones.....	20
2.3. BASES TEÓRICAS.....	22
2.3.1. Flotación.....	22
2.3.2. Etapas en el proceso de la flotación.....	22
2.3.3. Variables de Flotación.....	23
2.3.4. Reactivos para la Flotación.....	24
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	31
2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	32
2.5.1. Hipótesis General.....	32
2.5.2. Hipótesis Específicas.....	32
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	34
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
3.1.1. Tipo de Investigación.....	34
3.1.2. Nivel de Investigación.....	34
3.1.3. Diseño de la Investigación.....	34
3.1.4. Enfoque de la Investigación.....	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.2.1. Población.....	35
3.2.2. Muestra.....	35
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.1. Técnicas a Emplear.....	36

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.....	36
3.4. Técnica de procesamiento de la Información.....	36
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS.....	37
4.1. Análisis de Resultados.	37
4.1.1. Situaciones de Investigación.....	37
4.1.2. Resultados de la Investigación.....	47
4.2. Contrastación de Hipótesis.....	55
4.2.1. Contrastación de Hipótesis General.....	55
4.2.2. Contrastación de hipótesis Especifico.	55
CAPÍTULO V.....	58
DISCUSIÓN.....	58
1.1. Discusión.....	58
CAPITULO VI.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
6.1. Conclusiones.	60
6.2. Recomendaciones.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Colectores de la familia xantatos y ditiofosfato.....	27
Tabla 2 Principales depresores.....	29
Tabla 3. Variables	33
Tabla 4 Santa Rosa.....	37
Tabla 5 Piedra Iman	37
Tabla 6 CHASCA	37
Tabla 7 Leyes para la investigación.....	43
Tabla 8 Prueba de molienda de Chasca.	47
Tabla 9 Dosificación de los reactivos en la flotación experimental	48
Tabla 10 Resultado de laboratorio químico de la prueba de Chasca.	48
Tabla 11 Balance metalario de chasca de las pruebas de laboratorio	49
Tabla 12 Balance metalario de chasca de las pruebas de laboratorio simulado	49
Tabla 13 Prueba de molienda de blending.....	51
Tabla 14 Dosificación de la flotación en la prueba de flotación blending.....	52
Tabla 15 Resultado de la prueba de flotación blending.....	52
Tabla 16 Balance metalúrgico de la prueba blending	53
Tabla 17 Balance metalúrgica de la prueba blending simulación.....	53
Tabla 18. Matriz de consistencia general.....	68
Tabla 19. Matriz de consistencia específico	69

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Esquema de adhesión selectiva	22
Figura 3 Reactivos usados en la flotación.....	24
Figura 5 Interacción de la espumante con la burbuja de aire.....	25
Figura 6 Clasificación de los espumantes	25
Figura 7 Clasificación de los colectores	26
Figura 8 Reactivos modificadores de pH.....	30
Figura 9 Variables independiente y dependiente	35
Figura 10 Curva de moliendabilidad de minerales de Chasca.	47
Figura 11 Curva de moliendabilidad de minerales blending.	51

RESUMEN

Especto al estudio sobre “tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019”, el objetivo del estudio es buscar la calidad y recuperación de plomo, plata y zinc por método de concentración por flotación, dentro de la metodología es un trabajo experimental cuantitativo generador de resultados. El trabajo experimental se realizó en el laboratorio de la empresa Denwood Holdings Perú Metal SAC. El resultado obtenido por mediante el blending frente al tratamiento individual de chasca se mejora en calidad para plomo, plata y zinc, pero en la recuperación se mejora en el plomo y plata, pero no en el zinc. La dosificación de los A3418 y A208 mejora en la recuperación del plomo y plata excepto del zinc. Mientras que la dosificación de los depresores cuando se disminuyen como resultado se mejora la calidad del concentrado de plomo y zinc respecto a la calidad del plomo y plata en el concentrado de plomo y zinc en el concentrado de zinc. La calidad y recuperación están dentro del requerimiento del cliente.

Palabra clave: Flotación de minerales polimetálicos, flotación de minerales óxidos, concentración por flotación de plomo zinc.

ABSTRACT

Regarding the study on "treatment of minerals through blending to improve the quality of lead zinc concentrate from Minera Toropunto at an experimental level-2019", the objective of the study is to seek the quality and recovery of lead, silver and zinc by method of concentration by flotation, within the methodology is a quantitative experimental work that generates results. The experimental work was carried out in the laboratory of the company Denwood Holdings Perú Metal SAC. The result obtained by blending against the individual chasca treatment improves in quality for lead, silver and zinc, but in recovery it improves in lead and silver, but not in zinc. The dosage of A3418 and A208 improves the recovery of lead and silver except zinc. While the dosage of depressants when decreased as a result improves the quality of the lead and zinc concentrate relative to the quality of the lead and silver in the lead and zinc concentrate in the zinc concentrate. The quality and recovery are within the client's requirement.

Key word: Polymetallic mineral flotation, oxide mineral flotation, zinc lead flotation concentration.

INDRODUCCIÓN

El proceso de la recuperación de los minerales polimetálicos por medio de flotación es una de las técnicas más empleados a nivel internacional, para la recuperación de los minerales sulfuros a consecuencia del agotamiento de los minerales de alta ley, este método se empleó a comienzo de los años 1900, se emplean por la facilidad de que los minerales tienen afinidad con los reactivos y aceites a las burbujas del aire.

En América del sur específicamente entre Perú y Chile entre los años 1919, a consecuencia de los agotamientos del huano de isla, se buscaron otro medio de explotar de los recursos naturales y se encontraron en la minería para ello se tenía que buscar un método que permita ser rentable la explotación, donde el uso de los reactivos de carbono de cadena larga y los alcoholes superiores permitía que en una pulpa flotar los minerales sulfuros y a bajo costo por lo que se emplearon en la concentración de los minerales por flotación.

A fines del siglo XX y comienzo del siglo XXI, al abrirse el mercado libre de las inversiones en el Perú las empresas trasnacionales comenzaron a invertir, con ello a desarrollarse la minería en todo el ámbito.

En el caso de los minerales de la zona de Huaraz existen minerales polimetálicos que son explotados por los mineros, para su aprovechamiento es necesario realizar, el apoyo técnico en el diseño de los procesos de flotación y obtención de los parámetros, que permitan establecer una recuperación y calidad en los concentrados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los recursos geológicos mineralizados que se encuentran en la región de Ancash, en parte es un yacimiento complejo que están constituido de minerales sulfurados y oxidados, en el transcurso del tiempo se van agotado los minerales sulfurados de interés, quedando minerales oxidados de interés y diseminado.

La empresa minera “toro punto” consta de 2 minas una llamada “PIEDRA IMAN” y la otra “SANTA ROSA”, las dos minas son polimetálicos que tiene cobre, plomo, zinc, plata, etc.

Los minerales presentes en esta se encuentran como sulfuros y óxidos, de los cuales se encuentran otros elementos penalizables que interfieren en la flotación, por lo que es necesario buscar las condiciones de flotación adecuada, desde el punto de vista técnico como económico para que sean viable.

En virtud a los expuesto anteriormente se busca alternativas para la recuperación de los valores de interés económicos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema General.

- ¿Tendrá efecto las proporciones de los minerales en el tratamiento de minerales mediante el blending, en la mejorar de la calidad de los concentrados de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019?

1.2.2. Problema Específico.

- ¿La mezcla del mineral sulfurado y oxidado en qué relación permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata?
- ¿El colector secundario A3418 en qué medida permitirá la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados?
- ¿La mezcla del depresor de sulfato de zinc y cianuro, en qué medida permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivos generales.

- Analizar el efecto de la proporción en el tratamiento de minerales mediante el blending, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la mezcla del mineral sulfurado y oxidado, para mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata.
- Analizar el efecto del colector secundario A3418, en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados.
- Analizar la mezcla del depresor de sulfato de zinc y cianuro, que nos permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc.

1.4. Justificación de la Investigación.

En la investigación sobre tratamiento de minerales mediante el blending, permitirá mejorar la calidad del concentrado y la recuperación de plomo, zinc y plata de la Minera Toropunto,

teniendo como base los trabajos experimentales a nivel laboratorio, con ello realizando un escalamiento a nivel industrial, permitirá fundamentar la rentables económica de la empresa. Por otra parte, una vez validado los resultados y demostrado su confiabilidad, permitirá emplear como base otros trabajos de investigación relacionado al tema en un futuro.

1.5. Delimitación del Estudio.

1.5.1. Delimitación Territorial.

País	:	Perú
Departamento	:	Ancash
Provincia	:	Carhuaz
Distrito	:	Carhuaz
Lugar	:	La empresa Denwood Holdings Peru Metal SAC
Coordenadas	:	9°16'53"S 77°38'47"O

1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.

En el presente trabajo que se llevara a cabo, se usaran los habientes del laboratorio metalúrgico de la Empresa Denwood Holdings Perú Metal SAC, el tiempo empleado será enero a abril 2020.

1.5.3. Delimitación de Recursos.

Respecto a la delimitación de los recursos se podría describir que es lo económico para desarrollar con cabalidad el trabajo de investigación, creemos que para la adquisición de reactivos, materiales y equipos están relacionado al económico, por lo que se emplean el apoyo del productor directamente en cuanto al pago del análisis químico, pago del uso del laboratorio, y el personal de apoyo.

1.6. Viabilidad de Estudio.

Respecto al tratamiento de minerales mediante el blending, para mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019. Es viable desde el punto de vista técnico, ya que se contó con los conocimientos teóricos, metodológicos y el acceso a la información.

Respecto al acceso del laboratorio donde se realizarán la parte experimental se contó con la autorización del jefe del laboratorio y del jefe de planta de la Empresa Denwood Holdings Perú Metal SAC, para la realización de las actividades correspondiente de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1. Investigación Relacionada con el Estudio.

2.2.1.1. Tesis Internacionales.

La recuperación de los minerales complejos que tiene minerales oxidados respecto a los trabajos internacionales, se podría ser fundamentado por las siguientes razones que se describen a continuación.

Para Molina (2017) en su trabajo de investigación sobre. “Estudio del efecto de la aplicación de espumantes en el proceso de flotación de mineral mixto de cobre”. Concluye que,

El comportamiento de la espuma depende en gran medida de la estructura y propiedades hidrodinámicas que ésta presenta en función del surfactante usado. Respecto a las flotaciones de mineral mixto se puede afirmar que existe una alta correlación entre la altura de espuma que genera el surfactante con la ley de cobre del concentrado, donde para pulpas de alta salinidad es casi independiente del tipo de surfactante en la operación Molina (2017, pp. 47-49).

El colchón de las espumas es importante para una buena recuperación de los valores deseados, las espumantes y la agitación es importante para poder controlar el tamaño de espuma para buena adhesión de los valores y su estabilidad de la espuma con valores y su flotación.

Para Lobos (2015) en su trabajo sobre. “Evaluación del uso de NaSH en el circuito de flotación selectiva de molibdeno de los Pelambres”. Concluye que,

Mediante pruebas de flotación en laboratorio, fue posible observar como un alto contenido de oxígeno en el gas flotante puede aumentar a más del doble el consumo de NaSH en comparación a la ausencia de éste. Aunque los resultados obtenidos no

lograron establecer diferencias sustanciales, dado que las pruebas no se realizaron en las condiciones requeridas, se consideran los casos planteados como opciones viables para disminuir el consumo del reactivo sin alterar la selectividad del proceso. Otra forma que ayudaría a requerir de menos NaSH es aumentar el ORP de operación. En pruebas con una solución mineral filtrada, se estableció que el potencial disminuye de manera exponencial en función a la cantidad de depresante agregado Lobos (2015, pp. 84-85).

Las condiciones de operación deben ser controlado de acuerdo las influencias del medio, una sulfuración deber ser rápido para así no consumir y aprovechar el efecto de la sulfurización del mineral.

Para Sarquís (2012) en su trabajo sobre. “Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad” concluye que,

Los extractos de quebracho actúan como depresores de la pirita. Si el cobre se encuentra mayormente como calcopirita y este sulfuro no presenta alteración superficial, no se verifica ningún efecto depresor por parte del quebracho. Mediante un tratamiento del concentrado global de cobre-molibdeno con 300 a 400g/t de extracto de quebracho, acondicionado por 15 minutos a pH 4,5 y luego incorporando colectores específicos para sulfuros de cobre, es posible realizar una separación selectiva de los sulfuros. Esta separación es más eficiente si el extracto de quebracho se acondiciona en dos etapas Sarquís (2012, pp. 182-184).

La depresión de los minerales no deseados debe ser primero y en con un control adecuado, de lo contrario se podrían deprimir las menas deseado, en este cado el quebracho es depresor de los sulfuros de hierro y las menas de cobre dentro de su estructura tiene el hierro y azufre por lo que podría ser deprimida.

2.2.1.2. Tesis Nacionales.

Los minerales oxidados y minerales secundarios son necesario un tratamiento adecuado para una recuperación de las menas de interés, ya sean con una sulfuración o dilución de acuerdo su comportamiento de la mineralogía, para mejorar la recuperación por ellos se podría fundamentar de acuerdo a los siguientes trabajos realizados:

Para Guillen (2017) en su trabajo sobre. “Estudio de investigación para controlar la activación de zinc en el circuito bulk en la mina Huanzala” concluye que,

Mediante el diseño experimental se determinó el orden de importancia de las 4 variables elegidas para el presente trabajo dentro de las operaciones de la planta concentradora, siendo que las más importantes fueron los reactivos Min1550 y Min1500. Después de realizar el análisis estadístico se corrobora que la variable más importante es en reactivo Min1550 Guillen (2017, p. 57).

En función ellos se fundamentan que, los minerales oxidados por su cristalización son difícil de flotar por lo que es necesario realizar la sulfuración que permite su flotación, para ellos es necesario su activación de la superficie del mineral para la colección por los colectores.

Para Canaza (2018) en su trabajó. “Tratamiento de blending de minerales sulfurados y óxidos para la concentración de plomo cobre y zinc a nivel experimental en la planta concentradora sacracancha-2018”, concluye que,

Para un mineral en promedio de Ag 4.09onz/Tc, 2.69% Pb, 0.36% Cu, 8.44% Zn, 0.08% As y 19.9% Fe. A una molienda 10 minutos a un pH natural 7, acondicionamiento bulk 10 minutos a pH 7, flotación bulk 12 minutos a un pH 7, separación cobre plomo 3 minutos a un pH 9.5, acondicionamiento del zinc 6 minutos a un pH 11 y flotación del zinc 8 minutos a un pH 11 Canaza (2018, pp. 67-68).

Para un mineral que tenga alto contenido de minerales secundarios oxidados es necesario la dilución con minerales sulfurado para poder realizar una recuperación óptica.

Para Delgado (2016) en su trabajo sobre. “Operaciones en planta concentradora de mineral polimetálico y óxidos de plomo-plata -cobre de sociedad minera Corona S.A.” concluye que,

Para tener éxito en la flotación es necesario controlar desde la calidad del mineral en mina, el producto chancado a molienda, la liberación de los valiosos y posible aplicación de flotación flash, densidades de pulpa en las etapas de flotación, calidad y dosificación automática de reactivos, control de cargas circulantes y remolienda de medios de flotación, automatización de equipos en control de nivel de pulpa, control automático de pH y uso de analizadores químicos en línea. Si la ley de Plomo es originalmente baja en el mineral de cabeza posiblemente no sea necesario descabezar con flotación flash desde molienda Delgado (2016, pp. 77-79).

Se podría describir que en todo proceso es necesario controlar las secuencias del proceso previo a la flotación, como el chancado, molienda, acondicionamiento para obtener una pulpa adecuada para tener una calidad y recuperación de las menas de interés.

2.2.2. Otras Publicaciones.

Para Liu, Hu, Liu, Huang, & Zhang, (2019). “La hidrofobicidad superior de TMATT (5- (2,4,4-trimetilpentil) -4-amino-1,2,4-triazolidina-3-tiona) y su favorable modo de unión de anillo de cinco miembros en poder de malaquita merece su respuesta de flotación superior a la malaquita en comparación con la OHA (ácido n-octil hidroxámico)” (p. 9).

Liu, y otros, (2019) afirman que, “La calcopirita y galena son flotables en un pH de 6-12, y el compuesto depresor tiene un efecto inhibitor más fuerte sobre la galena que los inhibidores individuales. El potencial zeta se vuelve más negativo al agrega un depresor” (p.8).

Para Wang, Wen, Han, Xu, & Feng, (2019). “La flotabilidad de esfalerita deprimida con ZnSO_4 y tratado con $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ mejoró significativamente la recuperación. Debido a la interacción del plomo hidrolizada como Pb^+ y $\text{Pb}(\text{OH})^+$ y complejos Zn-O-Pb , que activa la superficie de los minerales” (p.8).

Para Zhang, y otros (2019). “La adsorción implicó la unión de pequeñas cantidades de iones Pb al mineral superficie; la mayoría de iones Pb fueron adsorbidos al reemplazar los iones Zn en la superficie de smithsonita, permitiendo la colección del xantato y su flotación” (p.8).

2.3. BASES TEÓRICAS.

2.3.1. Flotación.

En el proceso de flotación se puede definir como un proceso fisicoquímico donde los minerales de interés debe de tener el comportamiento de hidrofóbico que tiene afinidad con el aire, mientras que los minerales que no son de interés o ganga deben ser hidrofílicos que tiene afinidad con el agua.

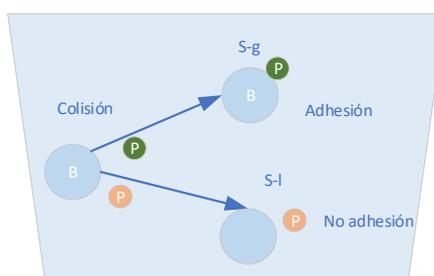


Figura 1 Esquema de adhesión selectiva

El proceso de separación consiste en el tratamiento de una pulpa que consiste en la mezcla de agua y el mineral lo suficientemente que permita una dilución que el mineral tenga una interacción con las tres fases existentes en un proceso de flotación. La pulpa que es agitado permite colisión de la burbuja, agua y el mineral, el producto de este el mineral que tiene afinidad con la burbuja se atraen y son evacuado a la superficie, mientras que los minerales que no tiene afinidad se despenden de la burbuja y son atraído por el agua y caen al fondo (Drzymala, 2007).

2.3.2. Etapas en el proceso de la flotación.

El mineral para la concentración por flotación de las menas de interés, tiene una secuencia de en el proceso, partiendo desde la libración que consta de chancado y molienda en un medio que consta de mineral más agua, luego es acondicionado en una pulpa, donde se adicionan los reactivos, posteriormente pasan a la flotación de los minerales sulfuros de interés.

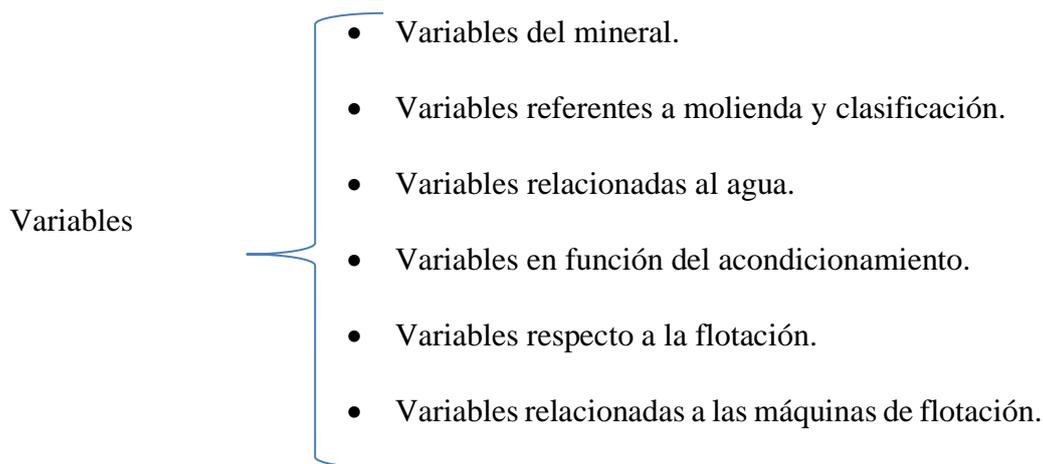
Para obtener la adherencia de las partículas minerales deseadas a las burbujas de aire y, la formación de una espuma cargada de mineral en la superficie de la pulpa, se debe formar una película de superficie hidrofobia sobre las partículas a flotar y una película hidrofílica o humectable en todas las demás

En el proceso de adhesión de los minerales de interés y la humectabilidad de los minerales no deseados primero se;

Obtener la adherencia de las partículas minerales deseadas a las burbujas de aire y la formación de una espuma cargada de mineral en la superficie de la pulpa, se debe formar una película de superficie hidrofobia sobre las partículas a flotar y una película hidrofílica o humectable en todas las demás (Branes, 2005).

2.3.3. Variables de Flotación.

En el transcurso de los años por la experiencia de los involucrados, referente a las variables que intervienen en los procesos de flotación por espumas se mencionan más de 32 variables. Para Azañero (2015) “la flotación es un proceso de muchas variables, algunos especialistas los clasifican según las etapas que lo originan”.



Fuente: (Azañero, 2015, p. 110)

2.3.4. Reactivos para la Flotación.

En el proceso de flotación uno de los componentes importantes son los reactivos y estos pueden ser clasificar en función a las condiciones que brindan en el proceso de acondicionamiento como “colectores, espumantes y modificadores” (Sutulov, 1963, p. 68).

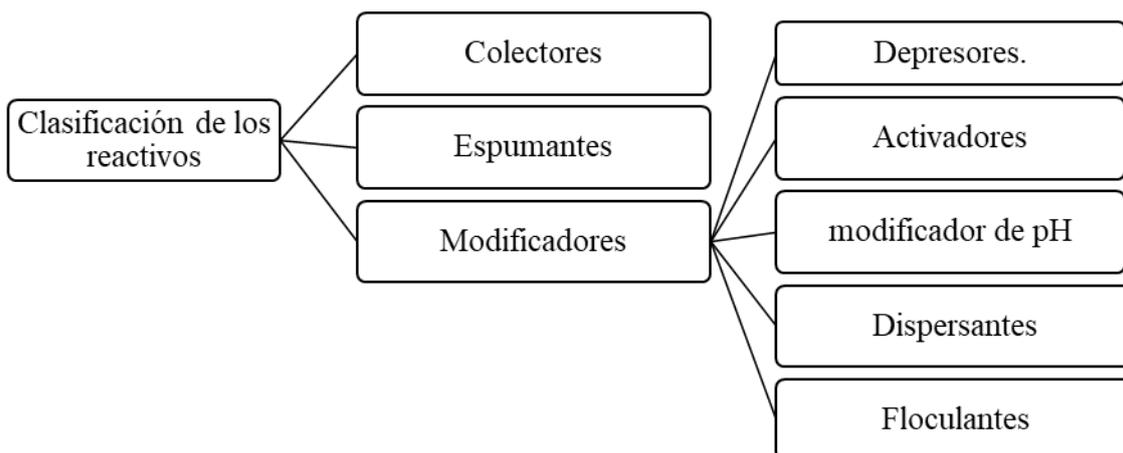


Figura 2 Reactivos usados en la flotación

Nota: Fuente en función de la información (kelly & Spottiswood, 1990)

La disolución de estos reactivos químicos, es un medio diluyente cumplen funciones específicas, como colector, de minerales, espumantes para dar la estabilidad a la espuma y los modificadores como depresores, activadores, modificadores, etc.

2.3.4.1. Espumantes.

Los espumantes “permiten modificar las propiedades superficiales de la burbuja reduciendo la coalición” (Yianatos, 2005, p. 22), por otra parte, en la flotación cumplen una función primordial de darle estabilidad a las burbujas permitiendo que no se rompan, fundamentando porque,

Los espumantes son compuestos tensioactivos heteropolares que contienen un grupo polar (OH, COOH, C = O, OSO₂ y SO₂OH) y un radical hidrocarburo, capaz de adsorber en la interfaz agua-aire. Las moléculas del vaporizador están

dispuestas en la interfaz aire-agua, de manera que los grupos hidrófilos o polares están orientados hacia la fase acuosa y la cadena de hidrocarburos hidrófobos o no polares en la fase gaseosa. El vaporizador crea condiciones para la formación de espuma. La espuma en la flotación es un sistema trifásico. El vaporizador se concentra en la interfaz de las burbujas de agua y aire, formando un sobre alrededor de las burbujas, lo que evita que choquen o se toquen. Los espumosos también bajan la tensión superficial del agua. Las fuerzas creadas alrededor de la burbuja de aire en presencia de un vaporizador evitan que las burbujas se colapsen (Bulatovic, 2007).

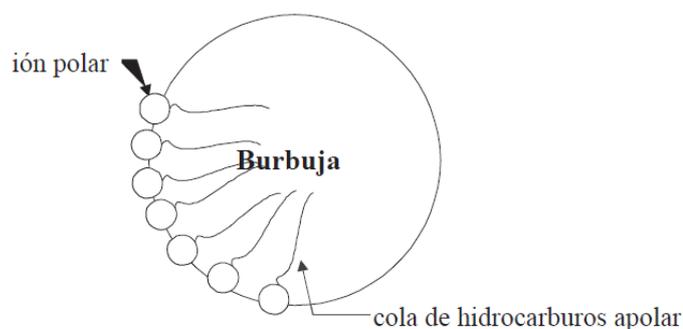


Figura 3 Interacción de la espumante con la burbuja de aire

Nota: Fuente (Yianatos, 2005, p. 23)

Los espumantes que existe en el mercado son muchas y su aplicación está en función al pH y su actividad de los minerales a tratar.

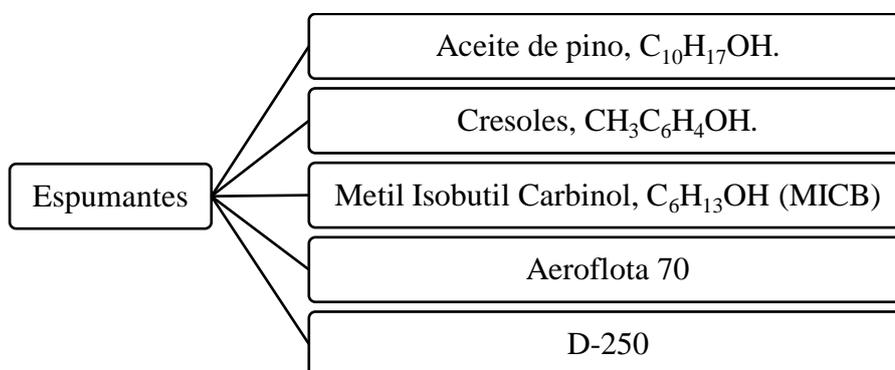


Figura 4 Clasificación de los espumantes

Nota: fuente (Yianatos, 2005), (Bulatovic, 2007)

2.3.4.2. Colectores.

En el proceso de flotación de minerales, los colectores cumplen una función primordial de colectar las partículas de minerales molidas.

La flotación requiere hidrofobicidad de la partícula mineral, pero solo unas pocas sustancias minerales son naturalmente hidrófobas. Por lo tanto, existe la necesidad de usar varios reactivos, llamados colectores, para hacer que las partículas hidrófilas y ligeramente hidrófobas sean hidrófobas.

El poder de hidrofobización de un colector resulta de sus interacciones químicas y físicas con la superficie (...) desde el punto de vista de la química física.

El colector aplicado debe ser selectivo. La selectividad de un colector se basa en la adsorción favorecida de un tipo de partículas de la suspensión de flotación.

Los colectores de flotación afectan no solo la hidrofobicidad de las partículas sino también otros parámetros de flotación, incluido el tiempo de contacto de las partículas requerido para formar un agregado estable de partículas y burbujas, así como la estabilidad de la espuma (Drzymala, 2007).

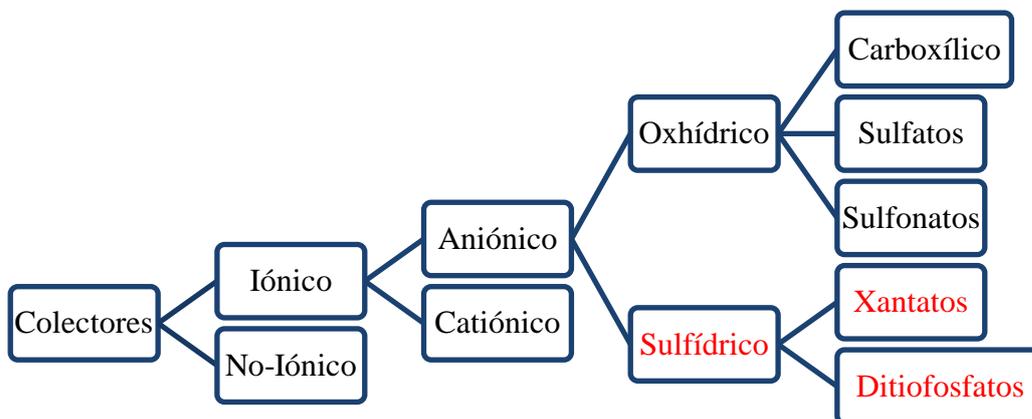


Figura 5 Clasificación de los colectores

Los colectores sulfídricos de la familia de los xantatos usados en las plantas concentradores en el Perú son los siguiente:

Tabla 1 Colectores de la familia xantatos y ditiófosfato

Xantatos	Dosif	Ditiófosfato - Aerofloats	Dosif. g/t
Xantato etílico		A-25 Cu, Zn, Pb, Ag, Au	
Xantato isopropílico de sodio Z-11		A-31 Cu, Zn, Pb, Ag, Au, Fe, óxidos	25-100
Xantato butílico secundaria de sodio Z-12	5 a 100 g/t	A-208 Cu	5-50
Xantato amílico de potación Z-6		A-404 Cu, minerales secundarios Zn, Pb	5-50
		A-3418 Cu, Pb	

Nota: fuente (Sutulov, 1963, pp. 75-76) y (Cytec, 2002)

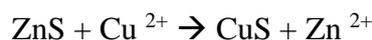
2.3.4.3. Modificadores.

En la flotación de los minerales para una adecuada flotación de los minerales, es necesario que los minerales de interés sean hidrofóbicos, mientras minerales que no interesa sean deprimidos, para que estas condiciones se deán el medio debe de cambiar el pH, entonces en la flotación “la función de los modificadores es cambiar la acción del colector, ya sea mejorando o reduciendo su efecto hidrofóbico en la superficie del mineral (...). Los reguladores se clasifican en activadores, depresores y modificadores de pH” (Kumar, 2003, p. 199). Los modificadores tienen ciertas condiciones como modificar el pH, depresores de los minerales, activadores de los minerales.

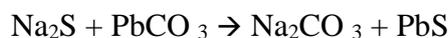
2.3.4.3.1. Activadores.

Los activadores son reactivos que interactúan con los minerales para modificar su superficie de las partículas haciéndolas hidrofóbico para luego ser adsorbido por el colector, los activadores son “reactivos alteran la naturaleza química de las superficies minerales para que se vuelvan hidrófobas debido a la acción del colector. Los activadores son sales solubles que se ionizan en solución, luego los iones reaccionan con la superficie mineral” (Barry & Napier, 2006, p. 284).

En el proceso de activación, “el sulfato de cobre, es fácilmente soluble y se disocia en iones de cobre en solución, el cobre es más electronegativo que el zinc, por lo tanto, se ioniza con menos facilidad” (Barry & Napier, 2006). Por lo tanto, los iones de cobre se adhieren a la superficie del mineral haciéndose hidrofóbico que serán recolectados por los colectores.



La activación de los minerales óxidos se basa en la sulfurización que los minerales oxidados por la adhesión del ion $\text{S}^=$ a la superficie se convierte en un sulfuro y esta tiende a ser colectado por los colectores, estas “actividades de mayor importancia es la depresión jugando de un papel activo de ion SH^- , y las activaciones de mayor importancia en el ion $\text{S}^=$ ” (Sutulov, 1963, p. 100). La reacción del carbonato de plomo con el sulfuro de sodio en la superficie se producirá una capa de sulfuro de plomo:



2.3.4.3.2. Depresores.

Los reactivos depresores en el proceso de recuperación de los minerales por flotación, cumplen un rol fundamental, hacer hidrofílico a los minerales que no tiene valor económico, es decir que “los depresores actúan opuesta a los activadores y contrarrestan la recolección. Un depresor natural es el limo, la presencia en las capas de las partículas, tiene una acción retardante sobre la adsorción de los colectores en ellos” (Kumar, 2003, p. 199).

Por otra parte, “La depresión se utiliza para aumentar la selectividad de la flotación al hacer que ciertos minerales sean hidrófilos, evitando así su flotación” (Barry & Napier, 2006, p. 279).

Entre los químicos utilizados como depresores, se puede mencionar:

Tabla 2 Principales depresores

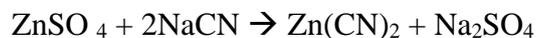
Reactivo	Deprime	Flotación
Cianuro de sodio	pirita (FeS ₂)	galena (PbS) esfalerita (ZnS) sulfuro de cobre (CuS)
Sulfato de zinc	esfalerita	galena
K₂Cr₂O₇	galena (PbS)	
ferrocianuro de sodio	sulfuros de cobre	molibdenita (MoS ₂)
Cal	pirita	
Silicato de sodio	cuarzo	
Dextrinas	grafito y el talco	sulfuro

Nota: Fuente elaborado en función a (Kumar, 2003, p. 199)

De acuerdo la tabla se detalla que el ion cianuro deprime a los sulfuros, el ion dicromato a la galena, pero, “ocurren otras reacciones más complejas. Para ayudar a la depresión y se considera que el cianuro. reacciona con sulfato de zinc para formar cianuro de zinc, que es

relativamente insoluble, y precipita en la superficie de esfalerita, volviéndola hidrófila” (Barry & Napier, 2006, p. 280).

La prevención de la adsorción del colector:

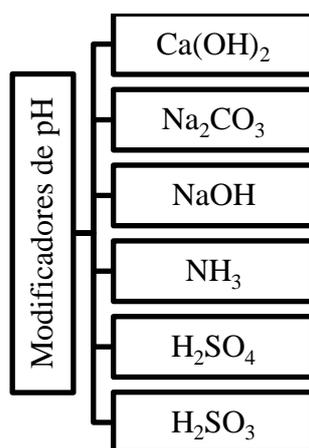


2.3.4.3.3. Modificadores de pH.

Los minerales en el proceso de flotación tienen su propio comportamiento en el proceso de flotación, esto está relacionado con el pH.

Los modificadores de pH pertenecerían, a un grupo u otro, según la importancia relativa del H^+ u OH^- en una determinada flotación. “El pH interpretado como concentración de H^+ y OH^- en una pulpa, tiene gran influencia en el proceso de flotación, pues los iones indicados tienen gran movilidad y compiten por las superficies de los minerales con otros iones” (Sutulov, 1963, p. 93). Se podría citar algunos de los reguladores de pH usados en la flotación de los minerales en los procesos metalúrgicos:

Figura 6 Reactivos modificadores de pH



Nota: fuente elaborado en función de la información extraído de (Kumar, 2003, p. 199)

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- a. **Agitación.** Es una entropía generado por un movimiento mecánico o neumático para que las partículas se encuentren en suspensión.
- b. **Calidad.** Es “la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de calidad” (Significados, 2020).
- c. **Concentrado.** “Producto final de la separación o beneficio de minerales valiosos de la ganga contenidos en una mena. Minerales listos para una segunda fase de tratamiento” (Burga, 2011, p. 198).
- d. **Ganga.** “Es el conjunto de rocas y/o minerales sin rendimiento económico que contiene minerales de buen valor económico o útiles” (Burga, 2011, p. 362).
- e. **Lama.** “Suspensión de partículas menores de 0.1 mm. En el proceso de beneficio de minerales son estériles” (Burga, 2011, p. 482).
- f. **Ley** “Contenido puro de metal en relación con el mineral trabajado, generalmente dado en porcentaje u onzas/tonelada” (Burga, 2011, p. 497).
- g. **Mena.** “Mineral del cual se puede extraer un elemento o metal en condiciones económicas, ejm. la chalcopirita es mena del cobre, la magnetita es mena del hierro, la galena del plomo, etc.” (Burga, 2011, p. 535).
- h. **Mineral.** “Sustancia inorgánica u orgánica de propiedades físicas y químicas definidas, que permiten su diferenciación y reconocimiento” (Burga, 2011, p. 552).
- i. **Optimización.** “es la acción y efecto de optimizar. Este verbo hace referencia a buscar la mejor manera de realizar una actividad” (Pérez & Gardey, 2009).
- j. **Oxidación.** “Proceso de meteorización química mediante el cual los elementos metálicos o un mineral adicionan a su constitución molecular elementos de oxígeno o del ión oxidrilo (-OH)” (Burga, 2011, p. 609).
- k. **Óxido.** “Son minerales en cuya constitución molecular contienen el elemento oxígeno. Ejm. magnetita, cuarzo y corindón o secundarios, Ejm. cuprita, zincita, hematita, etc” (Burga, 2011, p. 609).
- l. **pH.** Es la variable “que operan de forma significativa en la flotación, es probablemente el pH la que mayor incidencia tiene en el adecuado comportamiento de los diferentes reactivos” (Estudios mineros, 2011).
- m. **Sulfuros.** Son “compuesto de azufre y otros elementos” (Estudios mineros, 2011).

2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

2.5.1. Hipótesis General.

Con un acondicionamiento adecuado en el tratamiento de minerales mediante el blending y los reactivos, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019

2.5.2. Hipótesis Específicas.

- a) Con una mezcla del mineral sulfurado y oxidado en una proporción adecuado, nos permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata.
- b) Una dosificación adecuada del colector secundario A3418, tendrá efecto en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados.
- c) Una mezcla en proporción adecuada del depresor de sulfato de zinc y cianuro, nos permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 3. Variables

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	
Independiente				
Tratamiento de minerales	Proceso de acondicionamiento del mineral para su posterior flotación	Acondicionamiento	- Mezcla mineral - A3418 - Depresor de sulfato de zinc y cianuro	
	Dependiente			
	Mejora de concentración	Elevar la calidad del concentrado respecto al actual	Parámetro	- Calidad de concentrado. - Recuperación de Pb, Ag, Zn.
Intervinientes				
		Preparación	- Granulometría. - Porcentaje de sólido. - pH. - Tiempo de Acondicionamiento.	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1.1. Tipo de Investigación.

En el estudio sobre, tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019, respecto al tipo de investigación es aplicada ya que “se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (Carrasco, 2005, p. 43).

De acuerdo a su naturaleza: Experimental.

De acuerdo al propósito o utilización: Investigación aplicada.

3.1.2. Nivel de Investigación.

En el estudio sobre, tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019, es un estudio de nivel explicativa ya que “se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto” (Arias, 2012, p. 27).

3.1.3. Diseño de la Investigación.

En el estudio sobre tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019, el diseño es una investigación experimental, ya que se “requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 129). En el proceso de flotación de los minerales se varían las variables en estudio para obtener una calidad de concentrado y su recuperación.

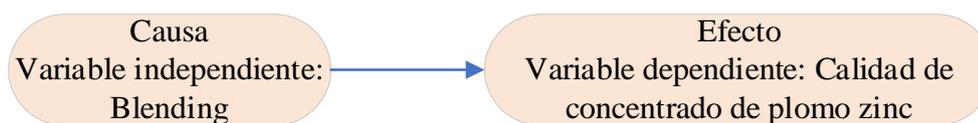


Figura 7 Variables independiente y dependiente

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

En el estudio sobre tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019, en cuanto al enfoque es un estudio cuantitativo, ya que para contrastar el efecto de las variables se “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teoría” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 4).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población.

Respecto a la población estará representada por las minas de “Santa Rosa” de la mina “Piedra Iman” perteneciente a la mina Toro Punto del Departamento de Ancash y de los lotes de la mina de Trujillo llamada “Chasca”.

3.2.2. Muestra.

Las muestras obtenidas para realizar las pruebas de laboratorio son de los minerales almacenados en la cancha de minerales pertenecientes de la minera toro punto, de la mina “Santa Rosa” de la mina “Piedra Iman” y de los lotes de la mina de Trujillo llamada “Chasca” los que se extrajeron una cantidad de 100 kg de cada lote y se llevaron a la preparación de chancado y cuarteado para luego preparar las muestras para las pruebas de aproximadamente de un kilogramo para cada prueba realizas de acuerdo el comportamiento de los minerales.

3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Técnicas a Emplear.

La técnica en la recolección de datos de la investigación sobre, “Tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019”, es una técnica de observación , ya que se una molienda de minerales, acondicionamiento de la pulpa y la flotación, de lo cual se tendrá dos productos se salida y uno de entrada los cuales se llevaran al laboratorio y para el análisis el resultado de ellos se tendrá los datos para el análisis.

Las técnicas de observación a emplear serán, Observación directa para obtener datos en el momento de las pruebas, la observación indirecta nos permitirá obtener información para su aplicación fundamentada y su análisis de los resultados y la observación experimental nos permitirá obtener datos diferente como resultado, para cada manipulación de las variables aplicadas en la investigación.

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.

Los instrumentos usados de acuerdo su naturaleza del trabajo de investigación, se utilizó la ficha de observación, la lista de cotejo y equipo firmadora que cuenta con audio y video, para contrastación de las evidencias y datos requeridos.

3.4. Técnica de procesamiento de la Información.

Para el procesamiento de los resultados obtenidos del tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019 se aplicará la estadística, con los programas de Excel, minitab 18, Statgraphics 18, y procesador de texto Word 2016, por medio de ellos se mostrará la información, mediante tablas, registros, figuras, y otros. Luego en base a ello se realizará un informe para su presentación de la información.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados.

4.1.1. Situaciones de Investigación.

Para el trabajo de investigación se tendrá en cuenta las condiciones de los minerales de la empresa minera “toro punto” consta de 2 minas una llamada “PIEDRA IMAN” y la otra “SANTA ROSA”. Ambos son materiales polimetálicos de Pb, Ag, Zn. Constituido por minerales de galena y marmatita.

Tabla 4 Santa Rosa

Muestra	Leyes		
	Ag oz/t	% Pb	% Zn
Cabeza	6.92	3.26	2.39

Tabla 5 Piedra Iman

Muestra	Leyes		
	Ag oz/t	% Pb	% Zn
Cabeza	5.37	3.27	3.46

La mina “SANTA ROSA” es la que más mineral tiene, pero su ley de zinc esta baja, pero tiene buena ley de plata, en cambio la mina “PIEDRA IMAN” tiene menos plata, pero más zinc.

la empresa “Toro punto”, optó por comprar un lote de mineral de una mina de Trujillo llamada “CHASCA” cuyas leyes son:

Tabla 6 CHASCA

Muestra	Leyes		
	Ag oz/t	% Pb	% Zn
Cabeza	9.41	4.58	19.94

Podemos observar que tiene muy buenas leyes en sus tres contenidos metálicos, sin embargo, el porcentaje de zinc es demasiado alto con respecto del plomo por lo que se puede activar en la flotación de plomo y debido a esto su recuperación va a ser baja.

Procedimiento a realizar;

- De estos tres minerales con respecto a sus leyes de cabeza el que más problemas va presentar durante la flotación es de la minera “CHASCA”.
- Se está optando por hacer un blending entre estos tres tipos de mineral.
- Primero se va hacer la prueba a la mineral de “CHASCA”

a) **Presencia de minerales en función del tamaño.***Tabla 7 Presencia del mineral en el tamaño de granos en la mina Santa Rosa.*

MUESTRA	SR-06	
MINERALOGIA	Silicatos de (Al), galena, pirita, boulangerita, galena, calcopirita, tetraedrita, arsenopirita y esfalerita.	
Minerales	Descripción	Tamaño de partícula (µm)
Calcopirita	Se aprecian como inclusiones en pirita.	16 – 43
Boulangerita	Se encuentran reemplazando a galena. Están en los silicatos de Al.	18 – 835 67 – 838
Arsenopirita	Están como inclusiones en pirita	24 – 41
Galena	Se aprecian asociados a pirita.	15 – milimétricos
Tetraedrita	Están como inclusiones en pirita.	17
Esfalerita	Se aprecian como inclusiones en pirita.	20 - 82

Tabla 8 Composición química (%) de los minerales identificado en Muestra SR-06 Interior Mina Nivel 4205 – Mina Santa Rosa.

Minerales	Composición Química (%)													TOTAL
	Fe	Au	Ag	Cu	Al	Sb	Zn	S	Pb	As	Mn	O	Si	
Silicatos de Al					6.25							43.19	50.56	100
Boulangerita	2.54		0.22			20.47		25.42	51.35					100
Esfalerita	15.48	0.95					41.23	41.64			0.70			100
Galena			2.70					19.94	77.37					100
Galena			0.16					23.24	76.60					100
Arsenopirita	38.68	1.48						38.58		21.26				100
Calcopirita	35.41	1.17		21.09				42.33						100
Tetraedrita con Ag	19.34		8.41	18.05		15.18	2.54	36.47						100
Pirita	44.67	1.40						53.93						100

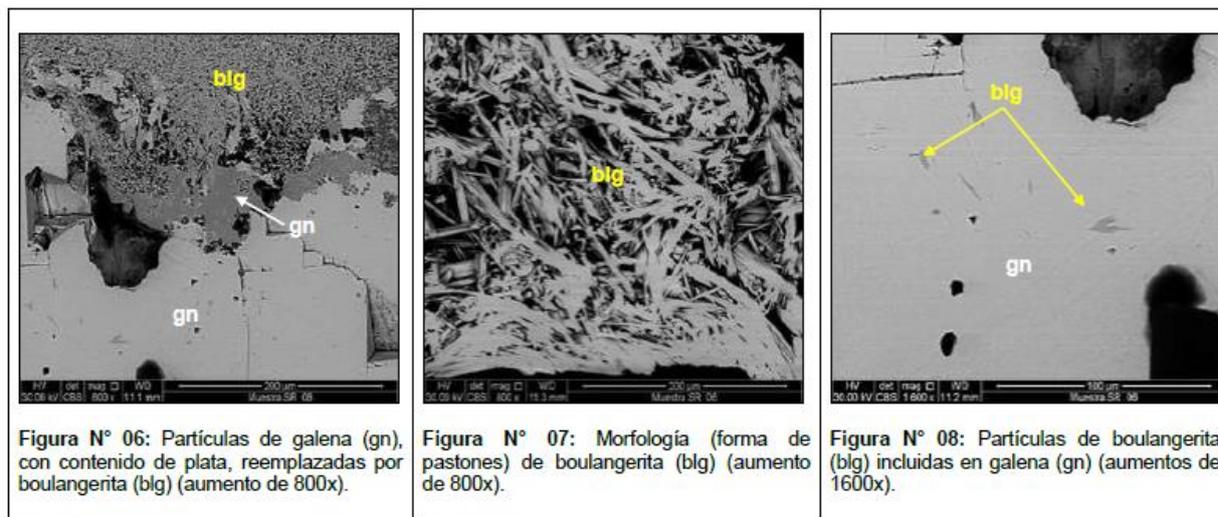


Figura 8 Foto de los minerales de Mina Santa Rosa

Tabla 9 Muestra SR-07 Interior Mina Nivel 4205- Santa rosa

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	40
Pirita	FeS ₂	29
Moscovita (Sericita)	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	12
Esfalerita	(Zn,Fe)S	6
Carbonatos (Calcita)	CaCO ₃	6
Arsenopirita	FeAsS	5
Galena	PbS	1

Tabla 10 Muestra SR-10 Superficie DDH SRS 17-04 Santa Rosa.

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	47
Moscovita (Sericita)	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	34
Pirita	FeS ₂	10
Arcillas (Dickita)	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	4
Feldespato potásico (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	4

Tabla 11 Presencia del mineral en el tamaño de granos - Mina Piedra Imán

MUESTRA	PI17-1A	
MINERALOGIA	Silicatos de (CaAlMnMg), silicatos de (CaNaMnAlMg), esfalerita, galena y pirita.	
Minerales	Descripción	Tamaño de partícula (µm)
Esfalerita	Se aprecian asociados a galena.	88 – 18
	Están en los silicatos de (CaAlMnMg)	161 – 25
Galena	Se aprecian asociados a esfalerita.	622 – 10
	Se encuentran en los silicatos de (CaAlMnMg)	100 – 23
Pirita	Están asociadas a galena y esfalerita.	50 – 1009000

Tabla 12 Composición química (%) de los minerales identificado en Muestra PI17-1A 149.49-149.59 Piedra Imán.

Minerales	Composición Química (%)													TOTAL
	Fe	Au	Ag	Ca	Al	Mn	Zn	S	Pb	Mg	Na	O	Si	
Silicatos de (CaAlMnMg)				19.37	5.39	6.19				0.67		44.79	23.59	100
Silicatos de (CaNaMnAlMg)				27.16	0.84	2.42				0.59	6.22	45.63	17.14	100
Esfalerita	8.35	3.75					47.93	39.97						100
Galena con Ag			3.79					13.40	82.63					100
Galena			0.58					17.11	82.27					100
Pirita	44.28	2.25						53.47						100

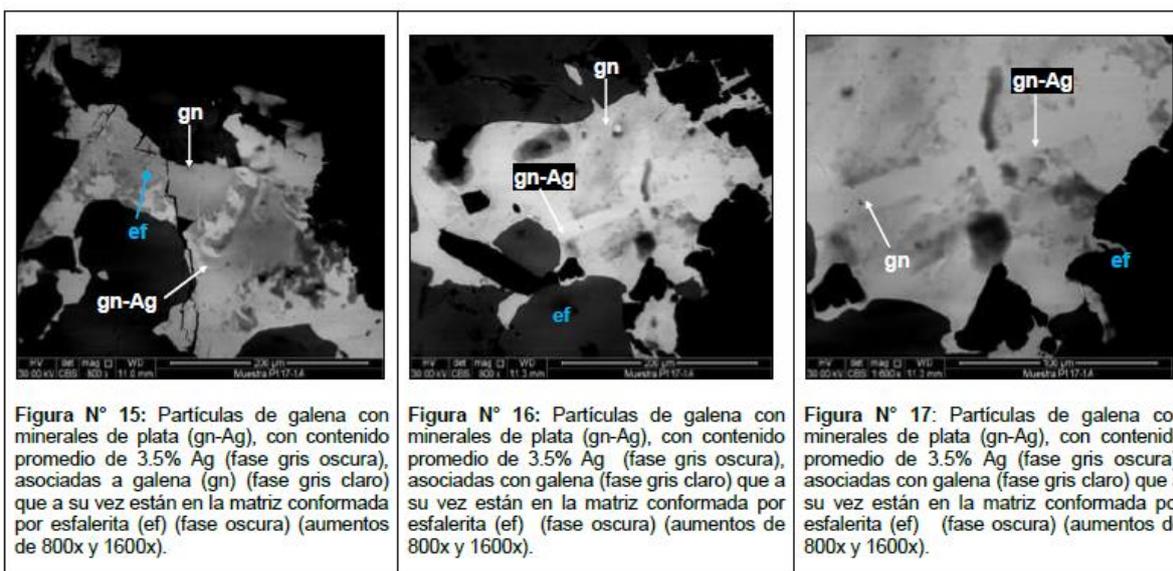


Figura 9 Foto de los minerales de Mina Piedra Imán.

Tabla 13 Muestra PI17-09 127.85-127.90m Piedra Iman

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Esfalerita	(Zn,Fe)S	56
Galena	PbS	24
Pirita	FeS ₂	8
Granate (Grosularia)	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	7
Clorita (Clinocloro)	(Mg,Fe ⁺² ,Al) ₆ (Si, Al) ₄ ^o ₁₀ (OH) ₈	4

Tabla 14 Muestra PI17-09 140.30-140.35m

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Clinopiroxeno (Hedenbergita)	CaFe ²⁺ Si ₂ O ₆	34
Cuarzo	SiO ₂	21
Galena	PbS	20
Esfalerita	(Zn,Fe)S	16
Epidota	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)	5
Pirita	FeS ₂	2
Serpentina (Lizardita)	Mg ₃ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1

b) Prueba metalúrgica minera “CHASCA”

1. Caracterización de Mineral

1.1 Mineralogía.

La muestra de mineral polimetálico Pb-Ag-Zn.

En forma visual se puede observar que la mena está constituida por galena, esfalerita y marmatita.

La ganga está constituida en su mayoría por fierro.

1.2 Cabeza Experimental

La muestra de mineral de cabeza reporta las siguientes leyes:

Tabla 15 Leyes para la investigación

Muestra	Leyes		
	Ag oz/t	% Pb	% Zn
Cabeza	9.41	4.58	19.94

2. Pruebas de Molienda

Se realizó tres pruebas de molienda en un molino 8”x8” con el mineral < malla 10, en la que vario el tiempo.

Procedimiento de Molienda

- Un kilo de mineral
- 600 ml de agua
- Carga de bolas 10kg, proporción (5kg de ½”; 3kg ¾” y 2kg 1”)
- Gravedad específica G. E=3.2.

3. Condiciones de prueba metalúrgica

Este mineral tiene abundante zinc por lo que se va a emplear una buena cantidad de depresores en la flotación de plomo para evitar lo más que se pueda la activación de zinc.

No se va a emplear promotores como el A-404 y A-208. Ni el Aero promotor AP-3418

Debido a que estos también ayudan a colectar el zinc por lo que queremos disminuir todo lo que se pueda su activación.

Sabemos que al no usar estos reactivos el desplazamiento del plomo y la plata a relave va a ser alto, pero lo vamos a contrarrestar usando cantidades de MIBC y z-6.

- Se preparo el sulfato de zinc (ZnSO_4) al 10%
- Se preparo el cianuro (NACN) al 5%
- Se preparo el MIX (3 ZnSO_4 + 1 METABISULFITO DE SODIO $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
- Se preparo el Z-11 y Z-6 al 10%
- Se preparo el METIL ISOBUTIL CARBINOL (MIBC) al 10%
- Se preparo el sulfato de cobre (CuSO_4)

c) Prueba metalúrgica blending.

Dado que la empresa minera TOROPUNTO tiene más material de la mina “SANTA ROSA”, se optó por emplear más este mineral en el blendig y por ser el que tiene menos ley de zinc para que se pueda disminuir la ley de cabeza de chasca. La proporción del blending es 3 SR, 1PI Y 1CHASCA para la prueba metalúrgica.

1. Caracterización de mineral

Al hacer este blending este mineral gano esfalerita rubia proporcionado por el mineral de CHASCA, así que consta de 3 minerales valiosos: galena, marmatita y esfalerita. Al haber la presencia de esfalerita rubia su calidad de zinc supera el 50% y dado que el cliente quiere una calidad de 48%. Raramente solo con marmatita se llega al 48% de calidad dado que este mineral tiene demasiada pirita y es muy difícil de limpiar.

2. Pruebas de Molienda.

Se realizó tres pruebas de molienda en un molino 8"x8" con el mineral < malla 10, en la que vario el tiempo.

Procedimiento de Molienda

- Un kilo de mineral
- 600 ml de agua
- Carga de bolas 10kg, proporción (5kg de ½"; 3kg ¾" y 2kg 1")
- Gravedad especifica G. E=3.1

3. Condiciones de prueba metalúrgica.

Para la flotación de plomo vamos a usar los reactivos: xantato Z-6 y espumante dowfroth 250.

Que normalmente se emplean en la flotación de zinc, estos reactivos son más fuertes y así poder generar una buena colección de la plata cuyos activadores van a ser el A-404, A208 y el AP-3418.

- Se preparo el sulfato de zinc (ZnSO_4) al 10%
- Se preparo el cianuro (NACN) al 5%
- Se preparo el MIX(3 ZnSO_4 + 1 METABISULFITO DE SODIO $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)
- Se preparo el Z-6 al 10%
- Se preparo el DOWFROTH 250 al 10%
- Se preparo los promotores A-404 Y A-208 al 10%
- Se preparo el aeropromotor AP-3418 al 10%
- Se preparo el sulfato de cobre (CuSO_4)

4.1.2. Resultados de la Investigación.

4.1.2.1. Resultado de la prueba de minera "Chasca"

a) Molienda.

La molienda tiene la finalidad de relacionar el % -200M. Vs el tiempo de molienda con los datos de pruebas de molienda se obtuvo la siguiente ecuación empírica.

Tabla 16
Prueba de molienda de Chasca.

Tiempo (minutos)	%-200m
5	53,98
10	64,70
15	73,40

Nota: Elaboración propia

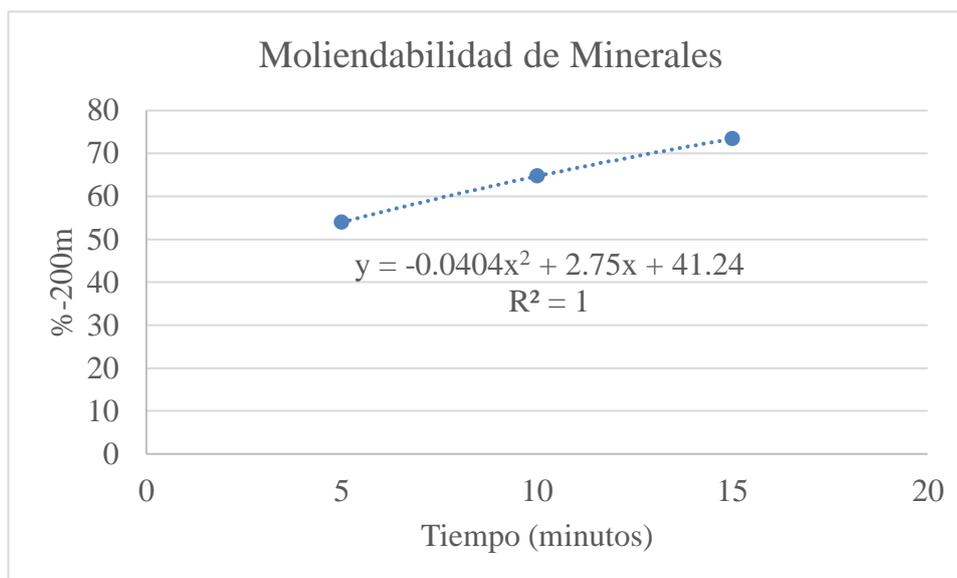


Figura 10 Curva de moliendabilidad de minerales de Chasca.

La relación matemática de tiempo de molienda y porcentaje de pasante a la malla 200 para el mineral de Chasca es la ecuación empírica:

$$\%_{\text{malla}(-200)} = -0,0404t^2 + 2.75t + 41.24$$

Ahora ya, el porcentaje de malla -200 se encuentra en función del tiempo, por lo que será más fácil calcular el tiempo en la malla deseada. La prueba de flotación se realizó con una granulometría de 100% -malla10.

b) Dosificación de reactivos.

Tabla 17
Dosificación de los reactivos en la flotación experimental

Espec.	Tiempo Min	% -200M	pH	NaCN g/t	ZnSO ₄ g/t	MIX g/t	Z-11 g/t	MIBC g/t	CAL g/t	CUSO ₄ g/t	Z-6 g/t
Molienda	8	60	6.5	250	1500	1500					
Acond Pb	4		6.5				125				
Flot. Ro. Pb	5		6.5					37.7			
Scv Pb	3		6.5				87.5	28.28			
Cl Pb	4		6.5				37.5	18.85			
Acond Zn	10		12						3500	2000	
Flot. R0 Zn	5		12					47			93.8
Scv Zn	4		12					28.28			31.3
Total	43			250	1500	1500	250	160	3500	2000	125

c) Resultados de la Flotación.

- **Análisis químico de la flotación Chasca.**

Tabla 18
Resultado de laboratorio químico de la prueba de Chasca.

Producto	Peso	Leyes			
	g	Ag oz/t	Pb %	Zn %	
Cabeza	991.09	9.41	4.58	19.94	
Conc. Pb	43.65	76.82	45.06	11.71	
Medios Pb.	98.68	14.05	9.60	29.99	
Conc. Zn	364.25	4.01	1.50	42.93	
Medios Zn.	88.62	2.48	3.26	12.57	
Relave	395.89	1.54	1.43	0.47	
Cab. Calc.	991.09	7.09	4.35	20.59	

Nota: Fuente Laboratorio PROCESMIN INGENIEROS SRL Procesamiento e investigación de minerales división de laboratorio químico RUC N° 20392549561

- **Balance metalúrgico de la prueba Chasca.**

Tabla 19

Balance metalario de chasca de las pruebas de laboratorio

Producto	PESO g	LEYES			CONTENIDO			DISTRIBUCIÓN			Ratio
		Ag oz/t	Pb %	Zn %	Ag oz.	Pb (g)	Zn(g)	Ag	Pb	Zn	
Cabeza	991.09	9.41	4.58	19.94	10278.63	45.37	197.62	100.00	100.00	100.00	
Conc. Pb	43.65	76.82	45.06	11.71	3696.33	19.67	5.11	48.09	45.56	2.59	22.71
Medios Pb.	98.68	14.05	9.60	29.99	1528.48	9.47	29.59	19.89	48.15	14.97	
Conc. Zn	364.25	4.01	1.50	42.93	1608.75	5.48	156.39	20.93	12.07	76.62	2.72
Medios Zn.	88.62	2.35	3.26	12.57	229.40	2.89	11.14	2.98	14.68	5.63	
Relave	395.89	1.54	1.43	0.47	623.53	5.66	1.88	8.11	12.48	0.95	
Cab. Calc.	991.09	7.76	4.36	20.59	7686.48	43.17	204.11	100.00	100.00	100.00	

En la tabla 11. La calidad del concentrado de plomo es de 45,06% de plomo, 76,82 onzas por toneladas métricas de plata, con un desplazamiento del 11,71% de zinc. La recuperación es del 45,56% para el plomo y 48,09% para la plata.

La calidad del concentrado del zinc es de 42.93% de zinc, 4,01 onzas de plata por tonelada métrica y un desplazamiento del 1,50 % de plomo. La recuperación es del 76,62% para el zinc y 20,93% para la plata.

- **Balance metalúrgico de la simulación Chasca.**

Tabla 20

Balance metalario de chasca de las pruebas de laboratorio simulado

Flujos	PESO(g)	Leyes			Cont. Metalico			Recuperación			R.C.
		Pb (%)	Zn (%)	Ag(oz/t)	Pb(g)	Zn(g)	Ag(oz)	Pb	Zn	Ag	
CABEZA	991.09	4.35	20.59	7.24	43.16	204.08	0.0072	100.00	100.00	100.00	
Conc.Pb	53.19	51.98	12.33	86.17	27.65	6.56	0.0046	64.07	3.21	63.88	18.63
Conc. Zinc	474.88	1.69	41.15	3.97	8.04	195.43	0.0019	18.62	95.76	26.27	2.09
Relave	463.02	1.61	0.45	1.53	7.47	2.09	0.0007	17.31	1.02	9.85	
Cab.Calc.	991.09	4.35	20.59	0.01	43.16	204.08	0.0072	100.00	100.00	100.00	

En la tabla 12: La calidad del concentrado de plomo tiene una calidad de 51,98% para el plomo, con 86,17 onzas de plata por tonelada y un desplazamiento del zinc del 12,33%, mientras que la recuperación es de 64,07% de plomo, 63,88% para la plata con un desplazamiento del 3,21% del zinc.

La calidad del concentrado del zinc es de 41,15% de zinc, 3,97 onzas por toneladas métricas y un desplazamiento de 1,69 % de plomo. La recuperación es del 95,76% para el zinc, 26,27% para la plata y 18,62% de plomo. Mientras que en el relave tiene una ley de 1,61% de plomo, 0,45% para el zinc y 1,53 onzas de plata por toneladas métricas que representa el 171,31% plomo, 1,02% zinc y 9,85% de plata del que ingresa al proceso.

El ratio de concentración para el plomo es de 18,63 y para el concentrado del zinc es de 2,09.

4.1.2.2. Resultado de la prueba de blending.

a) Molienda.

Tabla 21
Prueba de molienda de blending.

Tiempo (minutos)	%-200m
5	51,92
10	56,40
15	61,23

Nota: Elaboración propia

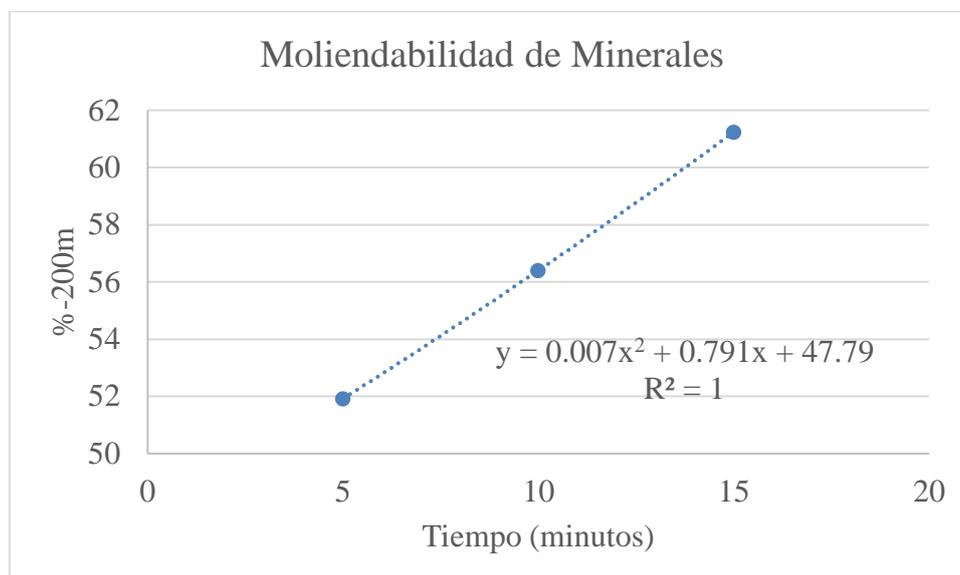


Figura 11 Curva de moliendabilidad de minerales blending.

La relación matemática de tiempo de molienda y porcentaje pasante a la malla 200 para el blending es la ecuación empírica.

$$\% \text{malla} - 200 = 0.007t^2 + 0.791t + 47.49$$

A partir de la ecuación empírica se puede interpolar el grado de molienda deseada. La prueba de flotación se realizó con una granulometría de 100% -malla10.

b) Dosificación de reactivos.

Tabla 22

Dosificación de la flotación en la prueba de flotación blending

	%Conc.	REACTIVO	PESO MINERAL		
			1000		g
			cc	gotas	g/Tn
MOLIENDA 15.5 minutos	5	NaCN	2.5		125.00
	5	ZnSO4	4.0		200.00
	5	MIX	8.0		400.00
	1	A3418	1.8		18.00
	1	A208	1.0		10.00
	1	Z-6	3.0		30.00
ACONDICIONADO 5 minutos ROUGHER BULK 5 minutos	5	NaCN	0.0		0.00
	5	ZnSO4	4.0		200.00
	5	MIX	3.5		175.00
	1	A3418	0.4		4.00
	1	A208	0.2		2.00
	1	Z-11	1.0		10.00
	100	D250		1.0	19.26
SCAVENGER BULK 5 minutos	5	ZnSO4	0.5		25.00
	5	MIX	3.0		150.00
	1	Z-11	1.0		10.00
CLEANER BULK - 4 minutos					
ACONDICIONADO 6 minutos ROUGHER ZINC 5 minutos	5	CuSO4	10.0		500.00
	1	Z-6	1.5		15.00
	100	D250		1.0	19.26
		PH 11		cal	1.5
SCAVENGER ZINC 5 minutos	5	CuSO4	3.0		150.00
	1	Z-6	1.0		10.00
CLEANER ZINC - 5 minutos		PH 11.5		cal	1.00

c) Resultado de la Flotación.

- Análisis químico de la flotación blending.

Tabla 23

Resultado de la prueba de flotación blending.

	g	Ag oz/t	Pb %	Zn %
Cabeza	1000.00	7.68	2.33	3.08
Conc. Pb	48.270	93.88	65.80	3.02
Medios Pb.	52.910	10.50	1.56	1.35
Conc. Zn	46.160	25.39	0.81	50.97
Medios Zn.	68.320	3.69	6.90	4.13
Relave	754.34	0.30	0.12	0.19
Cab. Calc.	970.00	0.00	0.00	0.00

- **Balance metalúrgico de la prueba blending.**

Tabla 24

Balance metalúrgico de la prueba blending.

	g	Leyes				Contenido metálico			Recuperación			Rc
		Ag oz/t	Pb %	Zn %	%	oz Ag	Pb (g)	Zn(g)	Ag	Pb	Zn	
Cabeza	1000.00	6.75	3.86	3.00		0.00675	38.616	30.012	100	100	100	
Conc. Pb	48.27	93.88	65.8	3.02		0.00453	31.762	1.458	67.17	82.25	4.86	20.717
Medios Pb.	52.91	10.5	1.56	1.35		0.00056	0.825	0.714	8.23	2.14	2.38	
Conc. Zn	46.16	25.39	0.81	50.97		0.00117	0.374	23.528	17.37	0.97	78.40	21.664
Medios Zn.	68.32	3.69	6.9	4.13		0.00025	4.714	2.822	3.74	12.21	9.40	
Relave	784.34	0.3	0.12	0.19		0.00024	0.941	1.490	3.49	2.44	4.97	
Cab. Calc.	1000.00	6.75	3.86	3.00		0.00675	38.616	30.012	100.00	100.00	100.00	

RECUPERACIONES TOTALES					%Recuperacion
METAL	Concentrado Pb	Medios Pb	Concentrado Zn	Medios Zn	Global
PLATA	67.26	8.25			75.50
PLOMO	82.33	2.14			84.47
ZINC			78.54	9.42	87.96

En la tabla 11. La calidad del concentrado de plomo es de 65,80% de plomo, 93,88 onzas por toneladas métricas de plata, con un desplazamiento del 3,02% de zinc. La recuperación es del 82,33% para el plomo y 67,26% para la plata.

La calidad del concentrado del zinc es de 50,97% de zinc, 25,39 onzas de plata por tonelada métrica y un desplazamiento del 0,81 % de plomo. La recuperación es del 78,54% para el zinc y 17,40% para la plata.

- **Balance metalúrgico de la simulación blending.**

Tabla 25

Balance metalúrgica de la prueba blending simulación

Flujos	PESO(g)	Leyes			Cont. Metalico			Recuperación			R.C.
		Pb (%)	Zn (%)	Ag(oz/t)	Pb(g)	Zn(g)	Ag(oz)	Pb	Zn	Ag	
CABEZA	1000.00	3.86	3.00	6.62	38.62	30.01	0.0066	100.00	100.00	100.00	
Conc.Pb	50.72	63.68	2.93	96.89	32.30	1.49	0.0049	83.64	4.95	74.22	19.72
Conc. Zinc	51.08	3.43	52.41	27.66	1.75	26.77	0.0014	4.54	89.20	21.34	19.58
Relave	898.20	0.51	0.20	0.33	4.57	1.75	0.0003	11.82	5.85	4.43	
Cab.Calc.	1000.00	3.86	3.00	0.01	38.62	30.01	0.0066	100.00	100.00	100.00	

En la tabla 12: La calidad del concentrado de plomo tiene una calidad de 63,68% para el plomo, con 96,89 onzas de plata por tonelada y un desplazamiento del zinc del 2,93%, mientras que la

recuperación es de 83,64% de plomo, 74,22% para la plata con un desplazamiento del 4,95% del zinc.

La calidad del concentrado del zinc es de 52,41% de zinc, 27,66 onzas por toneladas métricas y un desplazamiento de 3,43 % de plomo. La recuperación es del 89,20% para el zinc, 21,34% para la plata y 4,54% de plomo. Mientras que en el relave tiene una ley de 0,51% de plomo, 0,20% para el zinc y 0,33 onzas de plata por toneladas métricas que representa el 11,82% plomo, 5,85% zinc y 4,43% de plata del que ingresa al proceso.

El ratio de concentración para el plomo es de 19,72 y para el concentrado del zinc es de 19,58.

4.2. Contrastación de Hipótesis.

4.2.1. Contrastación de Hipótesis General.

Hi: Con un acondicionamiento adecuado en el tratamiento de minerales mediante el blending y los reactivos, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019.

Ho: Con un acondicionamiento adecuado en el tratamiento de minerales mediante el blending y los reactivos, no permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019.

En la contratación de la hipótesis predetermina la hipótesis planteada (Hi) frente a la hipótesis nula (Ho) por las siguientes razones:

Con un blending de proporción de 3 Santa Rosa, 1 piedra imán y 1 Chasca en un tiempo de 55,5 minutos de tratamiento, se obtiene una calidad del 63,68% plomo, 96,89 onzas por toneladas para la plata y 52,41% para el zinc; con una recuperación de 83,64% de plomo, 74,22% de plata y 89,20% de zinc.

Mientras que, en el proceso sin mezcla para chasca en 43 minutos, se obtiene de calidad de 51,98% de plomo, 86,17 onzas de plata por toneladas y 41,15% para el zinc; con una recuperación del 64,07% para el plomo, 63,88% para la plata y 95,76% para el zinc.

4.2.2. Contrastación de hipótesis Específico.

a) Hi: Con una mezcla del mineral sulfurado y oxidado en una proporción adecuado, nos permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata.

Ho: Con una mezcla del mineral sulfurado y oxidado en una proporción adecuado, no permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata.

En la contratación de la hipótesis específico para la mezcla de los minerales predetermina la hipótesis planteada (Hi) frente a la hipótesis nula (Ho) por las siguientes razones:

Con un blending de proporción de 3 Santa Rosa, 1 piedra imán y 1 Chasca, tiene una recuperación de 83,64% de plomo, 74,22% de plata y 89,20% de zinc. Frente al proceso sin mezcla para chasca, se tiene una recuperación del 64,07% para el plomo, 63,88% para la plata y 95,76% para el zinc.

- b) Hi: Una dosificación adecuada del colector secundario A3418, tendrá efecto en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados.

Ho: Una dosificación adecuada del colector secundario A3418, no tendrá efecto en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados.

En la contratación de la hipótesis específico para una dosificación del A3418 y A208 frente al tratamiento sin ello predetermina la hipótesis planteada (Hi) frente a la hipótesis nula (Ho) por las siguientes razones:

Con una dosificación del A3418 a razón de 22 g/t y A208 12 g/t, tiene una recuperación de 83,64% de plomo, 74,22% de plata y 89,20% de zinc. Frente al proceso sin mezcla para chasca, se tiene una recuperación del 64,07% para el plomo, 63,88% para la plata y 95,76% para el zinc.

- c) Hi: Una mezcla en proporción adecuada del depresor de sulfato de zinc y cianuro, nos permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc.

Ho: Una mezcla en proporción adecuada del depresor de sulfato de zinc y cianuro, no permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc.

En la contratación de la hipótesis específico para una dosificación de depresores de NaCN y ZnSO₄ predetermina la hipótesis planteada (Hi) frente a la hipótesis nula (Ho) por las siguientes razones:

Con una dosificación de 127 g/t NaCN y 432 g/t de ZnSO₄ en un tiempo de 55,5 minutos de tratamiento, se obtiene una calidad del 63,68% plomo, 96,89 onzas por toneladas para la plata y 52,41% para el zinc. Mientras que, Con una dosificación de 250 g/t de NaCN y

1500 g/TM de ZnSO_4 con un tratamiento de 43 minutos, se obtiene de calidad de 51,98% de plomo, 86,17 onzas de plata por toneladas y 41,15% para el zinc.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

1.1. Discusión.

En el proceso de “tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019”, en el estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

Con sin la mezcla de los minerales para Chasca y sin la dosificación del A3418 y A208 y con una dosificación de depresores a razón de 250 g/t de NaCN y 1500 g/t de ZnSO₄, se obtuvieron una calidad del concentrado de plomo que tiene una calidad de 51,98% para el plomo, con 86,17 onzas de plata por tonelada y un desplazamiento del zinc del 12,33%, mientras que la recuperación es de 64,07% de plomo, 63,88% para la plata con un desplazamiento del 3,21% del zinc.

La calidad del concentrado del zinc es de 41,15% de zinc, 3,97 onzas por toneladas métricas y un desplazamiento de 1,69 % de plomo. La recuperación es del 95,76% para el zinc, 26,27% para la plata y 18,62% de plomo. Mientras que en el relave tiene una ley de 1,61% de plomo, 0,45% para el zinc y 1,53 onzas de plata por toneladas métricas que representa el 171,31% plomo, 1,02% zinc y 9,85% de plata del que ingresa al proceso. El ratio de concentración para el plomo es de 18,63 y para el concentrado del zinc es de 2,09.

Para un blending de proporción de 3 Santa Rosa, 1 piedra imán y 1 Chasca y las dosificaciones de los colectores de A3418 a razón de 22 g/TM y A208 12 g/TM y la dosificación de los depresores de 127 g/t NaCN y 432 g/t de ZnSO₄ se lograron, una calidad de concentrado de plomo tiene una calidad de 63,68% para el plomo, con 96,89 onzas de plata por tonelada y un desplazamiento del zinc del 2,93%, mientras que la recuperación es de 83,64% de plomo, 74,22% para la plata con un desplazamiento del 4,95% del zinc.

La calidad del concentrado del zinc es de 52,41% de zinc, 27,66 onzas por toneladas métricas y un desplazamiento de 3,43 % de plomo. La recuperación es del 89,20% para el zinc, 21,34%

para la plata y 4,54% de plomo. Mientras que en el relave tiene una ley de 0,51% de plomo, 0,20% para el zinc y 0,33 onzas de plata por toneladas métricas que representa el 11,82% plomo, 5,85% zinc y 4,43% de plata del que ingresa al proceso. El ratio de concentración para el plomo es de 19,72 y para el concentrado del zinc es de 19,58.

Mientras que los estudios realizados por Lobos (2015) sobre. “Evaluación del uso de NASH en el circuito de flotación selectiva de molibdeno de los Pelambres”, que la presencia del oxígeno en altas concentraciones aumenta el consumo del NaHS.

Por otra parte, para Sarquís (2012) en “Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad” concluye, que el quebracho no tiene efecto depresor frente al Cobre molibdeno.

Mientras que Guillen (2017) en él, “Estudio de investigación para controlar la activación de zinc en el circuito bulk en la mina Huanzala” concluye que el reactivo más importe es el Min1550, debido que los minerales oxidados son difíciles de flotar por su cristalización.

Mientras que, Canaza (2018) en su trabajó. “Tratamiento de blending de minerales sulfurados y óxidos para la concentración de plomo cobre y zinc a nivel experimental en la planta concentradora sacracanCHA-2018”, concluye el tiempo y el pH es predominante en la flotación de los minerales.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Respecto al trabajo realizado sobre “tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019”, en relación a los problemas planteados concluimos:

Se tiene una mejor recuperación de plomo y plata para un blending excepto para el zinc, mientras que el concentrado tiene una mejora calidad para el plomo, plata y zinc, para los minerales blending frente al tratamiento individual de chasca.

El blending de los minerales en proporción de 3 Santa Rosa, 1 piedra imán y 1 Chasca se tiene una mejor recuperación frente al tratado individualmente de Chasca para el plomo 83,64% frente a 64,07%, para la plata 74,22% frente a 63,88%, mientras que para el zinc de 89,20% frente al 95,76%.

El efecto de la dosificación del A3418 a razón de 22 g/t y A208 12 g/t en los minerales blending respecto al tratamiento de Chasca, tiene un incremento en la recuperación para el plomo y plata mientras que para el zinc no tiene efecto.

Respecto a la dosificación de los depresores de 127 g/t NaCN y 432 g/t de ZnSO₄ se obtuvo una calidad del 63,68% plomo, 96,89 onzas por toneladas para la plata y 52,41% para el zinc. Mientras que, con una dosificación de 250 g/t de NaCN y 1500 g/t de ZnSO₄, se obtiene de calidad de 51,98% de plomo, 86,17 onzas de plata por toneladas y 41,15% para el zinc.

6.2. Recomendaciones.

En función de los resultados de las pruebas experimentales y su tratamiento de los resultados sobre “tratamiento de minerales mediante el blending para mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019” se recomienda:

Que para mejorar los desplazamientos de los minerales se debe de evaluar la dosificación de los reactivos en los puntos para así mejorar la calidad y la recuperación de acuerdo los requerimientos del comprador.

En la mejora del relave para el plomo y zinc es necesario realizar una evaluación del tiempo con ello se podrá tener una mejor recuperación de los valores.

Realizar una prueba de flotación en función de la liberación para ver la liberación adecuada que influye en la recuperación, o realizar una flotación del plomo y realizar una remolienda que nos permita mejorar la recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, D., Ruiz, E., & Avilés, L. (10 de 25-28 de 2017). *Recuperación de plomo y plata a partir de menas polimetálicas con cerusita y alto contenido de pirita*. Obtenido de Conferencia internacional de minería: www.expomineria.mx/Pdf/TrabajosTecnicos/TT117.docx
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica* (6 ed.). Caracas: Editorial Episteme, C.A.
- Azañero, A. (2015). *Flotación y concentración de minerales*. Lima: Colecciones jovic.
- Azañero, A., Núñez, P., Figueroa, A., León, L., Fernández, S., Orihuela, R., . . . Choy, R. (s.f.). *Flotación de minerales oxidados de plomo*. Obtenido de Sistema virtual y biblioteca central: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol5_n10/flotacion.pdf
- Barry, W., & Napier, T. (2006). *Mineral processing technology*. Queensland: Elsevier Science & Technology Books.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Chía: Pearson.
- Bulatovic, S. (2007). *Handbook of Flotation Reagents*. Elsevier Science & Technology Books.
- Burga, J. (2011). *Diccionario geológico*. Callao: Art. Grouting S.A.C.
- Canaza, D. (2018). Tratamiento de blending de minerales sulfurados y óxidos para la concentración de plomo cobre y zinc a nivel experimental en la planta concentradora sacracancha-2018. *Ingeniero Metalúrgico*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3415/CANAZA%20MINA%20YA%20DIEGO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San marcos.

- Cytec, I. (2002). *Mining Chemicals Handbook*.
- Delgado, G. (2016). *Operaciones en planta concentradora de mineral polimetálico y óxidos de plomo-plata -cobre de sociedad minera Corona S.A.* Arequipa: UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3355/IMdeabgg.pdf?sequence=1>
- Drzymala, J. (2007). *Mineral Processing Foundations of theory and practice of minerallurgy* (1 ed.). Wrocław: Wrocław University of Technology. Obtenido de www.ig.pwr.wroc.pl/minproc
- Estudios mineros. (2011). *Manual de Minería*. Obtenido de Estudios mineros del Perú S.A.C.: www.estudiosmineros.com
- Guillen, A. (2017). Estudio de investigación para controlar la activación de zinc en el circuito bulk en la mina huanzala. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5409/IMguchaa.pdf?sequence=1>
- Gupta, A., & Yan, D. (2006). *Introduction to Mineral Processing Design and Operation*. Perth.
- Gutiérrez, C. (1969). Estudio electrocinético y de flotación de la casiterita. *Revista bolivariana*. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2078-55932012000200010&script=sci_arttext&tlng=es
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Mc Gram Hill.
- kelly, E., & Spottiswood, D. (1990). *Introducción al procesamiento de minerales*. Mexico D.F: Limusa S.A.
- Kumar, C. (2003). *Chemical Metallurgy*. Mumbai: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

- Liu, J., Hu, Z., Liu, G., Huang, Y., & Zhang, Z. (2019). Selective Flotation of Copper Oxide Minerals with A Novel Amino-Triazole-Thione Surfactant: A Comparison to Hydroxamic Acid Collector. *Scopus*, 9. doi:10.1080/08827508.2019.1575214
- Liu, M., Zhang, C., Sun, Z., Xu, Q., Wen, J., Xiao, J., . . . Chen, D. (2019). Enhancing flotation separation of chalcopyrite and galena by the surface synergism between sodium sulfite and sodium lignosulfonate. *Elsavier*, 8. doi:10.1080/08827508.2019.1575214
- Lobos, L. (2015). Evaluación del uso de NASH en el circuito de flotación selectiva de molibdeno de los Pelambres. *Ingeniero Civil Químico*. Universidad de Chile, Santiago. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137468/Evaluacion-del-uso-de-NaSH-en-el-circuito-de-flotacion-selectiva-de-molibdeno.pdf?sequence=1>
- Molina, I. (2017). *Estudio del efecto de la aplicación de espumantes en el proceso de flotación de mineral mixto de cobre*. Santiago: Pontificia universidad catolica de chile. Obtenido de https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/21927/Molina_Ignacio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pérez, J., & Gardey, A. (2009). *Definición de*. Obtenido de optimización : <https://definicion.de/optimizacion/>
- Sarquís, P. (2012). Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad. *doctor*. Universidad de Oviedo, Oviedo.
- Significados. (22 de 07 de 2020). *Significado de Calidad*. Obtenido de Singnificados: <https://www.significados.com/calidad/>
- Sutulov, A. (1963). *Flotación de minerales*. Concepción: Universidad de concepción .
- Wanga, H., Wena, S., Han, G., Xu, L., & Feng, Q. (2019). Activation mechanism of lead ions in the flotation of sphalerite depressed with zinc sulfate. *Elsavier*, 8. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85075540410&origin=resultslist&sort=plf-

f&src=s&st1=+lead+++flotation&st2=&sid=2defc01a7de7d582627ff16af71292cb&s

ot=b&sdt=b&sl=70&s=TITLE-ABS-

KEY%28+lead+++flotation%29+AND+PUBYEAR+%3e+2012+AND+PUBYEAR+

Yianatos, J. (2005). *Flotación de Minerales*. Valparaiso.

Zhang, S., Wen, S., Xian, Y., Zhao, L., Feng, Q., Bai, S., . . . Lang, J. (2019). Lead ion

modification and its enhancement for xanthate adsorption on smithsonite surface.

Elsevier, 8. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85072014579&origin=resultslist&sort=plf-

f&src=s&st1=+lead+++flotation&st2=&sid=2defc01a7de7d582627ff16af71292cb&s

ot=b&sdt=b&sl=70&s=TITLE-ABS-

KEY%28+lead+++flotation%29+AND+PUBYEAR+%3e+2012+AND+PUBYEAR+

ANEXOS

Anexo 1. Localización de la unjfs



Anexo 2. Localización Planta Concentradora Virgen del Rosario



Anexo 3. Mapa Provincia de Yungay



Anexo 4. Mapa Departamento Ancash



Anexo 5. Mapa del Perú



Tabla 26. Matriz de consistencia general

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores
	P. Generales	O. General	H. General	V. Independiente	
TRATAMIENTO DE MINERALES MEDIANTE EL BLENDING PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CONCENTRADO DE PLOMO ZINC DE LA MINERA TOROPUNTO A NIVEL EXPERIMENTAL-2019”	¿En qué proporción el tratamiento de minerales mediante el blending, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019?	Analizar en que proporción el tratamiento de minerales mediante el blending, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019.	Con un acondicionamiento adecuado en el tratamiento de minerales mediante el blending y los reactivos, nos permitirá mejorar la calidad de concentrado de plomo y zinc de la Minera Toropunto a nivel experimental-2019	Tratamiento de minerales	<ul style="list-style-type: none"> - Mezcla mineral - A3418 - Depresor de sulfato de zinc y cianuro

Tabla 27. Matriz de consistencia específico

Titulo	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicad.
	Específicos	Específicos	Específicos	Depend.	
TRATAMIENTO DE MINERALES MEDIANTE EL BLENDING PARA MEJORAR LA CALIDAD DE CONCENTRADO DE PLOMO ZINC DE LA MINERA TOROPUNTO A NIVEL EXPERIMENTAL-2019'	<ul style="list-style-type: none"> - ¿La mezcla del mineral sulfurado y oxidado en qué relación permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata? - ¿El colector secundario A3418 en qué medida permitirá la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados? - ¿La mezcla del depresor de sulfato de zinc y cianuro, en qué medida permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc? 	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la mezcla del mineral sulfurado y oxidado, para mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata. - Analizar el efecto del colector secundario A3418, en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados. - Analizar la mezcla del depresor de sulfato de zinc y cianuro, que nos permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Con una mezcla del mineral sulfurado y oxidado en una proporción adecuado, nos permitirá mejorar la recuperación del plomo, zinc y plata. - Una dosificación adecuada del colector secundario A3418, tendrá efecto en la recuperación del plomo zinc y plata es sus respectivos concentrados. - Una mezcla en proporción adecuada del depresor de sulfato de zinc y cianuro, nos permitirá elevar la calidad del concentrado de plomo y zinc. 	Mejora de concentración	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad -Recuperación.

Instrumentos para la toma de datos

Anexo 6 Peso de la prueba de flotación en gramos

N°	pH	A-3418 mL	Depresor mL	Tiempo minutos
1				
2				
3				
5				
5				

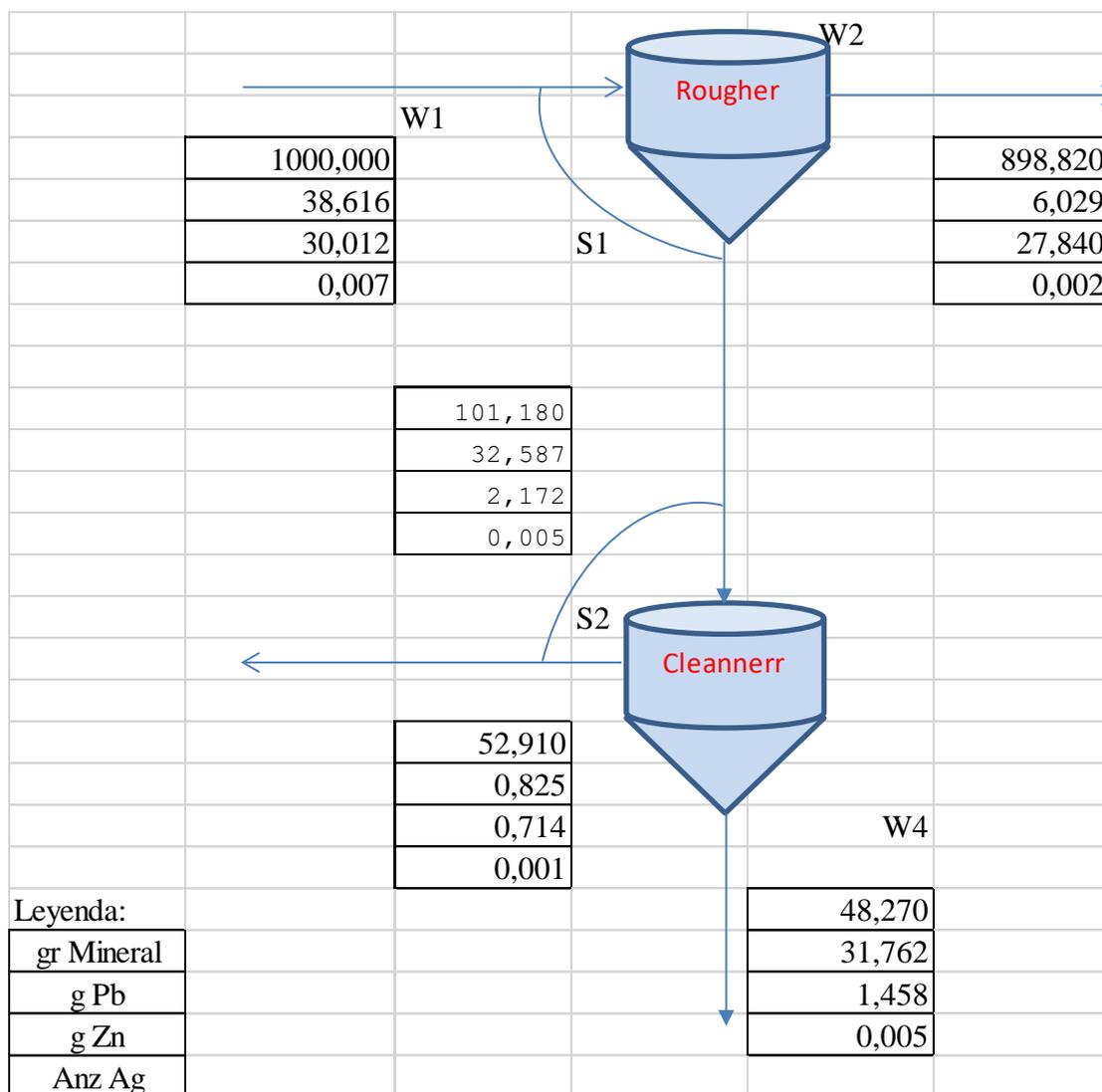
Anexo 7 Peso de la prueba de flotación en gramos

N°	Con. Rougher	Medio	Con. Scavenger	Relave
1				
2				
3				
5				
5				

Anexo 8 Balance de metalúrgico de la flotación de plomo blending

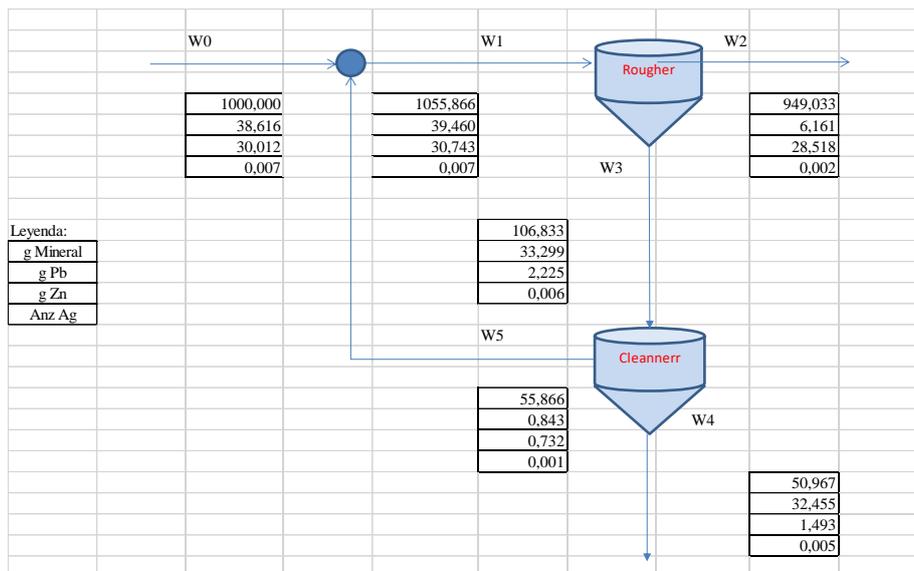
	PESO				R.C.					
	g	Pb (%)	Zn (%)	Ag(onz/TM)	Pb(g)	Zn(g)	Ag(onz)	Pb	Zn	Ag
CABEZA	1000,00	3,86	3,00	6,75	38,62	30,01	0,0067	100,00	100,00	100,00
Conc. Pb	48,27	65,80	3,02	93,88	31,76	1,46	0,0045	82,25	4,86	67,17
Medio	52,91	1,56	1,35	10,50	0,83	0,71	0,0006	2,14	2,38	8,23
Relave	898,82	0,67	3,10	1,85	6,03	27,84	0,0017	15,61	92,76	24,60
Cab.Calc.	1000,00	3,86	3,00	0,01	38,62	30,01	0,0067	100,00	100,00	100,00

Anexo 9 Circuito de carga de las pruebas de flotación plomo de blending



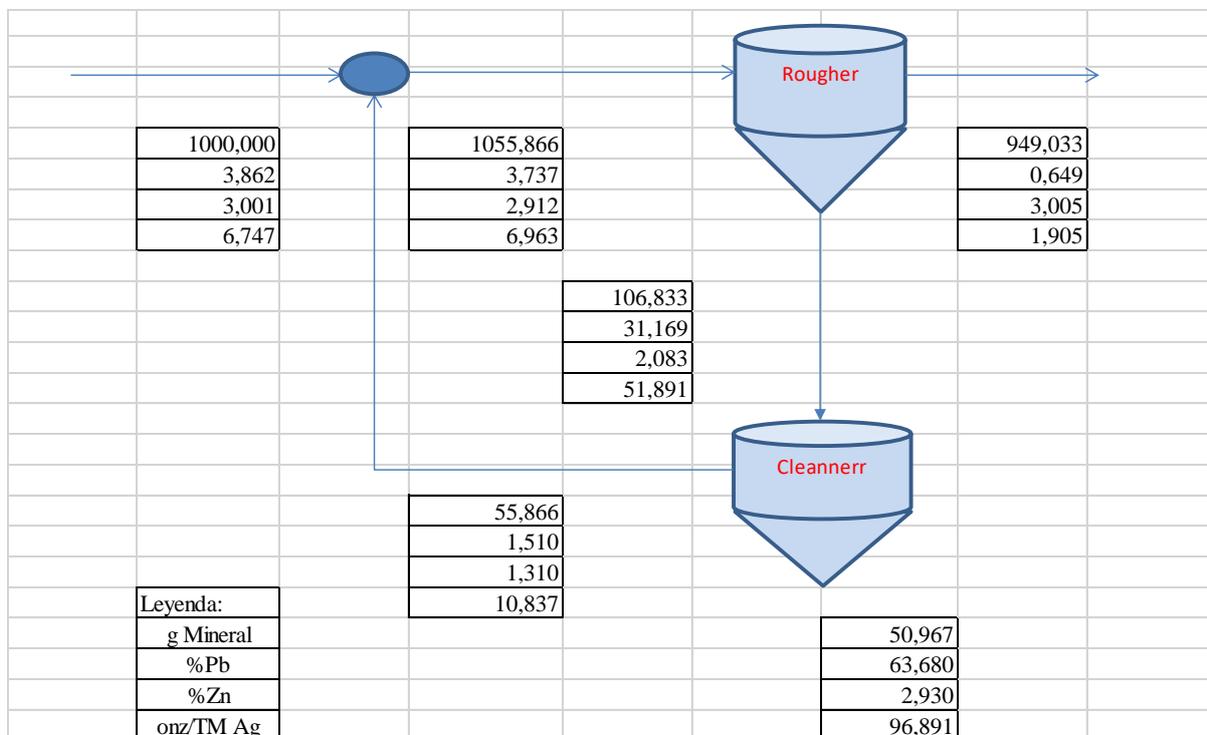
Plata								
S1 =	0,754							
S2 =	0,109							
Ag=	0,01 g							
W1	W2	W3	W4	W5				
1,00	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,01			
-0,25	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
-0,75	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00			
0,00	0,00	-0,89	1,00	0,00	0,00			
0,00	0,00	-0,11	0,00	1,00	0,00			
1,090	0,000	0,119	0	0	0,0	W1	0,0074	
0,268	1,000	0,029	0	0	0,0	W2	0,0018	
0,822	0,000	1,090	0	0	0,0	W3	0,0055	
0,732	0,000	0,971	1	0	0,0	W4	0,0049	
0,090	0,000	0,119	0	1	0,0	W5	0,0006	

Zinc								
S1 =	0,072							
S2 =	0,329							
Zn=	30,01 g							
N°	W1	W2	W3	W4	W5			
1	1,00	0,00	-0,33	0,00	0,00	30,01		
2	-0,93	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
3	-0,07	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00		
4	0,00	0,00	-0,67	1,00	0,00	0,00		
5	0,00	0,00	-0,33	0,00	1,00	0,00		
	1,024	0,000	0,337	0	0	30,0	W1	30,74
	0,950	1,000	0,312	0	0	0,0	W2	28,52
	0,074	0,000	1,024	0	0	0,0	W3	2,22
	0,050	0,000	0,688	1	0	0,0	W4	1,49
	0,024	0,000	0,337	0	1	0,0	W5	0,73



	PESO										R.C.
	gr	Pb (%)	Zn (%)	Ag(onz/TM)	Pb(g)	Zn(g)	Ag(onz)	Pb	Zn	Ag	
CABEZA	1000	3,86	3,00	6,747	38,62	30,01	0,01	100	100	100	
Conc. Pb	50,97	63,68	2,93	96,891	32,46	1,49	0,00	84,05	4,98	73,20	19,62
Medio	55,87	1,51	1,31	10,837	0,84	0,73	0,00	2,18	2,44	8,97	
Relave	949,03	0,65	3,00	1,905	6,16	28,52	0,00	15,95	95,02	26,80	

	PESO										R.C.
	g	Pb (%)	Zn (%)	Ag(onz/TM)	Pb(g)	Zn(g)	Ag(onz)	Pb	Zn	Ag	
CABEZA	1000	3,86	3,00	6,75	38,62	30,01	0,01	100	100	100	
Conc. Pb	50,97	63,68	2,93	96,89	32,46	1,49	0,00	84,05	4,98	73,20	19,62
Relave	949,03	0,65	3,00	1,91	6,16	28,52	0,00	15,95	95,02	26,80	
Cab.cal.	1000,00	3,86	3,00	6,75	38,62	30,01	0,01	100,00	100,00	100,00	



Anexo 11 Molienda de minerales



Anexo 12 Preparación de reactivos para la flotación

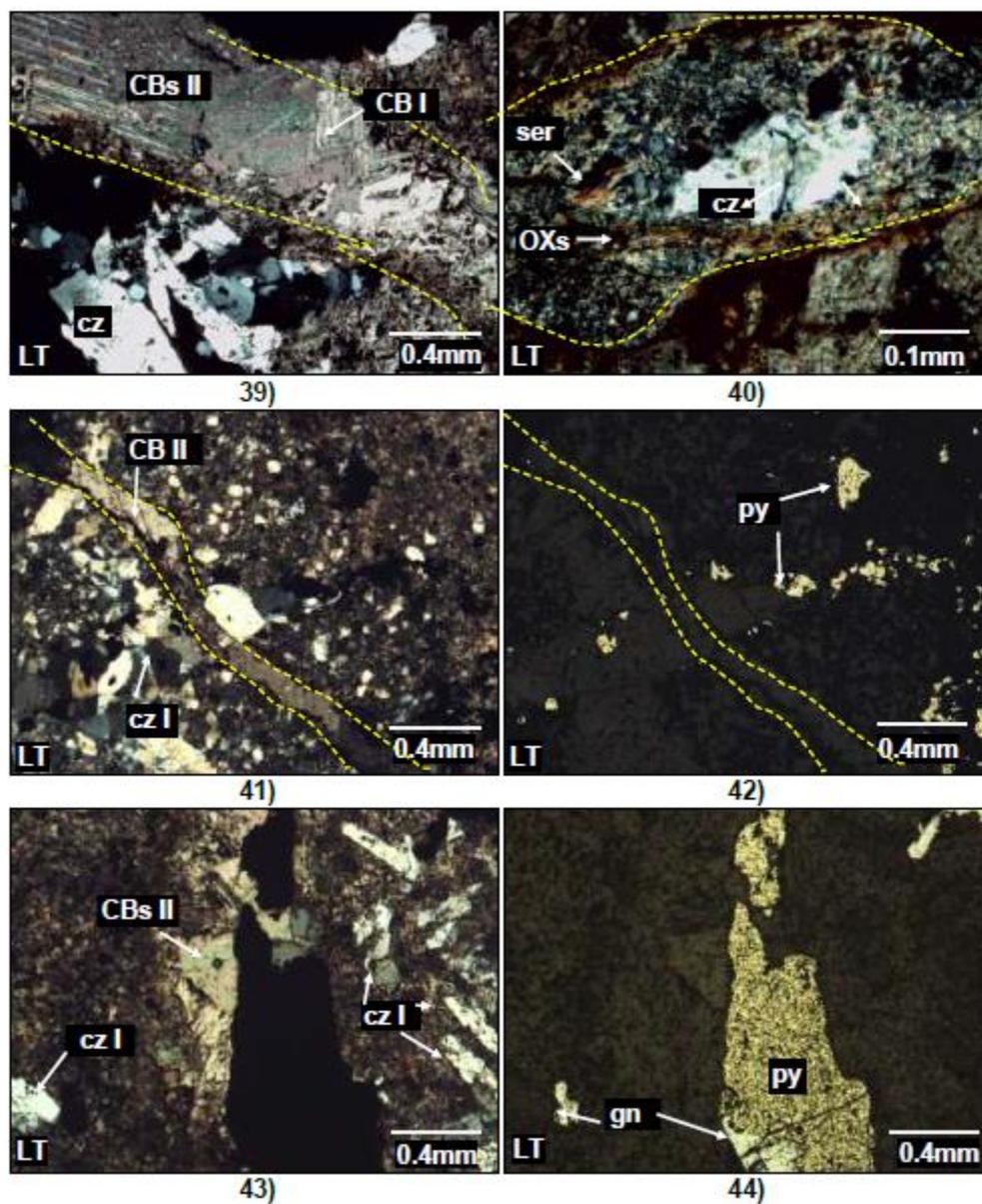


Anexo 13 Flotación de plomo y zinc



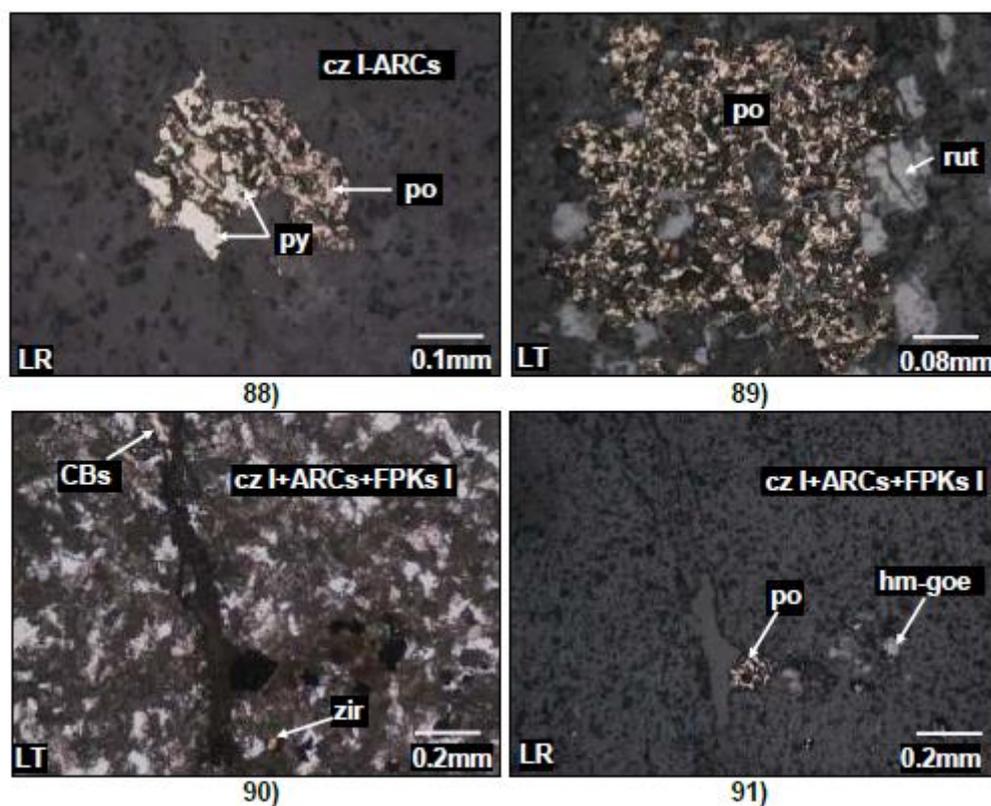
Anexo 14 Fotomicrografías.

Mina Santa Rosa



Fotomicrografías 39 a 44.- 39) Carbonatos II (CBs II) asociado a cuarzo y con relictos de carbonatos I (CBs I); 40) Cuarzo (cz) y sericita (ser), teñida por óxidos de hierro (OXs), como relleno en la matriz; 41 y 42) Vetilla rellena por Carbonatos II (CBs II) cortando a la roca; 43 y 44) Cristales de cuarzo (cz) reemplazados por carbonato I; el carbonato II cortando y reemplazando a la pirita. Galena (gn) asociado a la pirita (py). **LT:** Luz Transmitida; **LR:** Luz Reflejada.

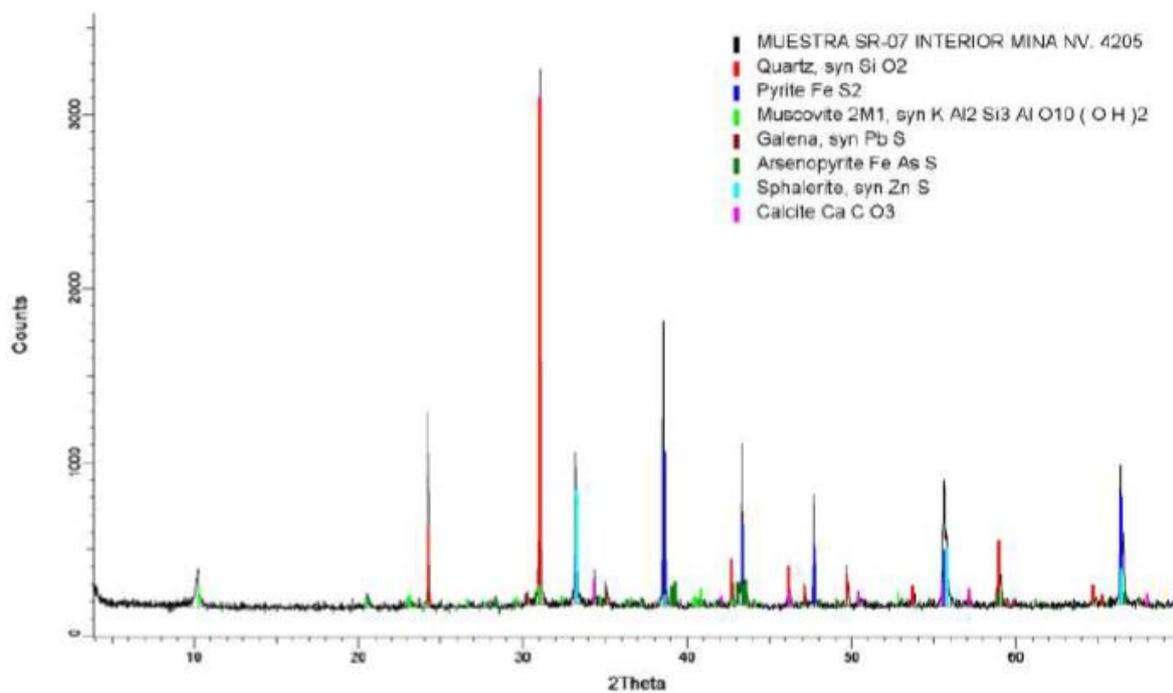
Mina Piedra Imán



Fotomicrografías 88 a 91.- 88) Cristal de pirrotita (po) con relictos de pirita (py); 89) Cristal de pirrotita (po) con relictos de rutilo (rut); 90 y 91) Cristales de pirrotita (po) y rutilo (rut) englobados por feldespato potásico II - cuarzo I - arcillas (FPKs II - cz I - ARCs), además se observa carbonatos (CBs) relleno de fracturas. **LT:** Luz Transmitida; **LR:** Luz Reflejada.

Anexo 15 Difractogramas.

Difractograma de la Muestra SR-07 mostrando los minerales identificados.



Difractograma de la Muestra SR-10 mostrando los minerales identificados

