

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA

Escuela Profesional de Ingeniería Química

TESIS

"AUMENTO EN LA RECUPERACIÓN DEL CONCENTRADO DE COBRE
POR MODIFICACIONES AL PROCESO ACTUAL EN LA UNIDAD MINERA
RAURA - OYON 2017"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

AUTOR:

ERICK FRANK SANTILLAN AVALOS

Bachiller en Ingeniería Química

ASESOR:

Ing. Ronald Luis RAMOS PACHECO

Asociado D.E.

Código Docente DNU N° 017

Ciudad Universitaria, Julio 2019

Huacho – Perú

2019

TÍTULO DE LA TESIS

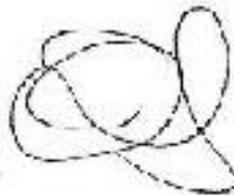
" AUMENTO EN LA RECUPERACION DE CONCENTRADO DE COBRE POR
MODIFICACIONES AL PROCESO ACTUAL EN LA UNIDAD MINERA RAURA-
OYON 2017"



M(o) RAMOS PACHECO, Ronald Luis

Asesor

Miembros del jurado



Dr. LEGUA CARDENAS, José Antonio

Presidente



M(o). GALVEZ TORRES, Edwin Guillermo

Secretario



Ing. TOLEDO SOSA, José Alonso

Vocal

DEDICATORIA

Este pequeño pero significativo trabajo de investigación está dedicado con todo cariño a mis queridos padres por su apoyo y sabios consejos que han forjado en mí una persona de bien con responsabilidades y valores.

ERICK FRANK

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a la Compañía Minera Raura S.A., en la persona de su Gerente General por la oportunidad brindada para poder realizar este trabajo de investigación.

A mi asesor M(o) Ronald Luis Ramos Pacheco por su aporte valioso para poder desarrollar este trabajo de investigación.

A los Profesores de la E.P. de Ingeniería Química por su aporte y experiencia en mi formación Profesional, mi eterno agradecimiento.

ERICK FRANK

Contenido	
JURADO CALIFICADOR	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción de la realidad problemática	12
1.2 Formulación del problema	16
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos	17
1.3 Objetivos de la investigación	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación de la investigación	18
1.5 Delimitaciones del estudio	18
1.6 Viabilidad del estudio	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la compañía minera Raura S.A.	19
2.1.1 Reseña Histórica	19
2.1.2. Estructura Organizacional	21
2.1.3. Visión y Misión de la Empresa	22
2.1.4. Productos	22
2.1.5 Indicadores de Operaciones	24
2.1.6 Descripción del Proceso de Producción	25
2.1 Antecedentes de la Investigación	26
2.1.1 Antecedentes Nacionales	27
2.2 Bases teóricas	31
2.3 Definición de términos básicos	32
2.3.1 El proceso de flotación	32
2.3.2. Fundamentos del Proceso de Flotación	34
2.3.3 Variables Operacionales Relevantes en el Proceso	37
2.3.4 Reactivos de Flotación Utilizados en laboratorio	38

2.3.5 Flotación bulk	40
2.4. Definiciones conceptuales	41
2.4 Formulación de la Hipótesis	43
2.4.1 Hipótesis general	43
2.4.2 Hipótesis específicas	43
Determinar si el aumento en la recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado influyen significativamente en la rentabilidad de la operación en la Unidad Minera RAURA.	43
Determinar si las modificaciones en el circuito de molienda en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje de operación.	43
2.5. Proyecto de modificación	43
2.5.1 Descripción de los componentes aprobados	44
2.5.2 Sistema de transporte de agua de recirculación desde el depósito de Relaves Nieveucro II	49
2.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES	53
2.7 TRATAMIENTO DE DATOS	53
CAPÍTULO III	54
METODOLOGÍA	54
3.1 Diseños metodológicos	54
3.1.1 Tipo de investigación	54
3.1.2 Enfoque	54
3.2 Población y muestra	54
3.3 Variables e indicadores	55
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.4.1 Técnicas empleadas	56
3.5 Técnicas para el procesamiento de la información	57
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Influencia del tiempo de flotación sobre el porcentaje (%) de recuperación de cobre	57
57	
CAPITULO V	58
DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1 Discusión	58
5.2 Conclusiones	58
5.3 Recomendaciones	59
CAPITULO VI	60

FUENTES DE INFORMACIÓN	60
6.1 Fuentes Bibliográficas	60
6.2 Fuentes Electrónicas	61
ANEXOS	62
DIAGRAMAS SILO DE RELLENO HIDRAULICO	72
DIAGRAMAS DE FLUJO	78

RESUMEN

El presente ha sido realizado en la Compañía Minera Raura S.A., empresa peruana que realiza operaciones mineras en la zona de Oyón, y está relacionado con el aumento en la recuperación de cobre por modificaciones en el proceso actual.

Siempre la recuperación de metales ha sido un desafío para el hombre, que se desarrolló casi paralelamente con su evolución.

El hecho de enfocarse en la rehabilitación de cobre para mayor provecho se debe a la normativa que debe seguir una empresa minera frente a la no contaminación de la naturaleza, por ello se buscan nuevas oportunidades y planteamientos que permitan soluciones que eviten mayores gastos de dinero e innovaciones más accesibles.

El tipo de innovación apropiado y que permiten generar bajos costos será el aprovechamiento del mineral proveniente de la roca, recuperando hasta las cantidades mínimas para su aprovechamiento y evitar que queden desechos que generen contaminación ambiental.

En este sentido, especialistas en ingeniería metalúrgica de la Compañía Minera Raura S.A., hacen ver que cualquier nueva técnica que desarrollan deben ser derivadas a evaluación para verificar si es convenientemente económica para reemplazar antiguas técnicas que consumían mayor inversión.

Tiene especialidad en faenas de exploración minera, extracción y procesamiento de minerales polimetálicos, así como el monopolio de zinc, plomo y cobre concentrados; el presente trabajo se enfoca en las siguientes actividades que tienen relación con la optimización de equipos en la planta de procesos, cambios realizados en el sistema de transporte de agua de recirculación en el depósito de relaves Nieveucro II y la estación de bombeo, cambios en el sistema de relleno hidráulico actual, cambios en el sistema de

recepción de agua de recepción de bombeo de la laguna de cabalococha y finalmente los cambios en el sistema de bombeo para el transporte de relaves hacia el depósito de relaves Nieveucro II.

Estos cambios que se han tomado en cuenta para realizar el presente proyecto guardan una relación con la política ambiental de la Compañía y se enmarcan en lograr con la sostenibilidad en el desarrollo de nuestras actividades, que guardan una relación con la visión, misión y valores.

Palabras Clave: Recuperación de cobre, Proceso Actual, Propuesta de Modificación, Flotación bulk, Aumento de Producción.

ABSTRACT

This research work has been carried out at Compañía Minera Raura S.A., a Peruvian company that performs underground mining operations in the Oyón area, and is related to the increase in copper recovery due to changes in the current process.

Metal recovery has always been a challenge for man, which developed almost in parallel with its evolution.

The fact of focusing on the rehabilitation of copper for greater benefit is due to the regulations that a mining company must follow in the face of non-contamination of nature, so new opportunities and approaches are sought that allow solutions that avoid higher money expenses and more accessible innovations.

The appropriate type of innovation and that allow to generate low costs will be the use of the mineral coming from the rock, recovering even the minimum quantities for its use and avoiding the remaining waste that generates environmental pollution.

In this sense, a specialist in metallurgical engineering at Compañía Minera Raura S.A., they show that any new technique they develop should be referred for evaluation to verify if it is conveniently economical to replace old techniques that consumed greater investment.

The Company Minera Raura S.A. specializes in mining exploration, extraction and processing of polymetallic minerals, as well as the monopoly of zinc, lead and copper concentrates; This paper focuses on the following activities that are related to the optimization of equipment in the process plant, changes made to the recirculation water transport system in the Snowshock II tailings tank and the pumping station, changes in the Current hydraulic filling system, changes in the receiving water system for pumping in the lagoon of Cabalcocha and finally the changes in the pumping system for the

transport of tailings to the Snowshock II tailings reservoir. These changes that have been taken into account to carry out this project are related to the Company's environmental policy and are part of the achievement of sustainability in the development of our activities, which are related to the vision, mission and values.

Key words: Copper recovery, current process, modification proposal, floatation bulk, production increase.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la minería peruana es catalogada como una potencia de gran competitividad debido a las diversas empresas con tecnología innovadora que permiten trabajar con toda la materia prima que tengan en su haber y que permiten minimizar sus costos por operación. Por ello, es preciso que las compañías como la minera Raura formulen ideas y planifiquen formas de trabajo más eficaces acompañado del mejoramiento de su producción y tecnología, personal altamente capacitado e inversión adecuada.

El presente trabajo de investigación tiene una relación directa con los efectos del tiempo de flotación y la dosificación de NaCN en el proceso de flotación, que nos permite su mayor recuperación de cobre; también en modificaciones en el proceso actual con nuevos equipos que permiten una mayor recuperación de cobre en el proceso.

En Cía. Minera Raura se ha podido realizar el mejoramiento de este tipo de método haciendo uso de celdas como la SK-240 y SK-80 que mediante la selección de una determinada flotación se ha conseguido aumentar el porcentaje de recuperación de cobre desde un 23.2% a un 33%.

Los resultados que se obtienen adicionando mayor proporción de Cal en el proceso de molienda indica un aumento considerado en la calidad del concentrado en comparación con una mayor proporción de Cal en el proceso de flotación, consiguiendo así un mejor grado de cobre a cambio de una minoritaria activación de fierro en un mineral. Cabe recalcar que lo acontecido no equivale a un mayor consumo de Cal, sino a una adecuada redistribución de este reactivo agregando una mayor proporción en la molienda y disminuyendo otra proporción en la flotación.

Otra ventaja que permite esta operación es brindar la posibilidad de aminorar el consumo de NaCN para determinar mayor control en la activación de Fierro.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Se conoce mundialmente que uno de los países con mayor riqueza natural es el Perú, no solo debido a la cantidad sino a la diversidad de recursos que competen a la minería, gracias a ello las empresas inversoras logran subsanar la escasez de cierto metal reemplazándolo temporalmente por otro. Debido a esto, la décima parte de los recursos peruanos se encuentran sometidos a explotación.

Mediante el presente proyecto de investigación se presentan los resultados obtenidos a partir de la segunda prueba de estudio a la que ha sido sometida la Flotación de Minerales Sulfurados de Cobre a escala de Laboratorio e Industrial (1995) con el objetivo de verificar el funcionamiento de la microcelda de flotación y aprender la influencia de cada factor que se ejerce (tiempo de flotación, granulometría, porcentaje de cobre inicial, etc.)

Según diversos datos de las cuales destacan los obtenidos por SEGEMAR, Argentina es una gran potencia en lo que a depósitos minerales de diversa composición compete. Se posiciona como un nada despreciable sexto lugar entre el ranking de países poseedores de muchos recursos mineros y que se usan como peldaños para potenciar y abastecer sus regiones y asegurar su participación activa en sus mercados intrarregionales.

Según estimaciones de superficie con potencial minero en Argentina se posee un promedio de 750000 km², estimaciones de las cuales Aún existe una considerable cantidad no explorada siendo de aproximadamente el 75%.

De acuerdo a lo mencionado por Edelsstein, En Argentina, la producción de minerales de cobre durante los años 2001 a 2005 han rondado las cifras de entre 177 Mt y 204 Mt. No obstante, Sólo sido posible Procesar 16 Mt con refinado en el país, siendo así exportada el mayor porcentaje de mineral o material concentrado.

Los concentrados obtenidos del cobre provienen directamente de las celdas de flotación hizo obtenido gracias a la trituración, Chancado y molienda de minerales sulfurados obtenidos en minas subterráneas. Como consecuencia de la explotación y sus repasos, de lo ya minerales pulverizados se logra obtener concentrado y residuos que forman parte de los constituyentes de relaves o colas.

Por consiguiente, la composición química de los concentrados ha sido reducida a sólo tres elementos: oro, cobre y plata y por ello se informa del contenido exclusivos de cobre obtenido dentro del concentrado.

La minería dentro del Perú sido fundamental durante los últimos 500 años. En el siglo XVI el proceso para la obtención del metal era mediante la fundición del material y su consecuente obtención mediante Flotación. Sin embargo, a partir del año 1570, surgió un nuevo proceso por el cual se podría obtener el metal, este proceso suponía la amalgama en patio, La cual fue inventada en España gracias a Bartolomé de Medina, que permitía la recuperación a gran escala de metales preciosos convirtiendo este proceso es muy rentables para yacimientos que buscaban el mayor aprovechamiento de este metal.

Durante el siglo XVIII, y buscando aumentar la producción de la minería peruana, los borboneses gracias a que introdujeron un nuevo avance técnico, Envió una misión con el objetivo de implantar un nuevo método el potosí y Perú en el cual proponían la amalgama en barriles, Es las cuales no fueron vistas con buenos ojos en Perú por lo que esa misión fue un fracaso.

En 1776 Carlos III debido a la entrega de la región alto Perú Y las minas de potosí, la economía peruana sufrió una recaída. Sin embargo, la economía fue reestablecida gracias al descubrimiento de una mina en Cajamarca la cual denominaron Hualgayoc y que gracias a su explotación fue compensada de la antigua pérdida.

No obstante, mayores problemas se presentaron en la mina cerro de Pasco y esto debido a la sobreexplotación que provocó una exploración más profunda y que por consecuencia provocó una inundación por lo que esa zona de trabajo fue abandonada. Entre los años 1780 y 1881 se formularon ayudas por las cuales se pensó en desaguar la zona, sin embargo, esta operación fue limitada y posteriormente al no poder hacerse más debido la profundidad se dio por concluida trabajos mineros en esta zona.

En ese mismo periodo, gracias a los limeños Pedro de Abadía y José de Arizmendi se propuso la idea de traer tecnología de vapor la cual habría provocado una revolución en la minería europea especialmente la inglesa. Es por ello que durante el año 1815 gracias a la petición realizada recibido en el puerto del callao las primeras daré máquinas de vapor para el Perú. De esta máquina recibidas, cuatro cumplían la función del desaguar, otra cuatro servían para la extracción de metales y la última para acuñar monedas. Debido a esto ya para el año 1820 la producción peruana de plata ya había crecido hasta un

porcentaje mayor de 350% por lo que el Perú era considerado uno de los países con mejor tecnología en Sudamérica.

Sin embargo, debido a la campaña que independencia se acabaron los planes de Abadía y Arizmendi ya que por obras del General Lóriga, se mandó destruir aquellas máquinas recibidas y que funcionaban a base de vapor en venganza porque los mencionados habían decidido pertenecer al bando patriota.

La producción minera durante los años después de haber ocurrido la independencia marco la decadencia de su operación, parte debido a la guerra producida por la confederación Perú-Bolivia, la guerra del pacífico y parte también debido a la fuerte demanda de guano en la época. Para contrarrestar la decadencia de la minería, se dio por concluidas las obras del tren minero hacia Cerro de Pasco y la Oroya; lo que trajo como consecuencia la llegada de mejores inversionistas que en traían consigo una nueva técnica denominada lixiviación. El requisito primordial para operar durante el siglo XX era el de conservar y restablecer la naturaleza gracias a la inserción de tecnología ecológica y responsable.

Ahora, subsanado los problemas dentro de la mina, el mayor obstáculo principal sería la ideología de la comunidad. Mediante múltiples argumentos se debate de él porque el Perú necesita ser minero. Respuesta a ello se determinan de acuerdo a la mentalidad de los pobladores. Pero pedir que Perú explote sus minas equivale a múltiples conceptos como que Venezuela renuncie a su petróleo o que Panamá a su canal. A partir de ello surge una pregunta ¿Es eso racional?

1.2 Formulación del problema

En este trabajo se abordará el problema de elaborar una investigación relacionada con la utilización de tecnología en flotación de minerales con equipos y métodos de análisis para determinar el aumento del porcentaje de contenido de cobre en el concentrado. En el presente proyecto, se determinará la viabilidad técnica a nivel de investigación para la propuesta de un proceso alternativo en la flotación de minerales y la toma de muestras y análisis químico - metalúrgico en el concentrado de cobre para determinar el aumento en el porcentaje en contenido de cobre con fines de mejorar cualitativamente y cuantitativamente el concentrado de cobre. La exportación se realizará de manera directa a las empresas importadoras. El proceso productivo se llevará a cabo con el método alternativo de chancado, molienda, tamizado y flotación.

Tal como se mencionó en el capítulo de Introducción (Capítulo 1) del presente ITS, los cambios propuestos se encuentran relacionados con los siguientes componentes aprobados:

Mejora de componentes para la planta de procesamiento (Rompe banco móvil, Extractor de polvos, 2 celdas OK 30, 1 soplador de aire de baja presión, 1 espesador 10X30, un filtro de tambor 11x14, 4 motores para molinos).

Variación de las técnicas para la ejecución de transporte de agua de recirculación hacia el depósito contenedor de relaves mineros.

Cambios en el Sistema de Relleno Hidráulico.

Variación de métodos para la recepción de agua de bombeo de Caballococha.

Variación en los métodos de ejecución de bombeos para el transporte hacia el depósito de relaves Nieveucro II.

A continuación, se presentan las características de estos componentes tal como fueron aprobadas en los correspondientes instrumentos de gestión ambiental.

El proceso productivo se llevará a cabo con el método alternativo de chancado, molienda, tamizado y flotación.

1.2.1 Problema general

¿En qué medida las modificaciones en el Proceso actual en la Unidad Minera RAURA nos permitirán aumentar la recuperación de cobre?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué medida se puede mejorar la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molienda – clasificación en la Unidad Minera RAURA?

¿En qué medida se puede hacer más rentable la operación debido al incremento de ingresos por mejor recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado en la Unidad Minera RAURA?

¿En qué medida mejorando la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molienda – clasificación se puede tener mayor capacidad de tratamiento y estar preparados para un incremento de tonelaje en la Unidad Minera RAURA?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el aumento en la recuperación de cobre mediante modificaciones al Proceso actual en la Unidad Minera RAURA.

1.3.2 Objetivos específicos

Mejorar la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molienda – clasificación.

Hacer la operación más rentable como consecuencia del incremento de ingresos por aumento en la recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado.

Tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje.

1.4 Justificación de la investigación

Para justificar la presente investigación de esta naturaleza sea determinará los múltiples factores por lo que es necesario presentar. Este proyecto busca cumplir con el propósito de aumentar la recuperación de cobre. Esta investigación explica que al disminuir el ingreso de plomo parcial concentrados de cobre podemos reducir o prácticamente eliminar el cobro de divisas para la empresa perteneciente a penalidades que se requieren por la posesión de elementos penalizables de Plomo más Zinc. Además de contribuir a la mejora de la calidad en el concentrado de cobre.

1.5 Delimitaciones del estudio

El área de estudio, se desarrollará en la Planta de Beneficio de la Unidad Minera Raura – Oyón dentro de la compañía Minera RAURA S.A.

1.6 Viabilidad del estudio

Se busca realizar modificaciones en el proceso actual en la Planta de Beneficio de la Unidad Minera Raura.

Oficializar el reconocimiento de la Unidad Minera Raura que incorporen y prioricen las modificaciones al proceso actual.

Medir cuantitativamente el aumento en la recuperación de cobre, como uno de los pilares del proceso propuesto.

Aporte tecnológico al proceso: se busca aumentar la recuperación de cobre en la Unidad Minera Raura, para obtener mayores divisas y hacer de sus actividades relacionadas al proceso de producción eficiente y eficaz.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la compañía minera Raura S.A.

2.1.1 Reseña Histórica

Es una empresa peruana dedicada y especializada en minería polimetálica especializada en la explotación y el desarrollo de concentrados a partir de plata, cobre, zinc y plomo.

En su trayectoria de más de 55 años, Raura tiene como objetivo actual enfocarse en operación de clase mundial a partir de sus gestiones. Garantizando una mayor eficiencia, mejor productividad y un buen control en los recursos para brindar su compromiso con la rehabilitación del medio ambiente.

Así mismo, de manera paralela esta compañía minera se viene enfocando en producir y aumentar sus operaciones a base de cinc lo que le permite la obtención de minerales procesados poseedores de mayores leyes y mejor tonelaje. Además, Raura viene invirtiendo en programas especializados en exploración lo que permitirá mejorar el potencial minero de dicha empresa que se ha obtenido no sólo a la ya mencionada

inversión sino también al esfuerzo de su personal para mantener su eficiencia en el manejo de sus recursos.

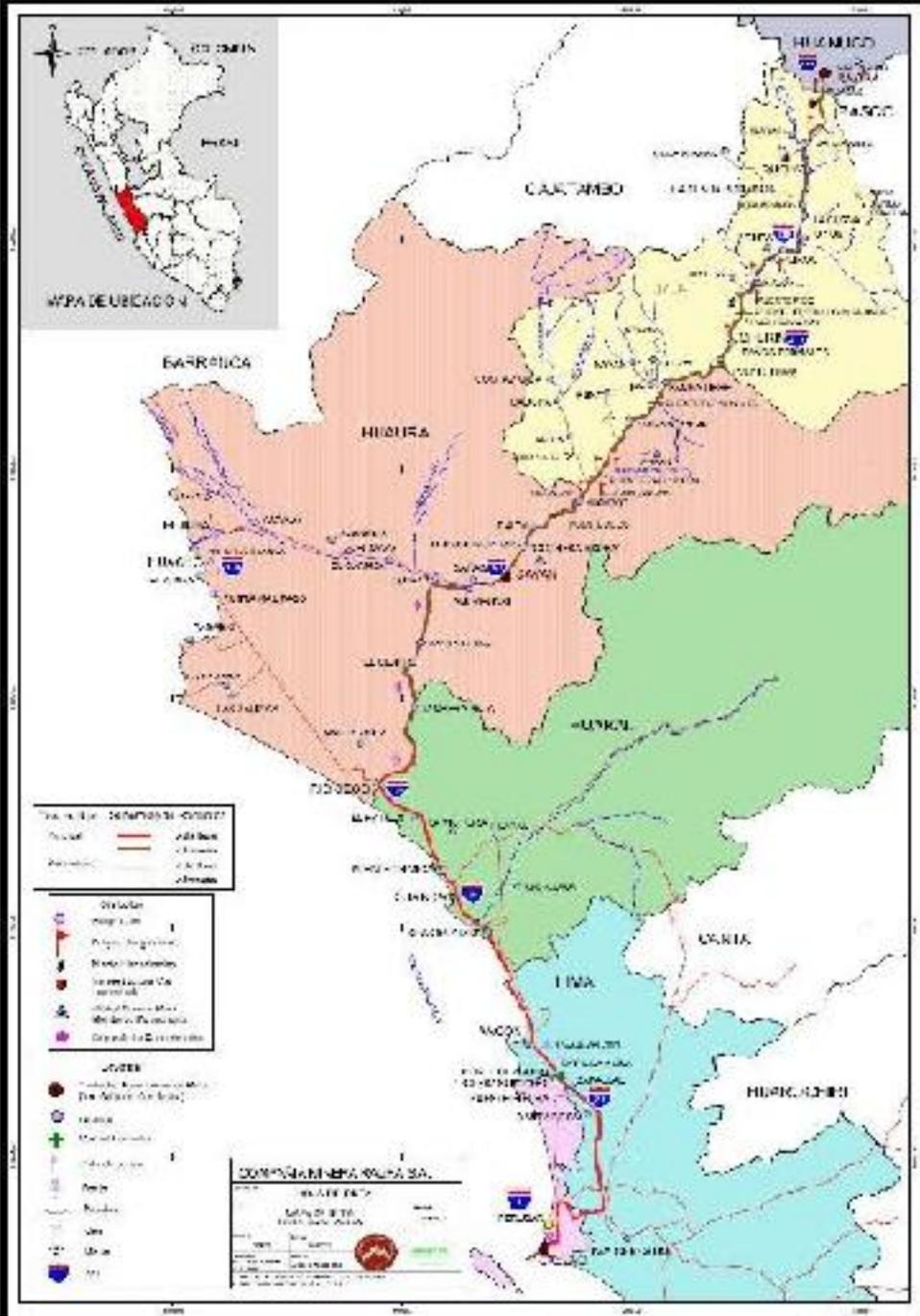


Fig. N° 01: Mapa de Ruta

Con el fin de mejorar su labor, Raura ha destinado fuertes inversiones hacia el desarrollo de la relavera Nieveuro, así como la creación de campamentos, equipamiento y abastecimiento de infraestructura. Además de invertir en equipos dentro de la mina como ventiladores, construcciones de descarga y el mecanizado de los procesos que se operan a su interior.

Según los datos obtenidos gracias a la presente investigación, Raura tiene capacidad para tratar con 2500 toneladas por día y su producción real es de 1600 toneladas diarias de mineral en promedio.

2.1.2. Estructura Organizacional

2.1.2.1 Directorio

PRESIDENTE: Fortunato Juan José Brescia Moreyra

VICEPRESIDENTE: Alex Paul Gastón Fort Brescia

DIRECTOR: Mario Augusto Miguel Brescia Moreyra

DIRECTOR: Pedro Brescia Moreyra

DIRECTOR: Jaime Araoz Medanic

2.1.2.2 Plana Gerencial

GERENCIA GENERAL: Carlos Alberto Milla Villafana

GERENTE DE LA UM RAURA: Martín Esparza Varas

GERENTE DE OPERACIONES: Nilton Evaristo Apaza Cori

2.1.3. Visión y Misión de la Empresa

2.1.3.1 Visión

Operación y desarrollo de activos pertenecientes a minería de clase mundial, permitiendo así ser modelos y potencias en seguridad, eficiencia, responsabilidad con la sociedad y el medio ambiente.

2.1.3.2 Misión

Generar economía gracias a la transformación de los recursos minerales al alcance y obtenidas de manera sostenible.

2.1.4. Productos

2.1.4.1 Plomo



Pertenece a la familia de los metales pesados y posee una densidad relativa. Como característica se puede decir que es flexible, fácil de fundir y no posee elasticidad. Tiene mucha resistencia a ciertos ataques como el de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, sin embargo, se le puede disolver, aunque con lentitud en ácido nítrico.

2.1.4.2 Plata



Es un metal caracterizado por ser muy dúctil y maleable, físicamente posee un color blanco metálico brillante. A comparación con el oro se puede determinar que es un poco más duro que este.

Este metal a comparación de otros metales posee la mejor conductividad eléctrica, así como también buena conductividad térmica, sin embargo, no es utilizada en conexiones eléctricas debido a su elevado costo.

2.1.4.3 Cobre



Mediante el ranking de metales más usados en el mundo, el cobre ocupa el tercer lugar. Debido son múltiples empleos a los que se puede someter, el cobre es muy demandado el día de hoy por las industrias.

2.1.4.4 Zinc



Este metal está caracterizado por presentar una alta resistencia a la deformación plástica en frío. Sin embargo, esto disminuye al ser sometido a caliente, por lo que las empresas se ven la obligación de laminarlo con una temperatura superior

a los 100 °C. El zinc ha sido calificado muchas veces como un metal de transición.

2.1.5 Indicadores de Operaciones

Tabla N° 1: Cubicación de Recursos

Indicador	Unidad	2017	2018
Tonelaje cubicado	T	2 799 429	2 190 233
Cubicación de Recursos			
Ley de Ag	oz/t	2,79	1,99
Ley de Cu	%	0,26	0,31
Ley de Pb	%	2,72	2,13
Ley de Zn	%	5,82	6,13

Tabla N° 2: Mineral Tratado

Indicador	Unidad	2017	2018
Mineral Tratado	T	820 016	916 864
Ley de Ag	oz/t	2,82	2,82
Ley de Cu	%	0,20	0,23
Ley de Pb	%	2,79	2,79
Ley de Zn	%	4,39	4,92

Tabla N° 3: Recuperación

Indicador	Unidad	2017	2018
Recuperación de Ag	%	80	80
Recuperación de Cu	%	27	25
Recuperación de Pb	%	91	90
Recuperación de Zn	%	89	91

Tabla N° 4: Concentrado producido

Indicador	Unidad	2017	2018
Concentrado de Cu producido	T	1 562	1 801
Concentrado de Pb producido	T	32 596	35 565
Concentrado de Zn producido	T	57 178	75 551

Tabla N° 5: Finos

Indicador	Unidad	2017	2018
Finos Ag contenidas	Oz	1 838 147	2 070 142
Finos Cu contenidos	T	438	521
Finos Pb contenidos	T	20 931	23 123
Finos Zn contenidos	T	32 074	41 327
Finos Zn equivalente ¹	T	68 739	82 277

¹ Zn equivalente calculado a los siguientes precios: Ag 14,5 US\$/oz, Cu 5 000 US\$/t, Pb 1 600 US\$/t, Zn 1 700 US\$/t.

2.1.6 Descripción del Proceso de Producción

Se trabaja con un promedio de 2350 TMS por día. El proceso se da empezando de transporte del mineral proveniente con dirección a las canchas de gruesos de la planta que recibirá dicha materia prima con el fin de fragmentarla en pequeñas proporciones que facilitaran su futura separación.

El sistema de procesamiento comprende diversas secciones que permitirán la obtención de producto final, para entender correctamente la definición, a continuación, se brinda los detalles de cada sección:

Chancado. Se define como un proceso al que se ve sometido el mineral con el objetivo de fragmentarlo en parte muy pequeña de entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{6}$ de su tamaño original, posee múltiples etapas que son denominadas primaria, secundaria y terciaria.

Molienda. Proceso al que se somete el mineral con el objetivo de disminuir sus dimensiones para optimizarlo para su flotación.

Flotación. Es una técnica que procesa minerales en húmedo con la capacidad de prevalecerse de la capacidad físico química que posee cada partícula sometida a concentración. En palabras sencillas puede decirse que se trata de la separación de partículas valiosas denominadas hidrofóbicas hacia la superficie mientras que los rezagos denominados hidrofílicas quedan precipitadas y que es aquí donde se produce el proceso de selección.

Espesamiento y filtrado. Etapa que cumple el rol de provocar la separación exitosa del concentrado y los líquidos empleados durante la flotación.

Despacho de concentrados. Comprende la recepción que se le atribuye al concentrado de mineral para su futuro embarque.

2.1 Antecedentes de la Investigación

En esta sección se citarán diversos trabajos de investigación que poseen características en común con el tema principal planteada en la presente tesis, en otras palabras, fragmentos investigativos realizadas anteriormente que poseen característica común con este objeto de estudio.

A continuación, se detallan estas tesis recopiladas a nivel nacional.

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Tesis 01: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Perú 2006

Título: *PROYECTO DEL CIRCUITO DE FLOTACION FLASH EN MEJORA DE LA RECUPERACION DE ORO GRUESO.*

Autor: (HILARIO DAMASO GORVENIA GORVENIA)

Tipo de Investigación: Aplicada

Conclusiones:

Tras la obtención de concentrado flash se ha sometido a observación y se han determinado una serie de minerales con aspecto opaco los cuales son cobre gris, calcopirita, cobre nativo, galena, esfalerita, plata nativa, arsenopirita, marcasita y pirita. Referidos sólo a los minerales de plata se pueden distinguir posee en su mayoría granos pertenecientes a especies del grupo proustita-pirargirita.

Se determina una probable presencia de oro grueso debido al análisis al que fue sometido un hidrociclón en el que se observa una notable acumulación de oro y plata partir de la malla gruesas a las más finas.

Se determinó que el uso de pruebas de FLOTACION flash y para ello se utilizaron harinas de hidrociclón D-10 con el cual se busca emular a un equipo de nivel industrial con 45% de sólidos y 100% -m30.

Debido a la escasez de recursos para confirmar los resultados obtenidos en un laboratorio sobre los datos que presenta la FLOTACION flash se hizo uso de una simulación matemática con ayuda de fórmulas de recuperación parcial, que se podría predecir su equivalencia.

Los datos obtenidos para determinar la ley del concentrado flash fue de 31148.9 g/t Ag y 823.1 g/t Au y que nos permite concluir en la posición del reactor del mencionado concentrado en las arenas del hidrociclón D-10.

Además, se realizó una simulación con los datos obtenidos por el muestreo a nivel industrial que se obtienen los siguientes datos pertenecientes a la recuperación final de plata en donde se observa un incremento de 89.4% a 91.97%, la recuperación de oro de 85.80% a 95.07% Y un incremento en el porcentaje en peso del concentrado de 1% a 1.3%.

El incremento de carga circulante de oro plata es directamente proporcional a la ley de concentrado.

Luego de realizar un balance metalúrgico de flotación con un D-10, se consigue datos en donde se demuestra la recuperación del 55.01% de plata y 89.18% de oro mediante la flotación flash y a su vez el 18.48% de plata y 3.21% de oro es recuperado mediante el concentrado convencional de flotación. Este resultado significa en el aporte que nos da la flotación flash para la recuperación de oro grueso.

Y así como se presentó en foramen el cual se determina presupuestos destinados hacia la instalación de un circuito de flotación flash que estaría cotizado en alrededor de 54611 US\$, que increíblemente se puede pagar con

simplemente 1% de mejora en la recuperación de oro ante un determinado tiempo (3.5 meses).

Tesis 02: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, Sección de PosGrado. Perú 2011

Título: *Mejora de la Recuperación de cobre por Control Metalúrgico en la Etapa de Molienda y Flotación en Concentradora Antamina.*

Autor: (Carlos León & Miguel Porras)

Tipo de Investigación: Aplicada

Conclusiones:

Gracias a la ampliación de la planta concentradora han surgido múltiples beneficios entre los que destacan el procesamiento de mayor tonelaje de molienda y a la vez un producto caracterizado por un menor tamaño de particular en su pulpa lo que significa un mayor beneficio para el proceso de recuperación de cobre.

Para garantizar productos con menor tamaño con destino hacia flotación, ha sido necesario la instalación del diseño de Shell Liner en los molinos de bolas 2.

La calidad del concentrado permitirá mejoras de condiciones en un mineral con presencia de Hierro si se le incrementar paulatinamente el ph. Permitiendo así mejorar el proceso de recuperación de cobre.

Para mejorar la selectividad de cobre-Hierro es necesaria la inserción de cal durante la etapa de molienda para favorecer a la calidad del concentrado.

Gracias a la instalación de Rotores Float Force en Flotación Rougher de Cobre se permitió conseguir mejores y mayores probabilidades de recuperación de cobre y por consecuencia aminorar pérdidas de este elemento a través del Toboso procesos granulométricos en especiales cuando éste se somete a mallas gruesas. El incremento de recuperación alcanzado fue de 2.0% Rec Cu para M1 y de 2.6% para M4A.

Tesis 03: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Química y Textil, Escuela Profesional de Ingeniería Química. Perú 2012

Título: *Optimización del Proceso de Aglomeración y Lixiviación en una Planta de cobre.*

Autor: (Marcos Surco Alvarez)

Tipo de Investigación: Aplicada

Conclusiones:

Se procede la verificación de los conceptos termodinámicos sobre la actividad química y la fuerza iónica mediante experimentos y pruebas en la que se concluye que gracias a una mayor actividad química será posible una mejor recuperación de cobre.

Se observó alto consumo de ácido sulfúrico en el ratio los cuales se deben a los altos valores de carbonato presente principalmente dentro de la malaquita, azurita, caliza y dolomita.

Para garantizar un gran ahorro en el costo de operación se lleva a cabo optimizaciones en los procesos de aglomeración y lixiviación.

2.2 Bases teóricas

Actualmente el Perú se posiciona como el segundo país que más exporta concentrado cobre hacia el exterior por lo que es innegable el incremento de industria minera que se ejerce dentro de sus regiones. Debido a las exigencias del mercado internacional, el producto peruano en lo que ha concentrado de cobre respecta ha recibido buenas críticas por lo que determina un gran éxito en sus mercados.

Dentro de sus procesos encargados de la separación y concentración de minerales y otra especie químicas se destaca la flotación, que se constituye básicamente por el conjunto de varios procesos fisico-químicos complejos que trascienden dentro interfaz sólido/líquido, líquido/gas y sólido/gas. Para garantizar que la flotación trascienda es necesario evaluar las probabilidades que el elemento sometido presente sobre las uniones de sus partículas hacia la celda de flotación.

La flotación se define como la técnica encargada de aprovechar las propiedades superficiales que posee un mineral. Su proceso que está basado en adherir sólidos a burbujas de gas que se generan gracias a la celda de flotación en la pulpa.

Las burbujas de aire se encargan de transportar y enviar los sólidos valiosos quienes en su conjunto serán llamados concentrado, mientras que los no adherido y que permanecen fuera del concentrado se les conoce como cola o relave.

Las características de los componentes que existe en lo que ahora es llamado concentrado está constituido principalmente de partículas hidrofóbicas, mientras que las pertenecientes al relave serán denominadas partículas hidrofílicas.

Con el objetivo de mejorar la concentración durante la etapa de limpieza, es indispensable que las especies valiosas dentro de la mena estén liberadas y para ello se debe someter a una previa etapa de molienda.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 El proceso de flotación

La propiedad por la cual se realiza un correcto proceso de flotación se denomine naturaleza hidrofóbica la cual pertenece a las especies valiosas componentes de la mena que se caracterizan por presentar rechazo hacia el agua lo que le permite permanecer sobre la superficie. Contrario a esto, en el proceso también se da la denominada hidrofilia la cual está presente en los componentes que no serán flotados y que permanecerán fuera del posterior proceso.

Para lograr la separación entre concentrado y ganga va a ser necesario modificar niveles de pH, así como el ambiente químico, adicionar espumantes, depresores, colectores o activadores.

2.3.1.1 Colector

Posee la capacidad de ser absorbido por el mineral y por consecuencia transformarlo en un hidrofóbico por lo que causará su adhesión hacia las burbujas de aire y permitirá al mineral formar parte del concentrado.

2.3.1.2 Espumante

En la función de adicionarse a la pulpa y separarla de la espuma para estabilizarla y determinar el mineral valioso.

2.3.1.3 Reactivos modificadores

Son múltiples activos que determinan la elevación del mineral hacia la superficie.

Aquí se definen varios aspectos en los que resaltan los reactivos químicos, los componentes del equipo de flotación.

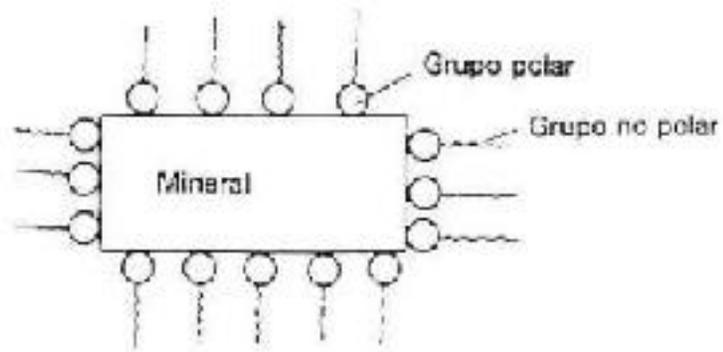


Figura N° 02. Adsorción de un colector en la superficie de un mineral.

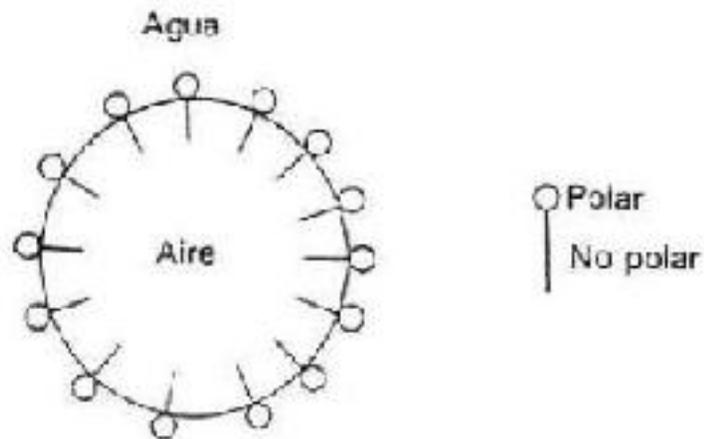


Fig. N° 03. Acción de un espumante

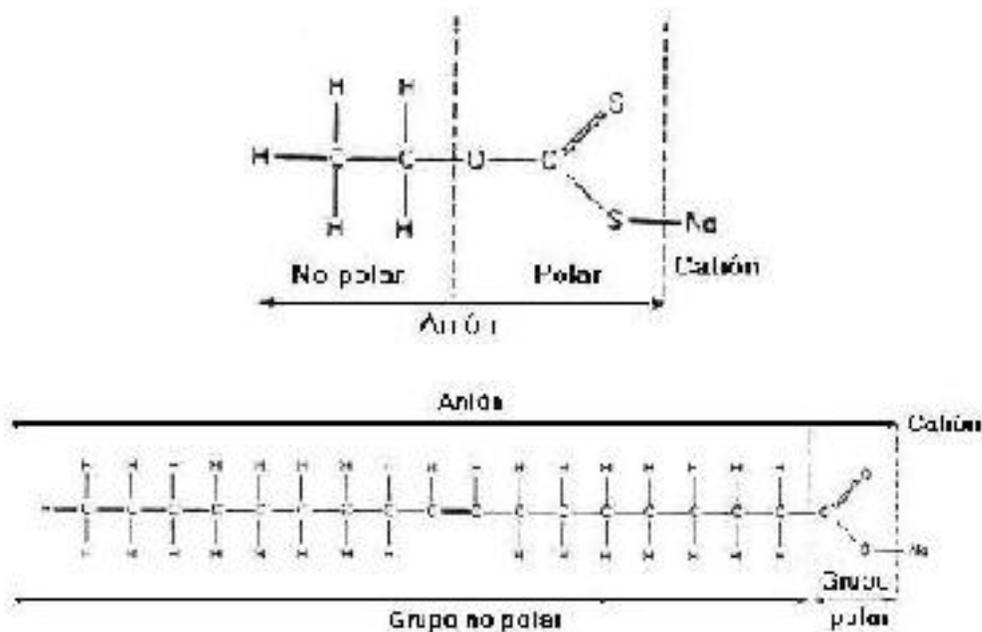


Fig N° 04. Estructura química de dos colectores (etil xantato de sodio y oleato de sodio).

2.3.2. Fundamentos del Proceso de Flotación

Se trata de una técnica que procesa minerales en húmedo con la capacidad de prevalecerse de la capacidad físico química que posee cada partícula sometida a concentración. En palabras sencillas puede decirse que se trata de la separación de partículas valiosas denominadas hidrofóbicas hacia la superficie mientras que los rezagos denominados hidrofílicas quedan precipitados y que es aquí donde se produce el proceso de selección.

Obtenido ese producto de flotación, se observa el semblante de tres fases sólida, líquida y gaseosa. Cada fase constituye un componente dentro de este proceso, la fase sólida está constituido por el material sometido a separación, mientras que la fase líquida está compuesta por el agua presente y la fase gaseosa compuesta por el aire.

El proceso de flotación inicia al ingresar el sólido a separar, acto seguido se le suministra aire para la formación de burbujas que se encargarán de recibir partículas valiosas.

Con el objetivo de mejorar la concentración durante la etapa de limpieza, es indispensable que las especies valiosas dentro de la mena estén liberadas y para ello se debe someter a una previa etapa de molienda o de ser necesario una remolienda mientras que para garantizar la estabilidad en la burbuja es necesario un suministro de espumante.

2.3.2.1 Reactivos Usados en la Flotación

Estos reactivos se utilizan para la flotación debido a que funcionan como inyectores y modificadores de las condiciones de las partículas que irán a flote.

Se puede encontrar múltiples clasificaciones en las que destacan:

Colectores: Posee la capacidad de ser absorbido por el mineral y por consecuencia transformarlo en un hidrofóbico por lo que causará su adhesión hacia las burbujas de aire y permitirá al mineral formar parte del concentrado.

Espumantes: Cumple la función de adicionarse a la pulpa y separarla de la espuma para estabilizarla y determinar el mineral valioso además de:

1. Mejorar la interacción entre la burbuja y las partículas.
2. Disminuir la coalescencia entre las burbujas.

Los reactivos Modificadores, por otro lado, son múltiples activos que determinan la elevación del mineral hacia la superficie.

2.3.2.2 Mecanismos de Flotación

Con el fin de estudiar el mecanismo de flotación es importante reconocer la capacidad que posee las partículas del mineral más las por Hughes de aire para formar una unión exitosa.

La flotación se describe como una técnica que procesa minerales en húmedo con la capacidad de prevalecerse de la capacidad físico química que posee cada partícula sometida a concentración. En palabras sencillas puede decirse que se trata de la separación de partículas valiosas denominadas hidrofóbicas hacia la superficie mientras que los rezagos denominados hidrofílicas quedan precipitadas y que es aquí donde se produce el proceso de selección.

Obtenido ese producto de flotación, se observa el semblante de tres fases sólida, líquida y gaseosa. Cada fase constituye un componente dentro de este proceso, la fase sólida está constituido por el material sometido a separación, mientras que la fase líquida está compuesta por el agua presente y la fase gaseosa compuesta por el aire.

El proceso de flotación inicia al ingresar el sólido a separar, acto seguido se le suministra aire para la formación de burbujas que se encargarán de recibir partículas valiosas.

Con el objetivo de mejorar la concentración durante la etapa de limpieza, es indispensable que las especies valiosas dentro de la mena estén liberadas y para ello se debe someter a una previa etapa de molienda o de ser necesario una remolienda mientras que para garantizar la estabilidad en la burbuja es necesario un suministro de espumante que tendrá como función el adicionarse a la pulpa y

separarla de la espuma para estabilizarla y determinar el mineral valioso. Acto seguido, en la que se llevó a cabo la unión de burbujas en la que será necesario:

- a) Garantizar su encuentro
- b) Garantizar su condición que permite la formación de agregado.

2.3.3 Variables Operacionales Relevantes en el Proceso

2.3.3.1 Granulometría: es importante puesto que garantiza en grado de liberación necesaria para permitir la concentración del mineral.

2.3.3.2 Tipo de Reactivos: Estos reactivos se utilizan para la flotación debido a que funcionan como inyectores y modificadores de las condiciones de las partículas que irán a flote.

2.3.3.3 Dosis de Reactivo: Se requiere cierta cantidad de reactivo la cual se determinará mediante exámenes realizados previamente en laboratorios metalúrgicos y que garanticen un presupuesto que estable.

2.3.3.4 Aireación: muy importante debido a que es necesario para formar el circuito de flotación, su finalidad es el de modificar parámetros de flotación para permitir una considerable recuperación de ley.

2.3.3.5 Regulación del pH: el control de ph es un factor muy importante y que debe ser tomado con afinidad para lograr una flotación selectiva en la que tendremos mejores resultados de acuerdo a su variación.

2.3.3.6 Tiempo de Residencia: se define como el tiempo en el que el proceso se llevará a cabo dentro de las celdas de flotación hasta llegar al punto en que lograremos la separación de concentrado y relave.

2.3.3.7 Calidad del Agua: la calidad del agua determinará un mejor control también en la calidad de la obtención concentrado, sin embargo, esto supone una gran problemática dentro de las plantas debido a que en ellas es utilizada el agua proveniente de espesadores y que poseen dentro de su composición residuos de algunos reactivos utilizados en otros procesos, lo que aumenta un alto riesgo de realizar una errónea separación.

2.3.4 Reactivos de Flotación Utilizados en laboratorio

Colector SF - 323 (Isopropil Etil Tionocarbamato)

Propiedades Químicas:

El SF-323 es un reactivo que permanece estable en medios ácidos.

Usos:

Es muy demandado así de las plantas de flotación que trabajan con minerales sulfurados de cobre.

Si selectividad es la adecuada para permitir una correcta flotación de sulfuros de cobre por lo que es muy usada.

Este reactivo exige un tiempo de amoldamiento, por lo que es necesario una administración en la molienda.

La mitigación de dosis aplicadas al circuito son de 10 a 40 g/t de SF-323.

Precauciones de Manejo:

Es necesario el uso de anteojos y guantes con el fin de precaver el contacto prolongado.

El inflamable, por lo que se recomienda ser almacenado lejos de fuentes caloríficas.

Es recomendable que se mantenga en envase cerrado.

Con el fin de proteger los envases contra la oxidación se recomiendan accionarlo al aire libre.

El ambiente de trabajo debe estar equipado con extintor B o C con objetivo de prevenir accidentes.

Colector XAP ó xantato amílico de potássio

Propiedades químicas y usos

Se utilizan en operaciones que piden alto grado de poder colector como requisito para su funcionamiento.

Está destinada al uso dentro de la Profesora flotación de pirita para permitir la recuperación de oro.

Precauciones de Manejo

Los xantatos pueden permanecer en perfecta estabilidad fiestas y almacenada en un lugar fresco y seco.

Debido a que es un combustible, se debe evitar la efusión hacia el fuego con fuentes de calor.

Espumante MIBC (Metil-isobutil carbinol)

Descripción

El MIBC, si les da básicamente como un espumante que facilitará la flotación de ciertos metales como cobre, oro y plata.

Asimismo, es posible combinarlo con otros espumantes con el objetivo de lograr mejores resistencias.

A comparación de otros espumantes, la veracidad de la espumación del MIBC es mucho mayor.

Sin embargo, su persistencia es mínima por lo que presenta una gran ventaja a la hora de controlar debidamente el concentrado en la que no es necesaria un exceso de espumación.

Precauciones de manejo

El MIBC también tiene característica inflamable por lo que se requiere un control en su uso y tomarse las precauciones necesarias.

El laboratorio debe ser equipado con un extintor tipo B o C.

Aplicaciones de la Cal en Flotación

Es aplicada para ajustar parámetros de pH dentro de un proceso de flotación.

Cambia las propiedades electroquímicas de la pulpa, lo que permite un mejor acto de parte de los espumantes y colectores.

También es aplicada para favorecer el precipitado de la pirita.

2.3.5 Flotación bulk

Se define como un proceso de la metalurgia encaminado a reunir todas las partículas valiosas, la que se le denominará Concentrado Bulk.

Para lograr un proceso exitoso, será importante liberar todas estas partículas con el fin de recuperarlas sin excepciones. Según su ubicación, hay varios procesos de concentrado que se ejecutan. Por ejemplo, en Uchucchacua separado con dos tipos de concentrado, uno de Ag-Pb y otro de Zn; mientras que en Julcani se trabaja mediante concentrados obtenidos a partir de Ag-Pb-Cu.

Posterior al proceso de molienda, se someterán separación mediante el agua y la pulpa gracias a la formación y agitación de agitadores que facilitarán la subida de partículas gracias a su propiedad de hidrofobia acto seguido se le suministra aire para la formación de burbujas que se encargarán de recibir partículas valiosas.

Con el objetivo de mejorar la concentración durante la etapa de limpieza, es indispensable que las especies valiosas dentro de la mena estén liberadas y para ello se debe someter a una previa etapa de molienda o de ser necesario una remolienda mientras que para garantizar la estabilidad en la burbuja es necesario un suministro de espumante que tendrá como función el adicionarse a la pulpa y separarla de la espuma para estabilizarla y determinar el mineral valioso.

2.4. Definiciones conceptuales

Celda de flotación

Se define como el equipo encargado de contener el proceso de flotación donde se determinarán las tres fases expuestas anteriormente. Está constituido por dos partes, las cuales son: un tanque y un agitador.

Celdas de Electro-Deposición

Están constituidos por dos electrodos y un tanque los cuales se utilizan para la recuperación de ciertos metales mediante flujos de corrientes que se les inserta para su precipitado.

Chancado

Es un proceso al que se ve sometido el mineral con el objetivo de fragmentarlo en parte muy pequeña de entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{6}$ de su tamaño original, posee múltiples etapas que son denominadas primaria, secundaria y terciaria.

Concentrado Bulk

Se le denomina así al concentrado producido a partir de un proceso de flotación Bulk.

Flotación

Con el fin de estudiar el mecanismo de flotación es importante reconocer la capacidad que posee las partículas del mineral más las por Hughes de aire para formar una unión exitosa.

La flotación se describe como una técnica que procesa minerales en húmedo con la capacidad de prevalecerse de la capacidad físico química que posee cada partícula sometida a concentración. En palabras sencillas puede decirse que se trata de la separación de partículas valiosas denominadas hidrofóbicas hacia la superficie mientras que los rezagos denominados hidrofílicas quedan precipitadas y que es aquí donde se produce el proceso de selección.

Obtenido ese producto de flotación, se observa el semblante de tres fases sólida, líquida y gaseosa. Cada fase constituye un componente dentro de este proceso, la fase sólida está constituido por el material sometido a separación, mientras que la fase líquida está compuesta por el agua presente y la fase gaseosa compuesta por el aire.

Flotación Bulk

Se define como un proceso de la metalurgia encarada de reunir todas las partículas valiosas, la que se le denominará Concentrado Bulk.

Para lograr un proceso exitoso, será importante liberar todas estas partículas con el fin de recuperarlas sin excepciones. Según su ubicación, hay varios procesos de concentrado que se ejecutan. Por ejemplo, en Uchucchacua separado con dos tipos de concentrado,

uno de Ag-Pb y otro de Zn; mientras que en Julcani se trabaja mediante concentrados obtenidos a partir de Ag-Pb-Cu.

Posterior al proceso de molienda, se someterán separación mediante el agua y la pulpa gracias a la formación y agitación de agitadores que facilitarán la subida de partículas gracias a su propiedad de hidrofobia acto seguido se le suministra aire para la formación de burbujas que se encargarán de recibir partículas valiosas.

Flotación diferencial

Se caracteriza por permitir la recuperación dos o más especies que mineral, por ejemplo, el caso de Pb-Zn.

2.4 Formulación de la Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Determinar si las modificaciones en el circuito de molienda en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en el aumento en la recuperación de cobre.

2.4.2 Hipótesis específicas

Determinar si el aumento en la recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado influyen significativamente en la rentabilidad de la operación en la Unidad Minera RAURA.

Determinar si las modificaciones en el circuito de molienda en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje de operación.

2.5. Proyecto de modificación

El presente trabajo de investigación considera cambios o modificaciones menores en componentes de la Unidad Minera (U.M.) Raura, con la finalidad de incrementar tratamiento de 2 500 TMSD a 3 000 TMSD los cuales son descritos detalladamente en el

presente capítulo.

2.5.1 Descripción de los componentes aprobados

Tal como se mencionó en el capítulo de Introducción (Capítulo 1) del presente trabajo de investigación, los cambios propuestos se encuentran relacionados con los siguientes componentes aprobados con la finalidad de incrementar tratamiento de 2 000 TMSD a 2 500 TMSD:

Mejoramiento de equipos presentes en la planta de procesos (Rompe banco móvil, Extractor de polvos, 2 celdas OK 30, 1 soplador de aire de baja presión, 1 espesador 10X30, un filtro de tambor 11x14, 4 motores para molinos).

Variación de mecanismos de transporte de agua de recirculación en el almacén de cola.

Cambios en el Sistema de Relleno Hidráulico.

Modificación en los circuitos de recepción de agua de bombeo de Caballococha.

Variación de mecanismos de bombeo para el transporte de relaves hacia el depósito de relaves Nieveucro II.

A continuación, se presentan las características de estos componentes tal como fueron aprobadas en los correspondientes instrumentos de gestión ambiental.

2.5.1.1 Planta de Procesos

La planta de procesos de la U.M. Raura fue declarada en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), el cual fue aprobado mediante R.D. N°271-97-EM/DGM. En este documento se indica que en esta instalación se trata mineral de cobre-plomo- zinc para obtener sus respectivos concentrados y también genera relaves provenientes de los procesos de flotación, los cuales son

dispuestos en la relavera Nieveuro II.

La autorización de tratamiento de planta que ha sido declarada y descrita ante el MINEM en la última autorización para ampliar la capacidad de la planta de procesos de 2 000 TMD a 2 500 TMD (Resolución Directoral N° 0520-2014-MEM/DGM/V).

2.5.1.2 Transporte y recepción de mineral

El mineral procedente de las labores mineras subterráneas es enviado hacia las canchas de gruesos donde es almacenado en tolvas de gruesos (dos de 150 TM) mediante un cargador frontal CAT 966-H o CAT 950-H, donde se realiza un *blending* con el objetivo de separar el cobre y plomo. En estas tolvas se realiza el *blending* del material para ser ingresado al proceso de chancado.

2.5.1.3 Chancado

Una vez llevado a la planta de procesamiento, el mineral es sometido a una primera etapa de chancado, la cual a su vez está compuesta por tres etapas.

Cabe precisar que, como medida de manejo de polvo, todas las etapas de chancado cuentan con extractores de polvo.

Chancado Primario

El mineral almacenado en las tolvas de mineral grueso es llevado a dos chancadoras instaladas en paralelo.

El circuito de la chancadora PIONER consta de un alimentador de placas Comesa 42"x12", el cual extrae mineral de la tolva de gruesos N° 2 y alimenta a la chancadora de quijada PIONER 35"x46". Esta chancadora cuenta con una parrilla estacionaria para mejorar su rendimiento, así que se procede a

transportar hacia una zaranda vibratoria. El mineral que pasa la malla del primer piso (mineral *under size*) es transportado a la tolva de finos y el resto del mineral (*over size*) es llevado a la etapa de chancado secundario.

El circuito de la chancadora KUE KEN 20"x42" (*stand by*) se encuentra instalado en paralelo a la chancadora PIONER 35"x46" poseedor de un par de placas transportadoras las cuales transportan el mineral de la tolva de gruesos N° 1 hacia esta chancadora. El producto del chancado primario es alimentado mediante las fajas N° 3 C a la faja N° 4 y esta a su vez a la zaranda vibratoria Tyrock 5'x12' N° 1 para continuar el proceso de chancado.

Chancado Secundario

El mineral *over size* del chancado primario es transportado a la chancadora Symons 5 ½ pies luego de pasar por la zaranda 5'x12' N° 1. El producto de esta chancadora es llevado a una tolva a través de faja transportadora N° 5, N° 6 y N° 6A de 30" de ancho cada una. El producto obtenido será enviado para su posterior tratamiento en el siguiente proceso.

Chancado Terciario

El mineral del chancado secundario es transportado hacia dos chancadoras Symons 5100 previa clasificación. El producto de estas chancadoras es retornado al chancado secundario por medio de las fajas N° 5A, 5B y N° 6 para seguir el proceso descrito hacia las tolvas de finos. finalmente, es obtenido el tamaño ideal para terminar este proceso.

2.5.1.4 Molienda

La liberación del mineral del resto del material continúa en la etapa de molienda, la cual se lleva a cabo en tres fases las cuales son:

Molienda Primaria

El mineral obtenido de la tolva es extraído y posteriormente se le expone a un control de tonelaje. Seguido a ello, se procede a ser enviado hacia un sistema de molino. La faja N° 20 también cuenta con una balanza Thermo Ramsey de 80 TM de capacidad para el pesaje diario.

La descarga del molino Comesa 8'X10' A y Comesa 8'X10' B son enviados las celdas SK-80 N° 2 y SK-240 N°3, respectivamente. En estas celdas se obtiene concentrado de plomo y la descarga de ambas es enviada hacia el cajón de bombas Denver SRL 8''x10'' N° 1 y N° 2 (una en *stand by*) para ser enviado a clasificar en el ciclón Krebs D-20 N° 1 y N° 2 (uno en *stand by*). El *over flow* de este ciclón pasa al proceso de flotación Ro Bulk y el *under flow* pasa al proceso de molienda secundaria en el molino Comesa 8'x8' B. El *over flow* del ciclón D-20 N°1 y D-20 N°2 (uno en *stand by*) pasa a la celda Skin Air SK-240 N°1 para una flotación rápida (puede tenerse un producto de concentrado de plomo y/o bulk) y continúa con el circuito de flotación.

Molienda Secundaria

El relave de esta celda se fusiona con los productos de los molinos y el relave de la celda Skin Air SK-240 N° 3 a través de la caja de bombas 10'x8' N°1 y N° 2 (una en *stand by*) para retornarlos al ciclón D-20 N° 1 o N° 2 de la molienda primaria.

Circuito de Remolienda

El relave alimenta a la bomba Denver SRL 12''x10'' N° 1 o 12''x10'' N° 2 para su clasificación en los ciclones D-20 N° 3 o N° 4. La descarga de estos ciclones alimenta a los molinos de remolienda.

2.5.1.5 Flotación

La descarga final del circuito de molienda es sometida luego a un proceso de flotación para la separación final del mineral. Este proceso está dividido en multiples circuitos como:

Circuito de Flotación Bulk Cu-Pb

La pulpa procesada dentro del mecanismo de remolienda pasa en primer lugar al circuito de flotación bulk Cu-Pb. El relave es enviado al circuito de remolienda mediante las bombas 12''x10'', para su clasificación en los ciclones D-20 N° 3 o N° 4.

El *over flow de* los ciclones D-20 N°3 o N° 4 va a ser procesado para su debida flotación. Posterior a ello se dará paso a la adición de espumantes previamente determinados para recurrir a hacía tres fases de limpieza.

Sistemas que permiten la Separación Cu-Pb

La separación Cu-Pb se realiza mediante la depresión de la galena, mientras flotan los minerales de cobre. Participan en este proceso diversas herramientas como acondicionadores y bancos de múltiples celdas.

2.5.1.6 Sección Espesamiento y Filtración

Los productos concentrados obtenidos serán ingresados por gravedad al circuito de espesadores y filtros. Llevará a cabo diversos circuitos provenientes de la flotación (Cobre, Plomo, Zinc).

2.5.2 Sistema de transporte de agua de recirculación desde el depósito de Relaves Nieveucro II

Los relaves producidos en la planta de procesos de la U.M. Raura son depositados actualmente en la laguna Caballococha, de acuerdo con lo aprobado en el EIA del depósito de relaves Caballococha (R.D. N° 207-2003-EM/DGAA). Sin embargo, CMRSA también cuenta con un EIA aprobado para el recrecimiento del depósito de relaves Nieveucro II (R.D. N° 312-2013-MEM/AAM), el mismo que posee su respectivo permiso de construcción (R.D. N° 175-2014-MEM-DGM/V) y que actualmente se encuentra en construcción.

En este último EIA y en el mencionado permiso de construcción se consideró el transporte de relaves desde la planta de procesos hacia el depósito de relaves Nieveucro II mediante una tubería HDPE de 10” de aproximadamente 1,7 km. El EIA originalmente presentado proponía que el efluente del depósito de relaves sería vertido en la laguna Tinquicocha, sin embargo, a requerimiento del MINMEM, el tratamiento de los efluentes (agua de infiltración y pondaje) fue modificado en la segunda ronda de observaciones del EIA (observación N° 3), adicionando una tubería HDPE de 10” para recircular dichos efluentes hacia la planta de procesos, eliminando la descarga hacia la laguna. Es importante precisar que en el Primer ITS de la U.M. Raura, el diámetro de estas tuberías fue modificado de 10” a 11” en el caso de la tubería de relaves y de 10” a 12” para la tubería de recirculación de agua. En el mismo ITS también se aprobó la inclusión de otra tubería de 11” en *stand by* para transporte de relaves, paralela y de iguales características a la anterior.

El manejo del agua recirculada consiste en captar el agua en el depósito de relaves (agua

de infiltración y pondaje) y almacenarla en una primera instancia en un tanque de 28 m³ (TK-201) ubicado al lado del depósito de relaves y luego transportarla hacia otro tanque de 250 m³ (TK-202) ubicado en el área de la planta de procesos. El transporte del agua se realizaría por medio de la tubería HDPE de 11” y una estación de bombeo ubicada al lado del tanque de 28 m³. El agua recirculada sería captada por la planta de procesos desde el tanque TK-202.

A continuación, se presenta la descripción de las etapas que se llevan a cabo dentro de la planta de procesos, sin embargo, es importante precisar que los cambios propuestos en el presente ITS sólo están referidos al proceso de Recepción de mineral, chancado, molienda, flotación, espesamiento.

2.5.2.1 Mejoramiento de equipos en la planta de procesamiento para el desarrollo de tratamiento.

Justificación del Incremento.

Debido a los datos de investigación obtenidos, se puede conocer que CMRSA posee una producción de 2500 TMSD, por lo que se debe realizar un aumento de producción para alcanzar una mejorada producción, lo esencial sería 3000 TMSD. Para lograr dichos números será necesario mejorar las condiciones de calidad que permitan un excelente ambiente de trabajo permitiendo aumentar la eficiencia laboral, actualización de tecnología y mejores inversiones.

Cambios propuestos:

Etapa de Transporte

Es necesario un cambio en la calidad de instrumentos, para ello se modificará la marca de rompe bancos que se tenga por una Excavadora Hidráulica con punta.

Etapa de Chancado

Para un mejor proceso y control de polvos se debe actualizar el extractor de polvo por uno nuevo Modelo 196FT12 y Marca Renhe.

Etapa de Molienda

Existe diversas modificaciones que deberán ser efectuados como:

Actualización de motores para molinos, debido a que los que se posee actualmente no brindan la potencia con las que las mejores plantas de minerales trabajan.

Además, es necesaria programar una nueva y mejorada configuración para cada molino.

Etapa de Flotación Bulk

Con el fin de optimizar los tiempos de permanencia de los tratamientos se recomienda la adición de una celda nueva.

Etapa de Flotación Zinc

Con el fin de optimizar los tiempos de permanencia de los tratamientos se recomienda la adición de una celda para flotación de Zn. Así mismo, se dispone a cambiar los equipos obsoletos para la dotación de aire.

Etapa de Espesamiento

Verificando las dimensiones del espesador a disposición, se recomienda la adición de uno nuevo con las mismas dimensiones para mejorar el proceso de

espesado de Zinc.

Etapas de Relleno Hidráulico.

Previo estudio se evalúa la posibilidad de complementar el proceso con la presencia de un nuevo silo metálico para que reciba los gruesos obtenidos luego de la separación de relaves.

2.5.2.2 Variación de circuitos de recirculación de agua desde el depósito de relaves

Justificación del cambio

Se debe realizar modificaciones debido a que después de la implementación del plan de aumento de producción se deberá conseguir mejores depósitos contenedores de relave.

Cambio propuesto

Se dará un cambio de bomba para el vaso de presa.

Se le adicionara una línea de descarga para conseguir la independencia de cada línea existente.

2.5.3.3 Modificadores para permitir la recirculación de agua hacia planta

Justificación del cambio

Con el fin de mejorar los procesos dentro de la planta con respecto a la recirculación de agua se dará optimización hacia las bombas encargadas del proceso.

Cambio propuesto

Instalación de un tanque adicional con menos capacidad al que se posee pero que ayudara a una óptima repartición de agua.

2.5.3.4 Modificadores para mejorar el bombeo de relaves hacia la presa

Justificación del cambio

Es necesaria para mejorar la eficiencia en cada operación.

Cambio propuesto

Actualización de las dos bombas que se tienen dentro de la planta, instalando una tipo Denver 12x10 SRLC a 300 HP.

2.6 PRUEBAS EXPERIMENTALES

Gracias a los datos obtenidos mediante el muestreo que se les hizo a las pruebas tomadas dentro de un over-flow del hidrociclón dentro de la planta perteneciente a la Compañía Minera Raura S.A. Y sometida hacia un control debido de densidad de pulpa entre 1250 – 1300 g/L y pH = 9 por hora durante ocho horas. Se propuso la condición de pulpa y se obtuvo 2.5 litros de pulpa por prueba con densidad de pulpa 1.25 g/cm³, y densidad de mineral 2.67 g/cm³, se obtiene 31.97 % sólidos equivalentes a 1 Kg de mineral por prueba. Se sometió a acondicionamiento de los reactivos pertenecientes a la flotación dentro de las celdas e incluso se determinó la dosis de NaCN según prueba (60, 80 y 100 g/TM).

2.7 TRATAMIENTO DE DATOS

Informe al diseño a qué obedece la presente tesis se propuso realizar análisis estadístico bifactorial de los datos de terminando así la importancia de la existencia de esta variable en estudio obteniendo un nivel de confianza 95%. El programa con el cual se hizo el procesamiento de estos datos fue MINITAB versión 16.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseños metodológicos

3.1.1 Tipo de investigación

Concluyendo de acuerdo a el modelo investigación y su naturaleza para efectuar problemas y objetivos se ha determinado que el diseño metodológico presente es tipo **Investigación Aplicada.**

3.1.2 Enfoque

Será una investigación descriptiva en un primer momento, luego explicativa y finalmente propositiva.

3.2 Población y muestra

3.4.1. Población

La Población está conformada por los análisis rutinarios realizados en el Proceso Normal.

3.4.1. Muestra

La muestra está conformada por análisis realizados a la propuesta de Proceso.

Para obtener la muestra se hará uso de la siguiente formula:

$$\frac{\quad}{(\quad)}$$

Sabiendo que:

p: Probabilidad de éxito (50%)

q: Probabilidad de fracaso (50%)

Z: Estadístico Z, a un 95% de confianza (1.96)

N = Tamaño de la población (20 análisis)

he = Precisión o error máximo admisible (5%)

n = Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra es la siguiente:

$$\frac{(\quad \quad \quad)}{(\quad \quad)}$$

Muestra ajustada:

$$\frac{\quad}{(\quad -)}$$

$$\frac{\quad}{(\quad -)}$$

3.3 Variables e indicadores

Variable independiente (X): Modificación en el Proceso Actual.

1. Granulometría

Variable dependiente (Y): Incrementar la recuperación de cobre en el concentrado de cobre.

1. Recuperación:

Alto

bajo

2. Personal

Alto desempeño

Bajo desempeño

TIPO VARIABLE	VARIABLE	INDICADOR
Dependiente	Incrementar la recuperación de cobre.	Recuperación
Independiente	Modificación en el Proceso actual.	

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas empleadas

Análisis Químico – Metalúrgico

Cinética de flotación.

La medición.

3.4.2 Descripción de los instrumentos

Molino de Bolas; son equipos para realizar las pruebas de moliendabilidad a diferentes tiempos.

Celdas convencionales; Se realizaron pruebas adicionales de cinética de flotación.

Hoja de recolección de datos: Su función es contener los conjuntos de datos obtenidos durante la investigación.

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Matrices para la determinación de las leyes de cabeza del mineral.

Hoja de Excel para el procesamiento de la base de datos tomada de los análisis químicos – metalúrgicos y su respectivo procesamiento

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Influencia del tiempo de flotación sobre el porcentaje (%) de recuperación de cobre

Se ha podido obtener los siguientes datos que significan el producto obtenido a partir de las muestras hechas. Además, de presentar también los efectos que produce cada factor (tiempo de flotación, dosificación de NaCN)

Tabla 4. Porcentaje de recuperación de cobre con respecto al tiempo de flotación (min).

Tiempo de flotación (min)	% Recuperación de Cu – Promedio
8	36.85
11	44.55
14	48.25

CAPITULO V

DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

El monto destinado a presupuesto para la instalación, optimización y beneficio de herramientas utilizadas para la producción equivale a una inversión de \$5330.271 de acuerdo a las estadísticas obtenidas para garantizar un excelente proceso metalúrgico.

El monto mencionado corresponde a las condiciones que dispone tal inversión de parte de la empresa en beneficio de la naturaleza y conservación de recursos naturales que utiliza. Se refuerza tal argumento con las definiciones contenidas dentro de la presente tesis.

5.2 Conclusiones

Sera fundamental realizar la inversión presentada dentro de la sección “discusión” para garantizar una adaptación moderna de las condiciones de procesamiento.

Los cambios propuestos en la presente tesis son presentados con el objetivo de la obtención de concentrados con buena ley gracias al novedoso tipo de flotación denominado Bulk.

Se determinan opciones que permita modificaciones en el circuito de molienda en la Unidad Minera Raura para influir significativamente en tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje de operación.

5.3 Recomendaciones

La Compañía Raura deberá aprobar los cambios propuestos en cuanto a instalación y renovación de equipos compete. Esto con el objetivo de mejorar su producción de concentrados.

Aprobar el proyecto que dispone invertir el monto propuesto para disponer de herramientas para reutilización de recursos y compromiso ambiental.

Un control adecuado en el análisis de ingreso de partículas para evitar que el material en proceso de flotación no se pueda recuperar.

CAPITULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 Fuentes Bibliográficas

Manzaneda, Villegas, “Flotación rápida de Galena desde Molienda”, Informe Técnico
Compañía Minera Atacocha.

Bermejo F., De la Torre G., Solorzano E., “Flotación en la descarga de la molienda primaria:
una alternativa para mejorar la performance metalúrgica en la Compañía
Minera Raura”, Trabajo Técnico XXVII Convención Minera.

Gorvenia H., “Proyecto del circuito de flotación flash en mejora de la recuperación de oro
grueso” Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería.

Azañero A., “Flotación de minerales polimetálicos sulfurados de Pb, Cu y Zn”, UNMSM.

Manzaneda J., “Aplicación de microscopía en el Procesamiento de minerales por Flotación”,
Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería.

Concha J., Coleman R., Rinne A., “Flotation Mechanism Design for Improved Metallurgical
and Energy Performance”, Outotec.

Outokumpu, Skim-Air Flash Flotation Laboratory Procedure, 1998.

Estudio Mineralógico BISA N° IL-003LA0101A-030-50-178 Setiembre 2012

Informes de Investigación Metalúrgica, Laboratorios Plenge, año 2012.

Juan H. RIVERA ZEVALLOS “Compendio de Conminución”, Editorial e Imprenta UNMSN
2003.

Iván QUIROZ MUÑOS INGENIERIA METALURGICA “Operaciones Unitarias En
Procesamientos de Minerales”, editorial UNI 2001.

Ing. Juan Francisco AGUILAR REVOREDO “PREPARACIÓN MECANICA DE MINERALES” Editorial UNI 1989.

AMERICAN CYANAMID: (1986); Manual de Productos Químicos para la Minería, Edit. América Cyanamid Company

BRAÑES, HENRY (2005); Flotación Experimental de Minerales Polimetálicos en las Minas de Volcán S.A.A.

BRIAN JOSEPH J (2002); Operación Unitarias, Edit. MC Graw Hill

CANEPA, CÉSAR (2000); Estudios Microscópicos – contra muestras de Pruebas Metalúrgicas Volcán S.A.A. – junio 16.

CONTRATO DE COMPRA- VENTA DE CONCENTRADOS DE LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN S.A.A., 29 de OCTUBRE DE 1994.

LUIS DE MONTREIUL (2000); Informe de Investigación Mineralógica de la Mina de Volcán S.A.A. – 14 de octubre.

NACIONAL INSTITUTE FOR METALLURGY (2002); Mineralogy and the Metallurgist. Edit. Interamericano – México.

6.2 Fuentes Electrónicas

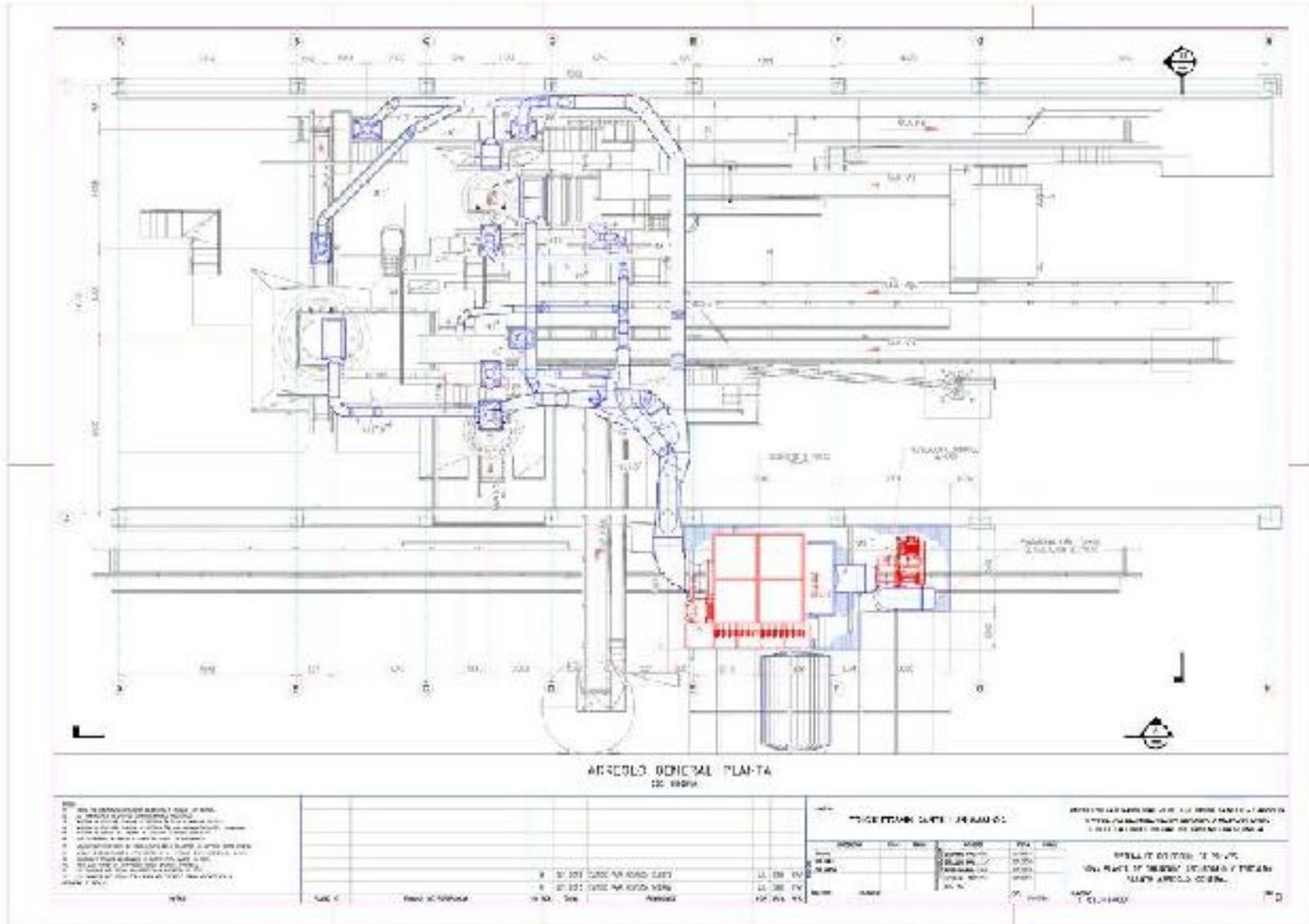
1. www.gama-peru.
2. www.arqhys.
3. www.raulybarra
4. www.sonami.

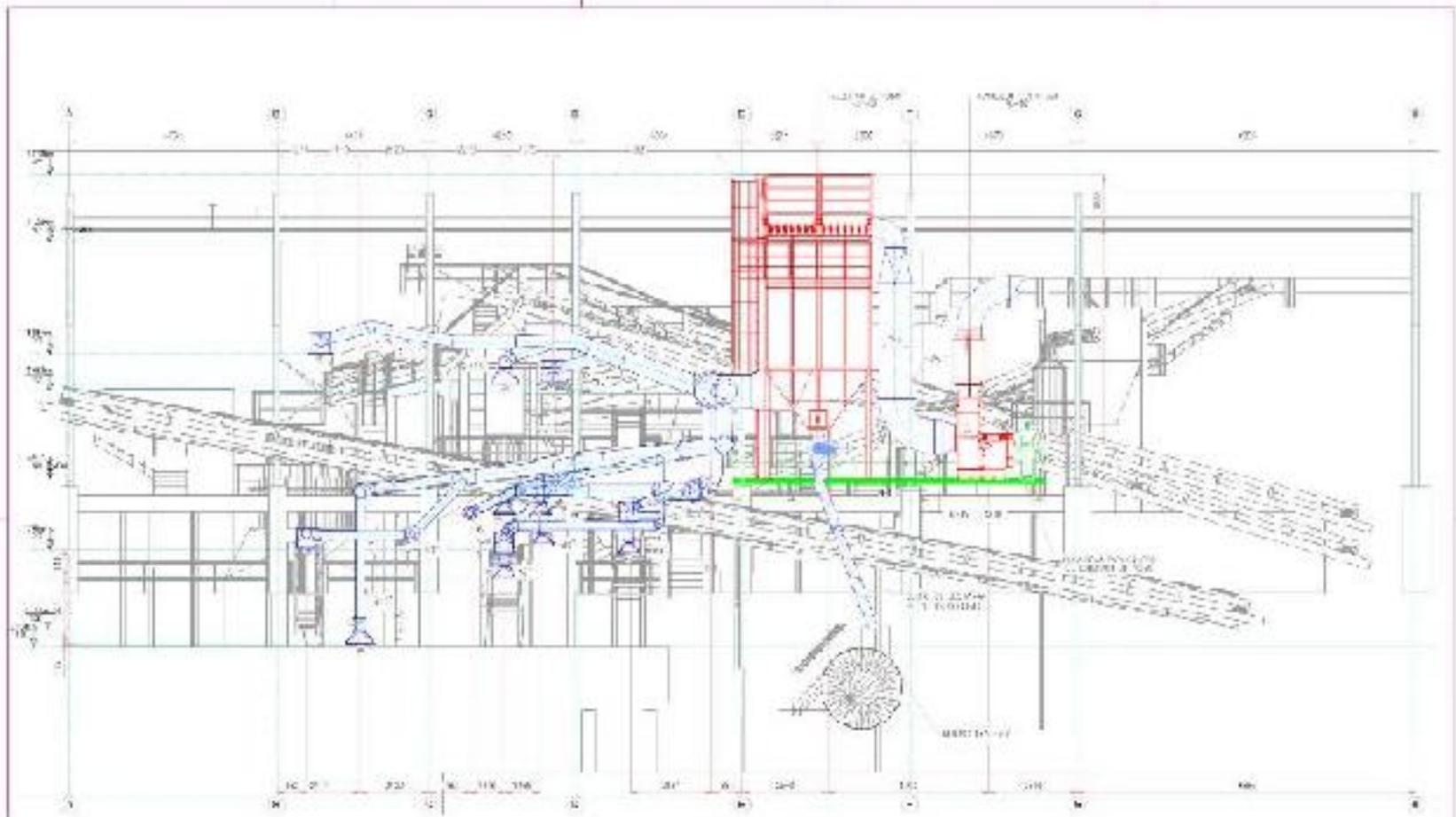
ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de Consistencia

"AUMENTO EN LA RECUPERACIÓN DEL CONCENTRADO DE COBRE POR MODIFICACIONES AL PROCESO ACTUAL EN LA UNIDAD MINERA RAURA – OYON 2017"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODOS/ TÉCNICAS	INSTRUMENTOS												
<p>Problema General ¿En qué medida las modificaciones en el Proceso actual en la Unidad Minera RAURA nos permitiría aumentar la recuperación de cobre?</p> <p>Problemas Específicos ¿En qué medida se puede mejorar la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molida -clasificación en la Unidad Minera RAURA? ¿En qué medida se puede hacer más rentable la operación, debido al incremento de ingresos por mejor recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado en la Unidad Minera RAURA? ¿En qué medida mejorando la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molida -clasificación se puede tener mayor capacidad de tratamiento y estar preparados para un incremento de tonelaje en la Unidad Minera RAURA?</p>	<p>Objetivo Central Determinar el aumento en la recuperación de cobre mediante modificaciones al Proceso actual en la Unidad Minera RAURA</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejorar la recuperación de cobre utilizando una modificación en el circuito de molida -clasificación. Hacer la operación más rentable como consecuencia del incremento de ingresos por aumento en la recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado. Tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje. 	<p>Hipótesis General Determinar si las modificaciones en el circuito de molida en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en el aumento en la recuperación de cobre.</p> <p>Hipótesis Secundarias</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar si el aumento en la recuperación de cobre y ley más alta en el concentrado influyen significativamente en la rentabilidad de la operación en la Unidad Minera RAURA Determinar si las modificaciones en el circuito de molida en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en tener una mayor capacidad de tratamiento de cobre para incrementar el tonelaje de operación. 	<p>Variable Independiente (X): Modificación al Proceso Actual.</p> <p>Variable Dependiente (Y): Incrementar la recuperación de cobre en el concentrado de cobre.</p> <p>Indicadores: Recuperación</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION Tesis aplicada y correlacional.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presentan un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera se cuenta siempre por la diversificación y progreso del sector productivo. Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población y en la creación de áreas de trabajo.</p> <p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis Químico Metalúrgico Clasificación de Botellas La medición. 	<p>Se usará como instrumento la hoja de recolección de datos:</p> <table border="1"> <tr> <td>PROBLEMA</td> <td>OBJETIVO</td> <td>HIPOTESIS</td> <td>VARIABLES E INDICADORES</td> <td>MÉTODOS/ TÉCNICAS</td> <td>INSTRUMENTOS</td> </tr> <tr> <td>¿En qué medida las modificaciones en el Proceso actual en la Unidad Minera RAURA nos permitiría aumentar la recuperación de cobre?</td> <td>Determinar el aumento en la recuperación de cobre mediante modificaciones al Proceso actual en la Unidad Minera RAURA</td> <td>Determinar si las modificaciones en el circuito de molida en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en el aumento en la recuperación de cobre.</td> <td>Variable Independiente (X): Modificación al Proceso Actual. Variable Dependiente (Y): Incrementar la recuperación de cobre en el concentrado de cobre. Indicadores: Recuperación</td> <td>TIPO DE INVESTIGACION Tesis aplicada y correlacional. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presentan un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera se cuenta siempre por la diversificación y progreso del sector productivo. Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población y en la creación de áreas de trabajo. TÉCNICAS • Análisis Químico Metalúrgico • Clasificación de Botellas • La medición.</td> <td>Se usará como instrumento la hoja de recolección de datos:</td> </tr> </table>	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODOS/ TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	¿En qué medida las modificaciones en el Proceso actual en la Unidad Minera RAURA nos permitiría aumentar la recuperación de cobre?	Determinar el aumento en la recuperación de cobre mediante modificaciones al Proceso actual en la Unidad Minera RAURA	Determinar si las modificaciones en el circuito de molida en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en el aumento en la recuperación de cobre.	Variable Independiente (X): Modificación al Proceso Actual. Variable Dependiente (Y): Incrementar la recuperación de cobre en el concentrado de cobre. Indicadores: Recuperación	TIPO DE INVESTIGACION Tesis aplicada y correlacional. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presentan un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera se cuenta siempre por la diversificación y progreso del sector productivo. Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población y en la creación de áreas de trabajo. TÉCNICAS • Análisis Químico Metalúrgico • Clasificación de Botellas • La medición.	Se usará como instrumento la hoja de recolección de datos:
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODOS/ TÉCNICAS	INSTRUMENTOS												
¿En qué medida las modificaciones en el Proceso actual en la Unidad Minera RAURA nos permitiría aumentar la recuperación de cobre?	Determinar el aumento en la recuperación de cobre mediante modificaciones al Proceso actual en la Unidad Minera RAURA	Determinar si las modificaciones en el circuito de molida en la Unidad Minera RAURA influyen significativamente en el aumento en la recuperación de cobre.	Variable Independiente (X): Modificación al Proceso Actual. Variable Dependiente (Y): Incrementar la recuperación de cobre en el concentrado de cobre. Indicadores: Recuperación	TIPO DE INVESTIGACION Tesis aplicada y correlacional. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presentan un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. De esta manera se cuenta siempre por la diversificación y progreso del sector productivo. Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población y en la creación de áreas de trabajo. TÉCNICAS • Análisis Químico Metalúrgico • Clasificación de Botellas • La medición.	Se usará como instrumento la hoja de recolección de datos:												





SECTION 3
1:100

- 1. 200
- 2. 200
- 3. 200
- 4. 200
- 5. 200
- 6. 200
- 7. 200
- 8. 200
- 9. 200
- 10. 200
- 11. 200
- 12. 200
- 13. 200
- 14. 200
- 15. 200
- 16. 200
- 17. 200
- 18. 200
- 19. 200
- 20. 200
- 21. 200
- 22. 200
- 23. 200
- 24. 200
- 25. 200
- 26. 200
- 27. 200
- 28. 200
- 29. 200
- 30. 200
- 31. 200
- 32. 200
- 33. 200
- 34. 200
- 35. 200
- 36. 200
- 37. 200
- 38. 200
- 39. 200
- 40. 200
- 41. 200
- 42. 200
- 43. 200
- 44. 200
- 45. 200
- 46. 200
- 47. 200
- 48. 200
- 49. 200
- 50. 200
- 51. 200
- 52. 200
- 53. 200
- 54. 200
- 55. 200
- 56. 200
- 57. 200
- 58. 200
- 59. 200
- 60. 200
- 61. 200
- 62. 200
- 63. 200
- 64. 200
- 65. 200
- 66. 200
- 67. 200
- 68. 200
- 69. 200
- 70. 200
- 71. 200
- 72. 200
- 73. 200
- 74. 200
- 75. 200
- 76. 200
- 77. 200
- 78. 200
- 79. 200
- 80. 200
- 81. 200
- 82. 200
- 83. 200
- 84. 200
- 85. 200
- 86. 200
- 87. 200
- 88. 200
- 89. 200
- 90. 200
- 91. 200
- 92. 200
- 93. 200
- 94. 200
- 95. 200
- 96. 200
- 97. 200
- 98. 200
- 99. 200
- 100. 200

NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...
11	...	...	...	...
12	...	...	...	...
13	...	...	...	...
14	...	...	...	...
15	...	...	...	...
16	...	...	...	...
17	...	...	...	...
18	...	...	...	...
19	...	...	...	...
20	...	...	...	...
21	...	...	...	...
22	...	...	...	...
23	...	...	...	...
24	...	...	...	...
25	...	...	...	...
26	...	...	...	...
27	...	...	...	...
28	...	...	...	...
29	...	...	...	...
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...
51	...	...	...	...
52	...	...	...	...
53	...	...	...	...
54	...	...	...	...
55	...	...	...	...
56	...	...	...	...
57	...	...	...	...
58	...	...	...	...
59	...	...	...	...
60	...	...	...	...
61	...	...	...	...
62	...	...	...	...
63	...	...	...	...
64	...	...	...	...
65	...	...	...	...
66	...	...	...	...
67	...	...	...	...
68	...	...	...	...
69	...	...	...	...
70	...	...	...	...
71	...	...	...	...
72	...	...	...	...
73	...	...	...	...
74	...	...	...	...
75	...	...	...	...
76	...	...	...	...
77	...	...	...	...
78	...	...	...	...
79	...	...	...	...
80	...	...	...	...
81	...	...	...	...
82	...	...	...	...
83	...	...	...	...
84	...	...	...	...
85	...	...	...	...
86	...	...	...	...
87	...	...	...	...
88	...	...	...	...
89	...	...	...	...
90	...	...	...	...
91	...	...	...	...
92	...	...	...	...
93	...	...	...	...
94	...	...	...	...
95	...	...	...	...
96	...	...	...	...
97	...	...	...	...
98	...	...	...	...
99	...	...	...	...
100	...	...	...	...



IN ARCH 1000 01

OWNER: ...

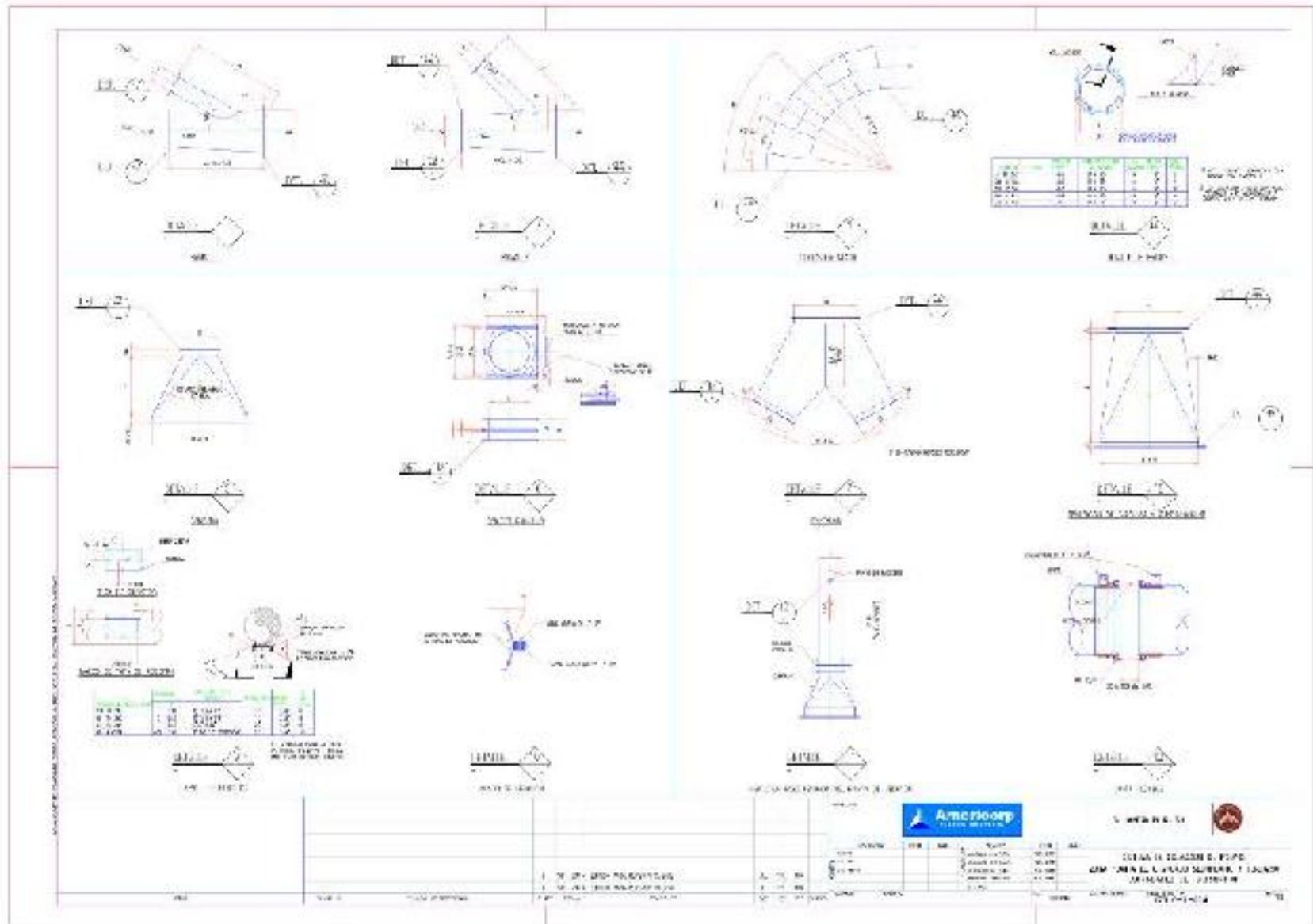
DESIGNER: ...

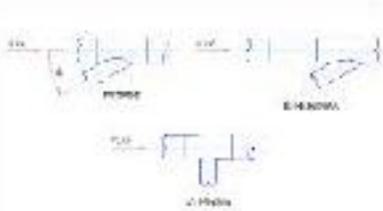
DATE: ...

SCALE: ...

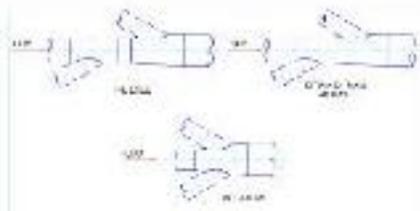
PROJECT: ...

NO. 1000





SHAFT WITH KEYWAY
 TECHNICAL DRAWING
 DIMENSIONS: 10, 20, 30, 40, 50



SHAFT WITH KEYWAY
 TECHNICAL DRAWING
 DIMENSIONS: 10, 20, 30, 40, 50

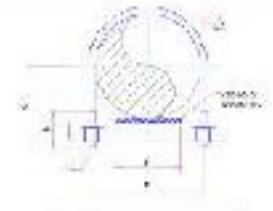
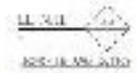
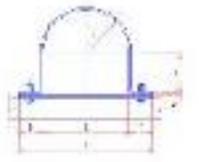
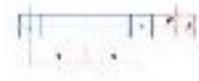
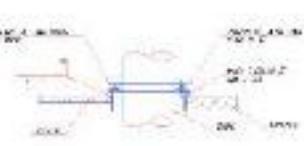
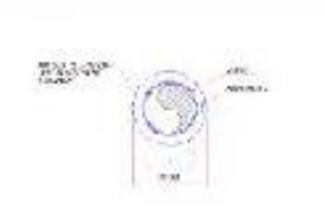


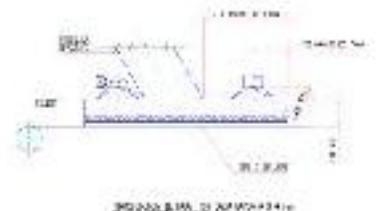
TABLE 1		TABLE 2	
1	2	3	4
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32

NOTE: THE TABLES ARE FOR REFERENCE ONLY. THE DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.

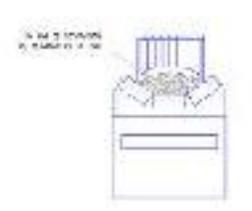


TABLE 3		TABLE 4	
1	2	3	4
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

TECHNICAL DRAWING AND DIMENSIONS OF SHAFTS



SHAFT WITH KEYWAY
 TECHNICAL DRAWING
 DIMENSIONS: 10, 20, 30, 40, 50

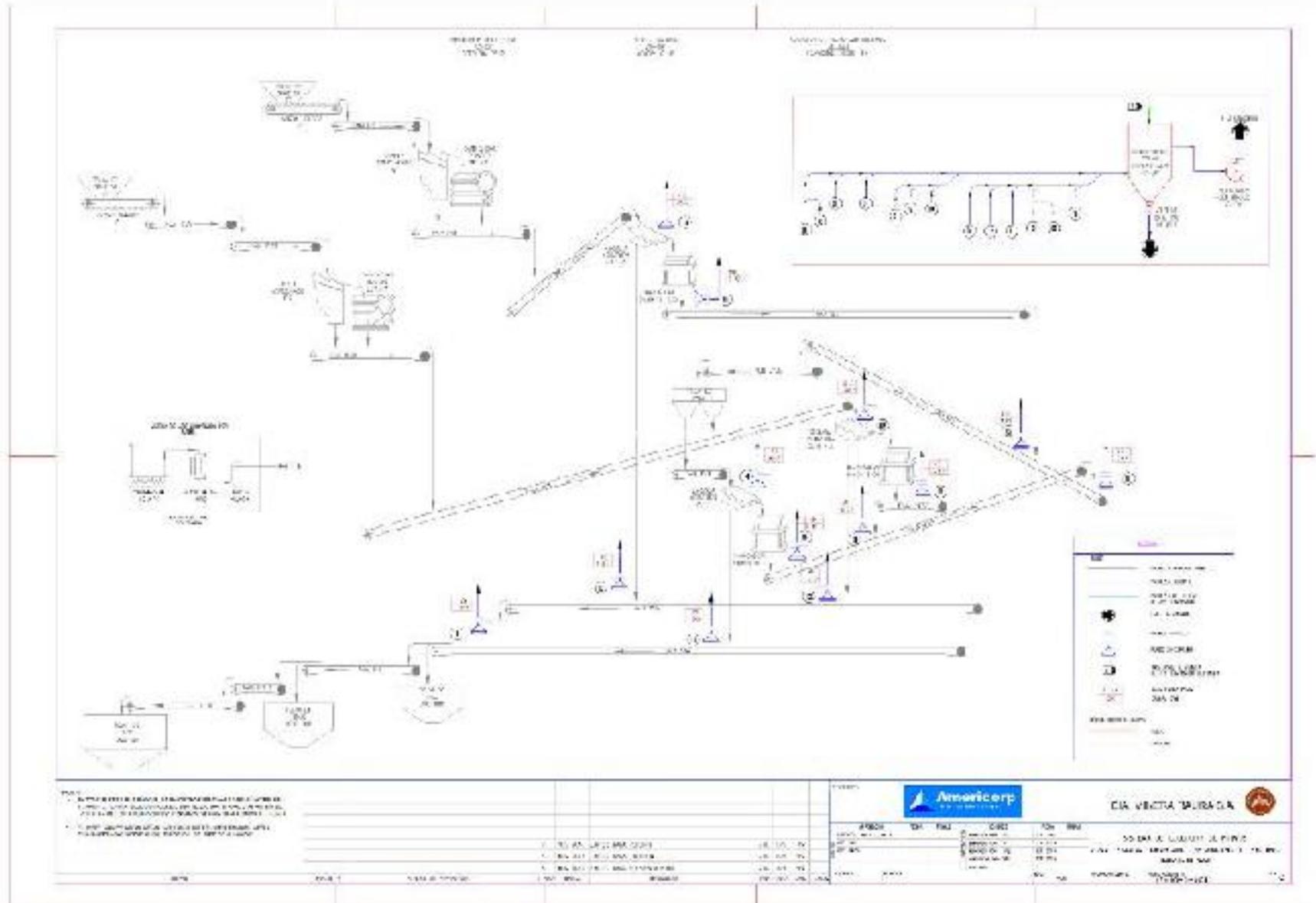


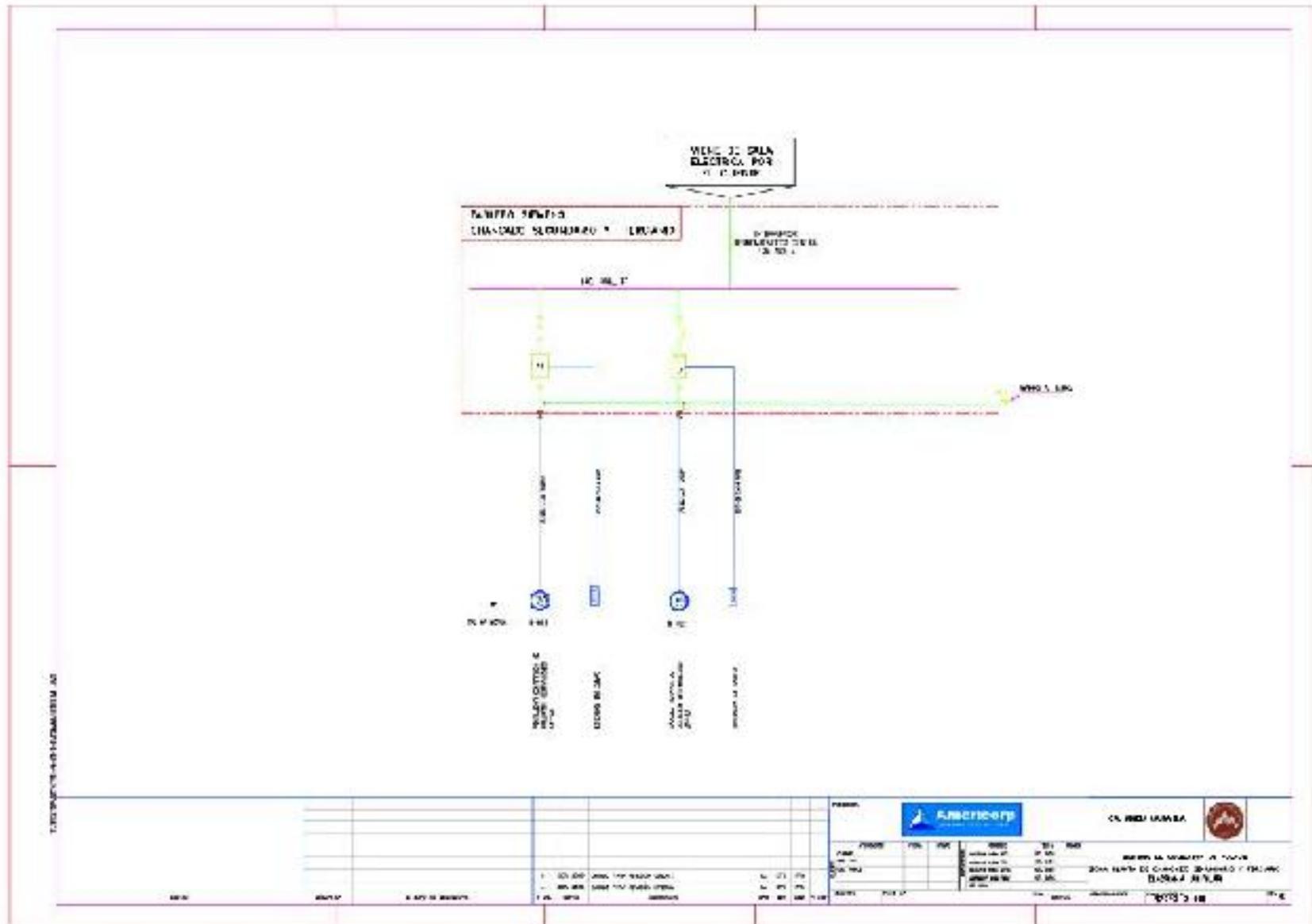
SHAFT WITH KEYWAY
 TECHNICAL DRAWING
 DIMENSIONS: 10, 20, 30, 40, 50

Amaticorp

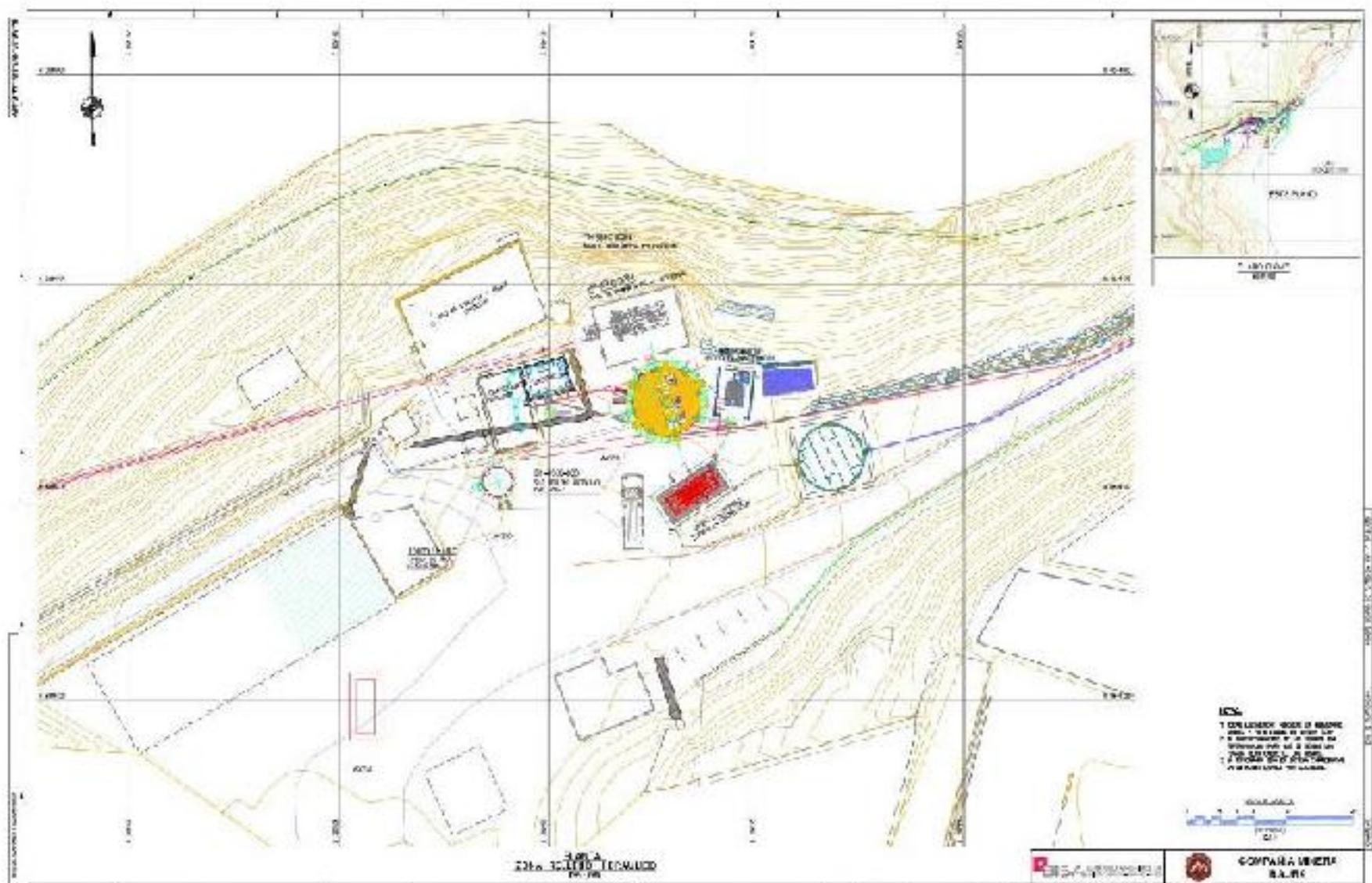
TECHNICAL DRAWING AND DIMENSIONS OF SHAFTS

NO. 001	REV. 001	DATE: 10/2020	DRAWN BY: [Name]	CHECKED BY: [Name]
---------	----------	---------------	------------------	--------------------





DIAGRAMAS SILO DE RELLENO HIDRAULICO

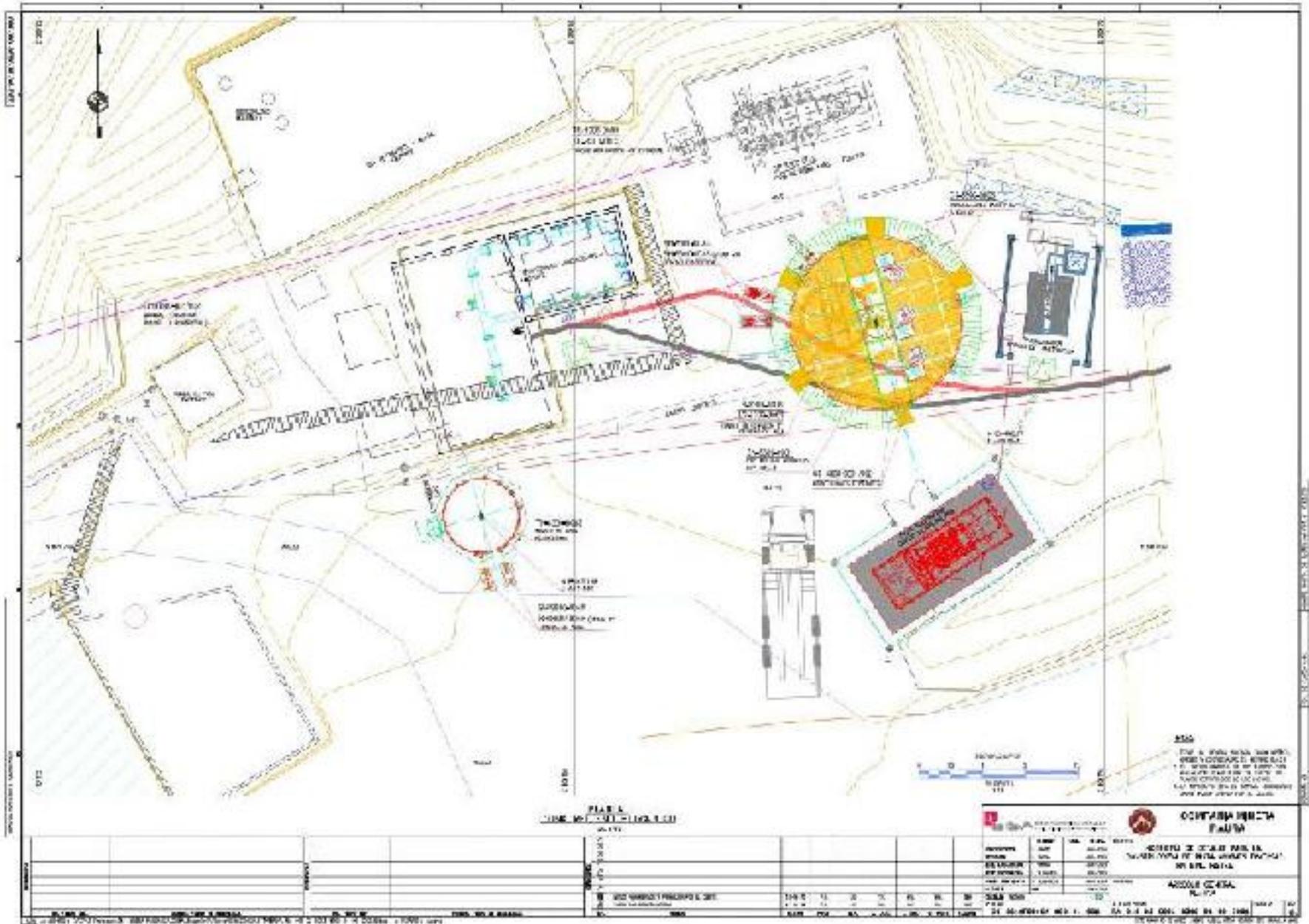


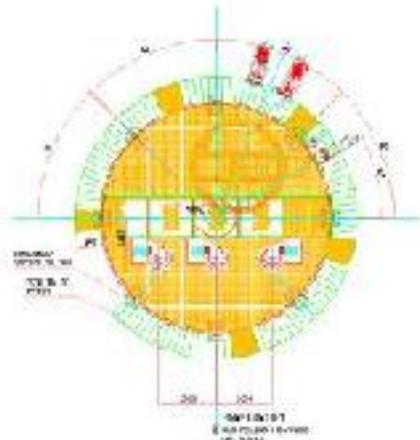
ICS:
 1. DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD.
 2. DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD.
 3. DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD.



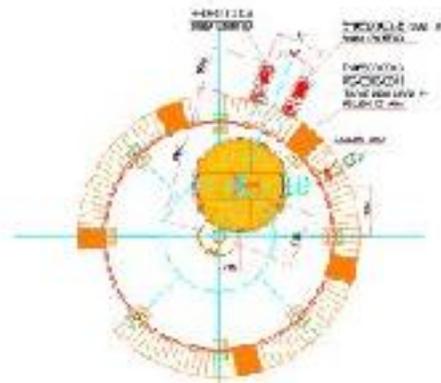
REVISIÓN		AUTORIZACIÓN		FECHA		PROYECTO		CLIENTE		EMPRESA	
1	REVISIÓN	1	AUTORIZACIÓN	1	FECHA	1	PROYECTO	1	CLIENTE	1	EMPRESA
2	REVISIÓN	2	AUTORIZACIÓN	2	FECHA	2	PROYECTO	2	CLIENTE	2	EMPRESA
3	REVISIÓN	3	AUTORIZACIÓN	3	FECHA	3	PROYECTO	3	CLIENTE	3	EMPRESA
4	REVISIÓN	4	AUTORIZACIÓN	4	FECHA	4	PROYECTO	4	CLIENTE	4	EMPRESA
5	REVISIÓN	5	AUTORIZACIÓN	5	FECHA	5	PROYECTO	5	CLIENTE	5	EMPRESA
6	REVISIÓN	6	AUTORIZACIÓN	6	FECHA	6	PROYECTO	6	CLIENTE	6	EMPRESA
7	REVISIÓN	7	AUTORIZACIÓN	7	FECHA	7	PROYECTO	7	CLIENTE	7	EMPRESA
8	REVISIÓN	8	AUTORIZACIÓN	8	FECHA	8	PROYECTO	8	CLIENTE	8	EMPRESA
9	REVISIÓN	9	AUTORIZACIÓN	9	FECHA	9	PROYECTO	9	CLIENTE	9	EMPRESA
10	REVISIÓN	10	AUTORIZACIÓN	10	FECHA	10	PROYECTO	10	CLIENTE	10	EMPRESA

COMPAÑIA GENERAL
 S.A. DE C.V.
 INGENIERIA DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BÁSICOS DE LA COMUNIDAD
 EN LAS CIUDADES
 CALLE 1000 00
 L.A. 00
 TELÉFONO: 01-985-430-1300 (Ext. 11-001)
 FAX: 01-985-430-1300 (Ext. 11-002)

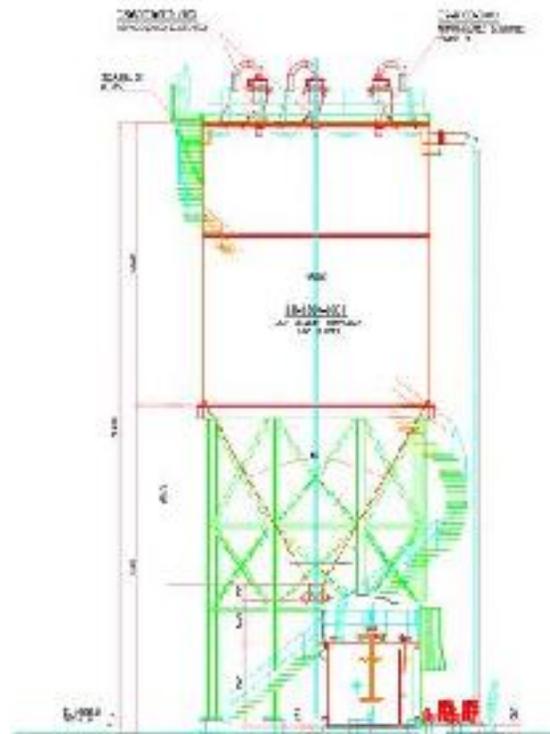




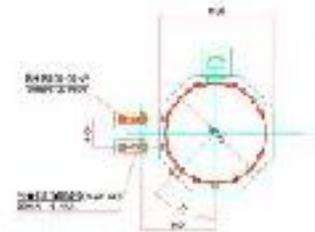
VISTA DE PLANTA PRIMER PISO



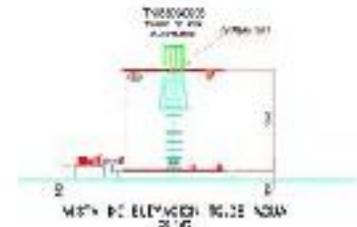
VISTA DE PLANTA SEGUNDO PISO



VISTA DE ELEVACION



VISTA DE TRAZO DE LA SALA



VISTA DE ELEVACION DE LA SALA

NOTA:
 1. Toda construcción deberá ser conforme a las normas vigentes en Chile.
 2. El proyecto es de carácter preliminar y no garantiza la exactitud de las medidas.
 3. El cliente es responsable de verificar la exactitud de las medidas y condiciones del terreno antes de iniciar la construcción.



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

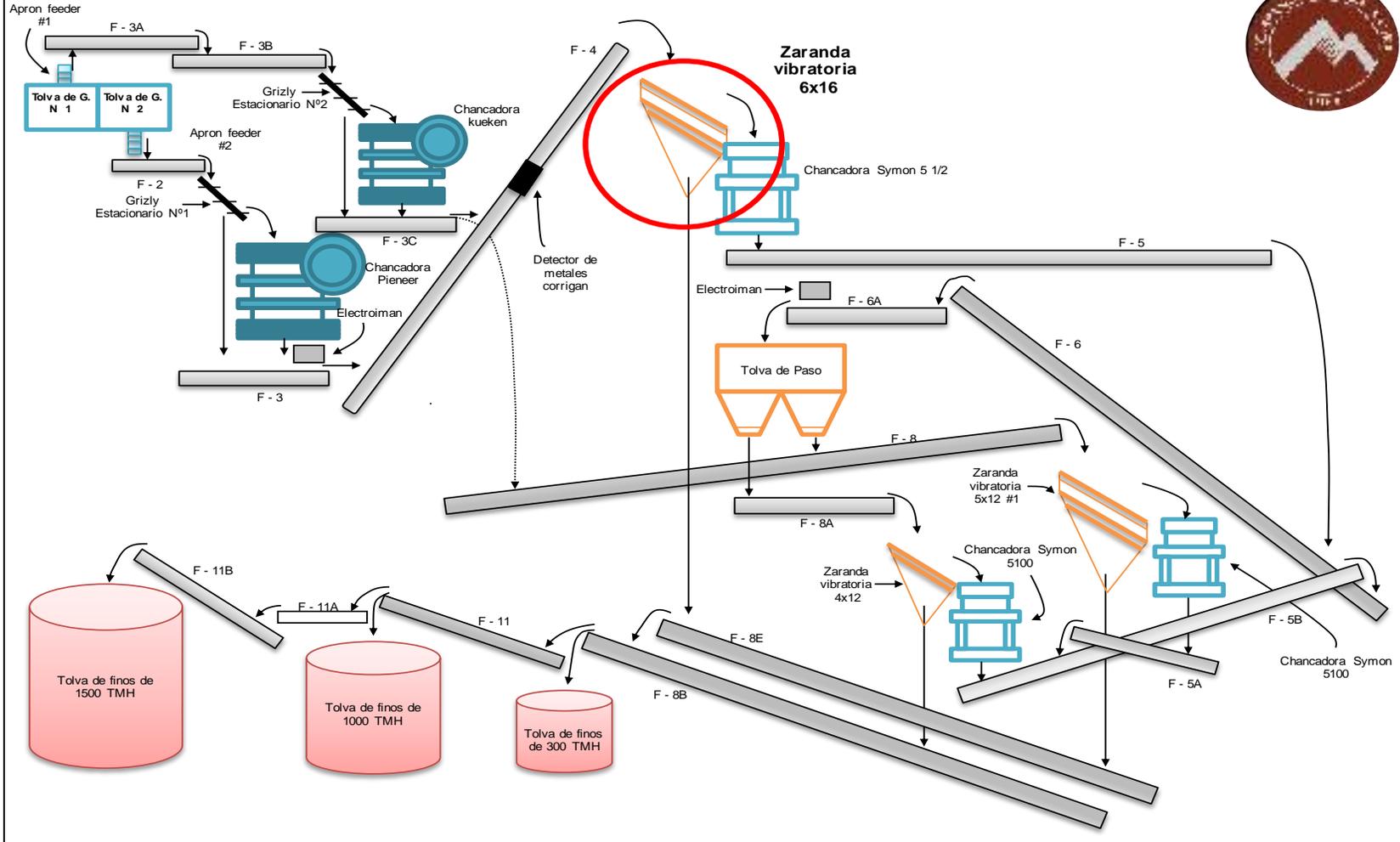
	INGENIERIA INGENIERIA CIVIL INGENIERIA EN OBRAS DE CONCRETO INGENIERIA EN ESTRUCTURAS	CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONCRETO EN CONSTRUCCION DE METALOMARCA EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA
	INGENIERO EN JEFE ING. ... INGENIERO AUXILIAR ING. ... INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO ING. ...	
PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA		PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA PROYECTO DE OBRAS DE CONCRETO EN LA SALA DE LA SALA

ANEXO Nº 2: HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS - EXCEL

PRODUCTO	% Peso	Peso Acumulado	ENSAYE: %				RECUPERACION: %				Contenido Metálico: Unid./TM				
			Pb	Zn	Cu	Fe	Acum Pb	Pb	Zn	Acum Zn	Fe	Pb Kg	Zn Kg	Cu Kg	Fe Kg
Conc Nat. Flot I															
Conc Nat. Flot II															
Conc Nat. Flot III															
TOTAL NF															
Conc Ro - Pb															
Conc Scv - Pb															
TOTAL Ro - Scv Pb															
Conc Ro Zn															
Conc Scv Zn I															
Conc Scv Zn II															
TOTAL Ro - Scv Zn															
RELAVE															
CABEZA CALCULADA.															
CABEZA ENSAYADA															

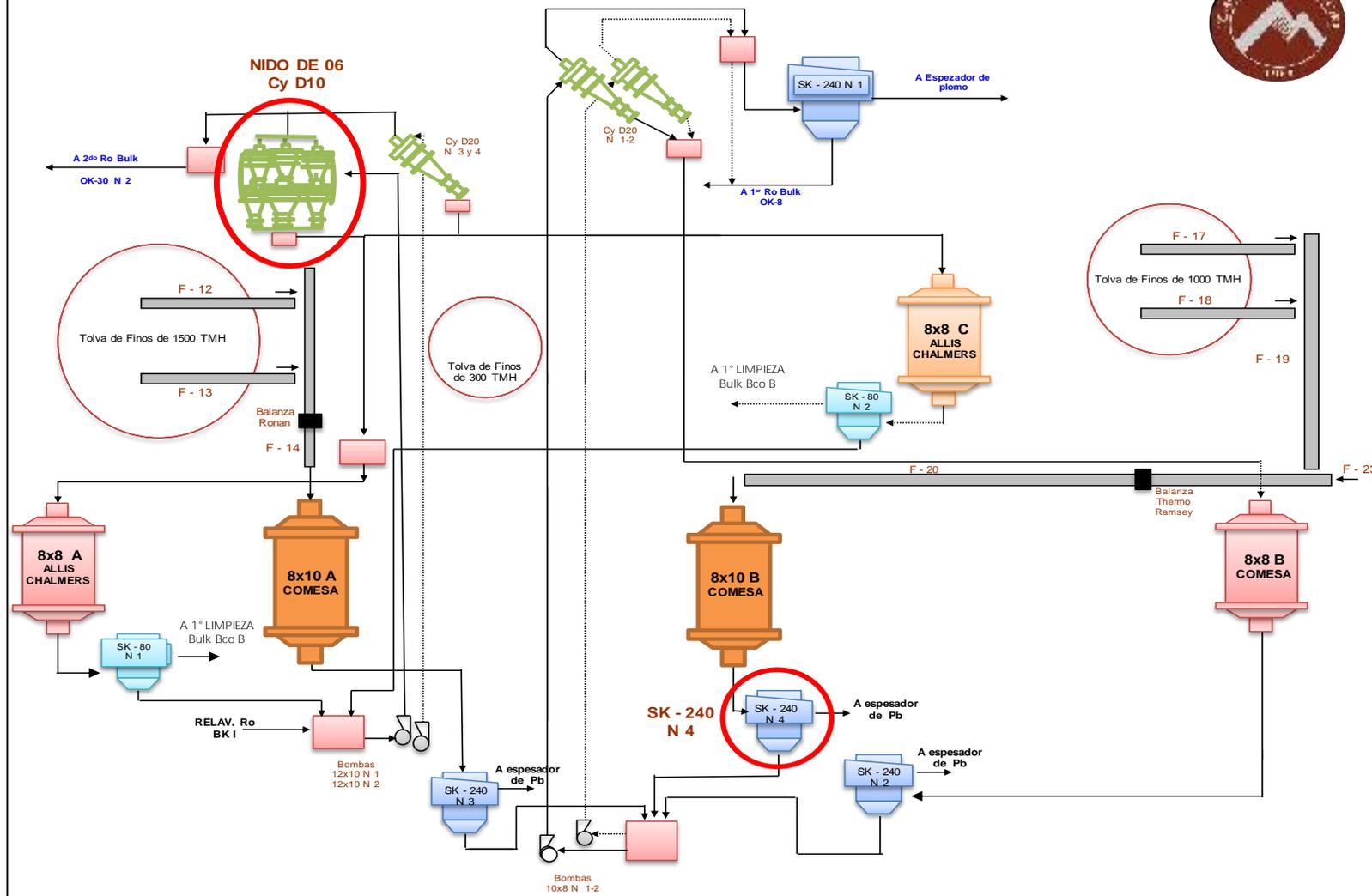
DIAGRAMAS DE FLUJO

DIAGRAMA DE FLUJO SECCIÓN CHANCADO



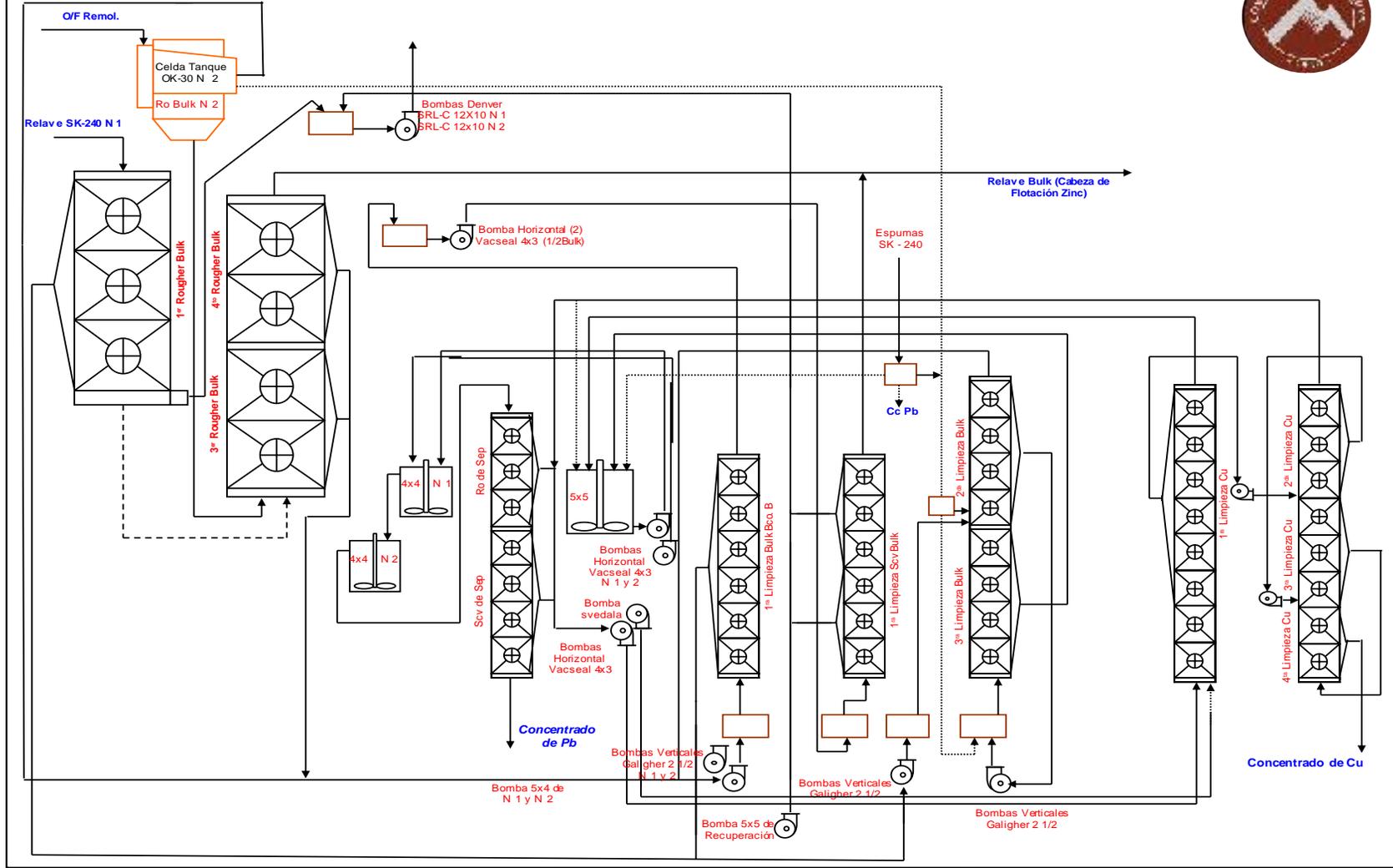
Dibujo : Erick Santillan Avalos | Escala : s/e | Fecha : 20-12-18 | Revisado por : José Salcedo | Fecha : 21-01-19 | Aprobado por : José Salcedo | Fecha : 21-01-19

DIAGRAMA DE FLUJO SECCIÓN DE MOLIENDA Y REMOLIENDA



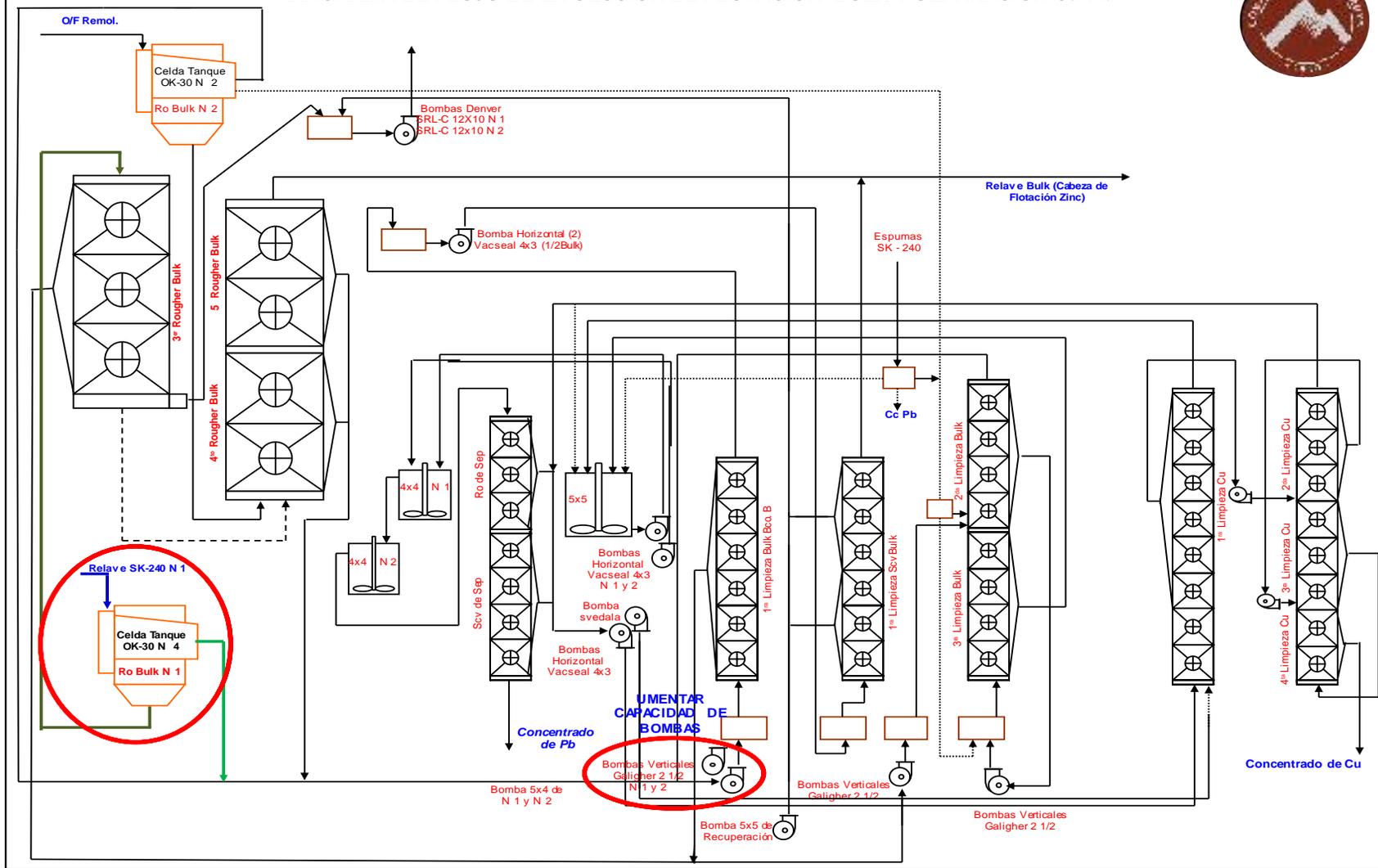
Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCIÓN DE FLOTACIÓN BULK Y SEPARACIÓN Cu-Pb



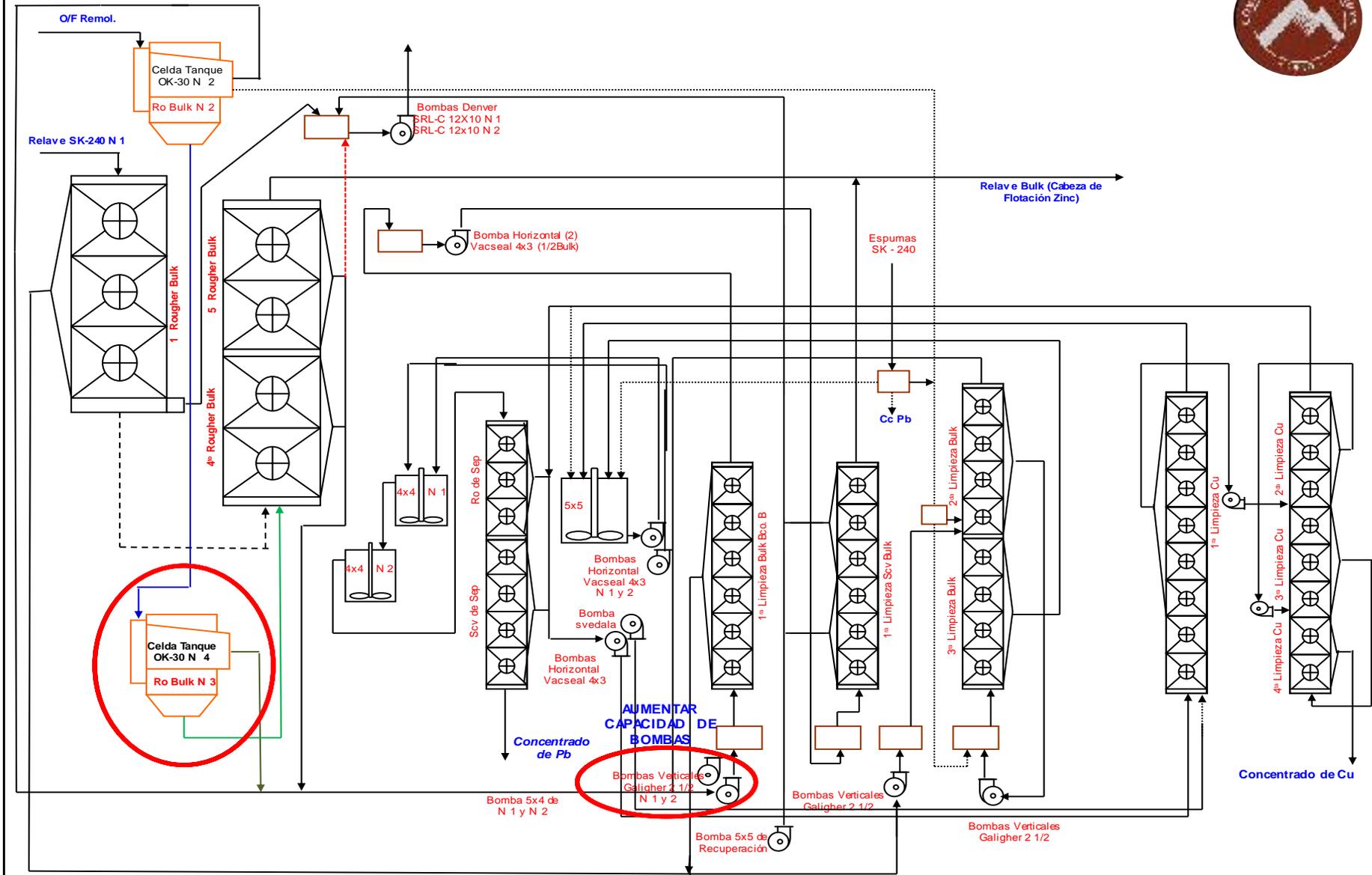
Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCIÓN DE FLOTACIÓN BULK Y SEPARACIÓN Cu-Pb



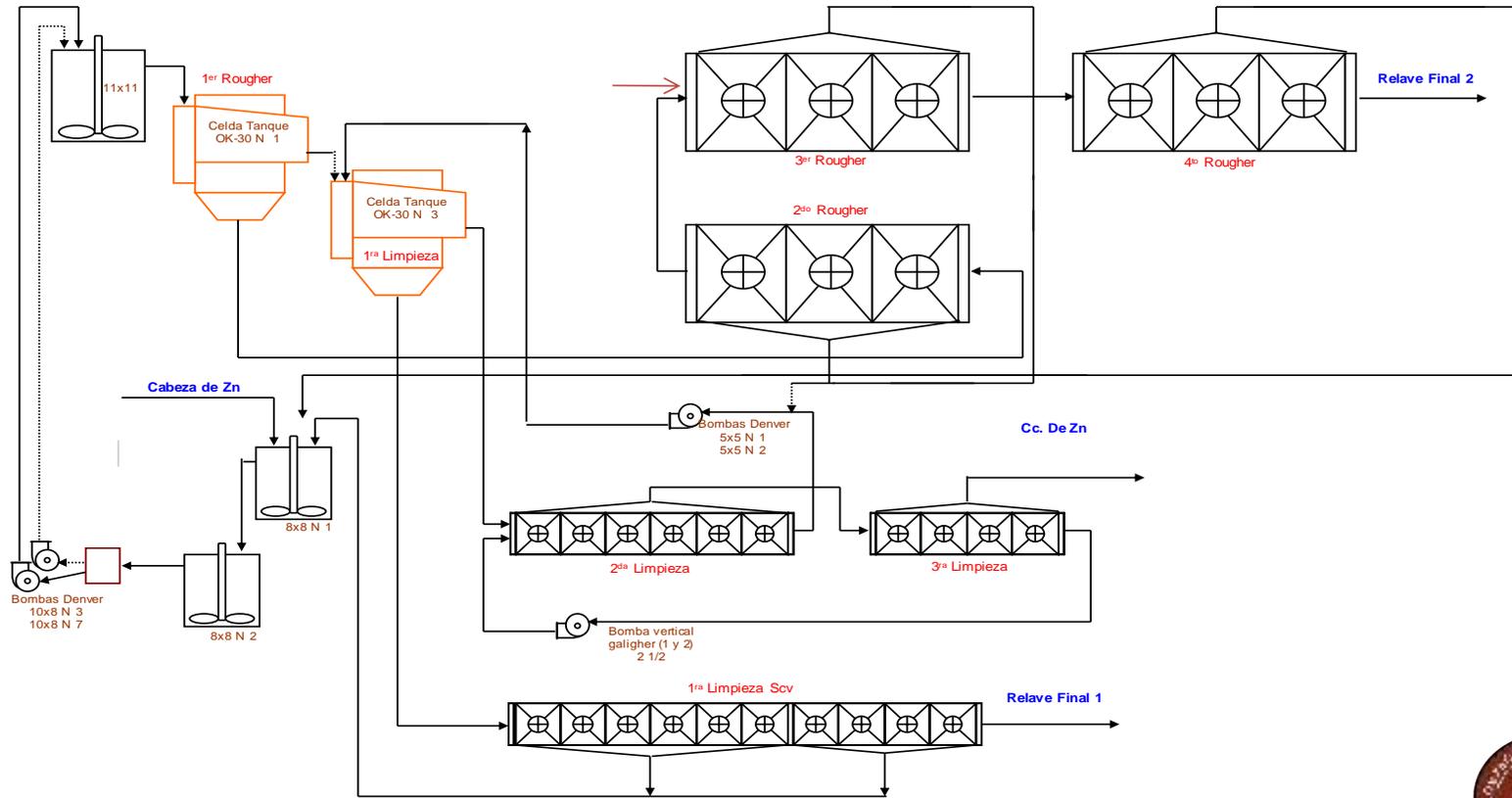
Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCIÓN DE FLOTACIÓN BULK Y SEPARACIÓN Cu-Pb



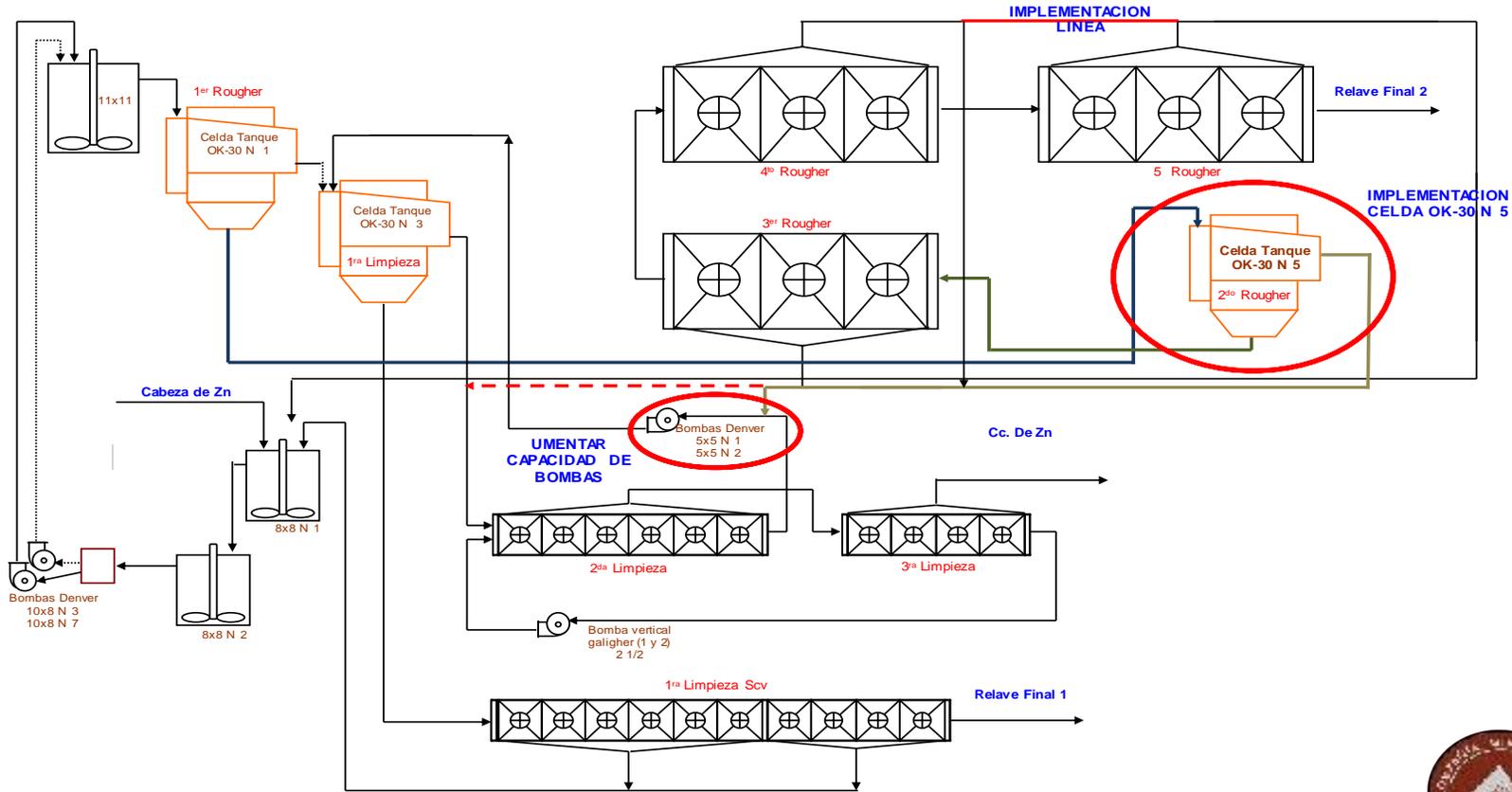
Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCIÓN DE FLOTACIÓN DE ZINC



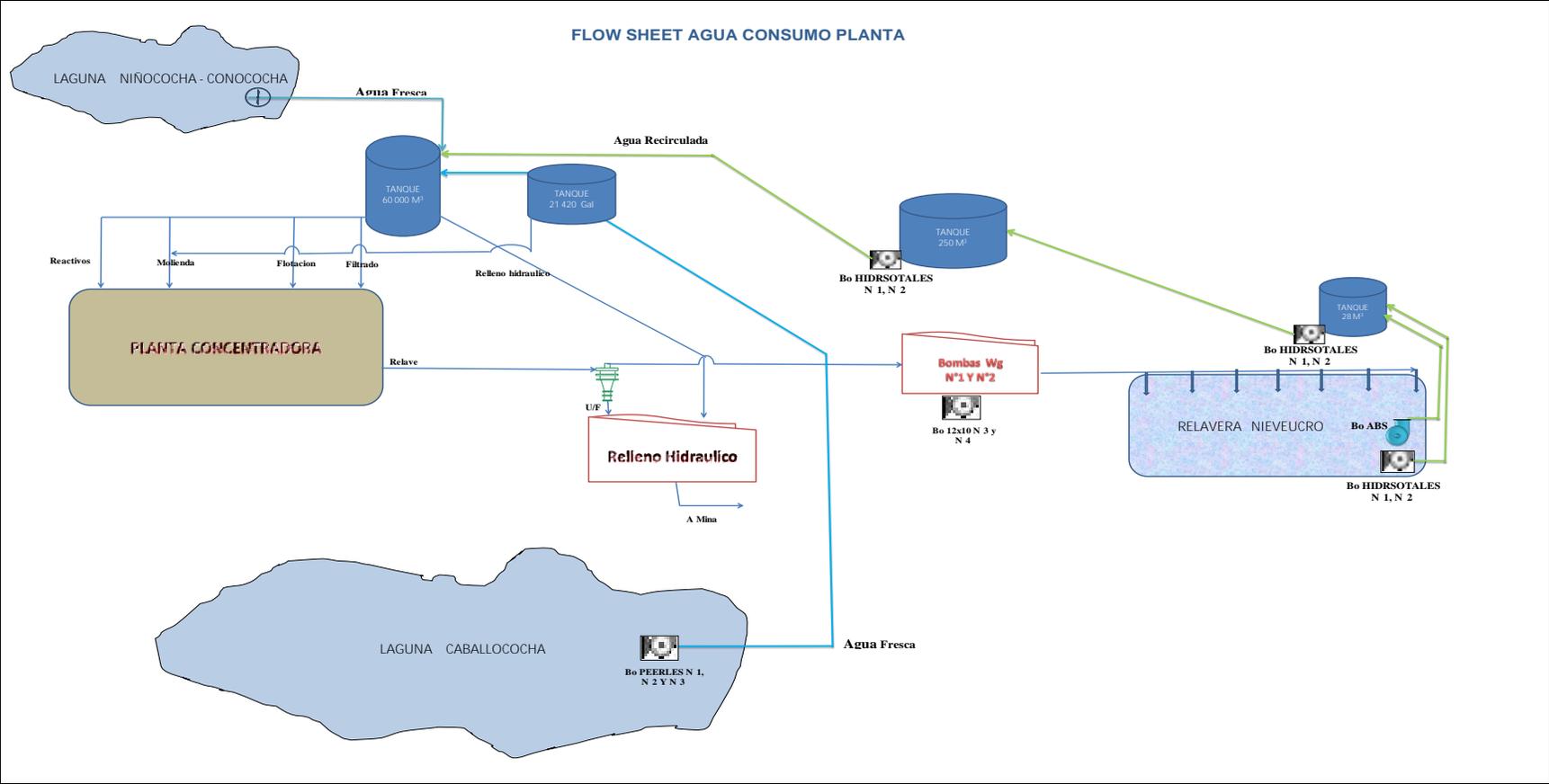
Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCIÓN DE FLOTACIÓN DE ZINC

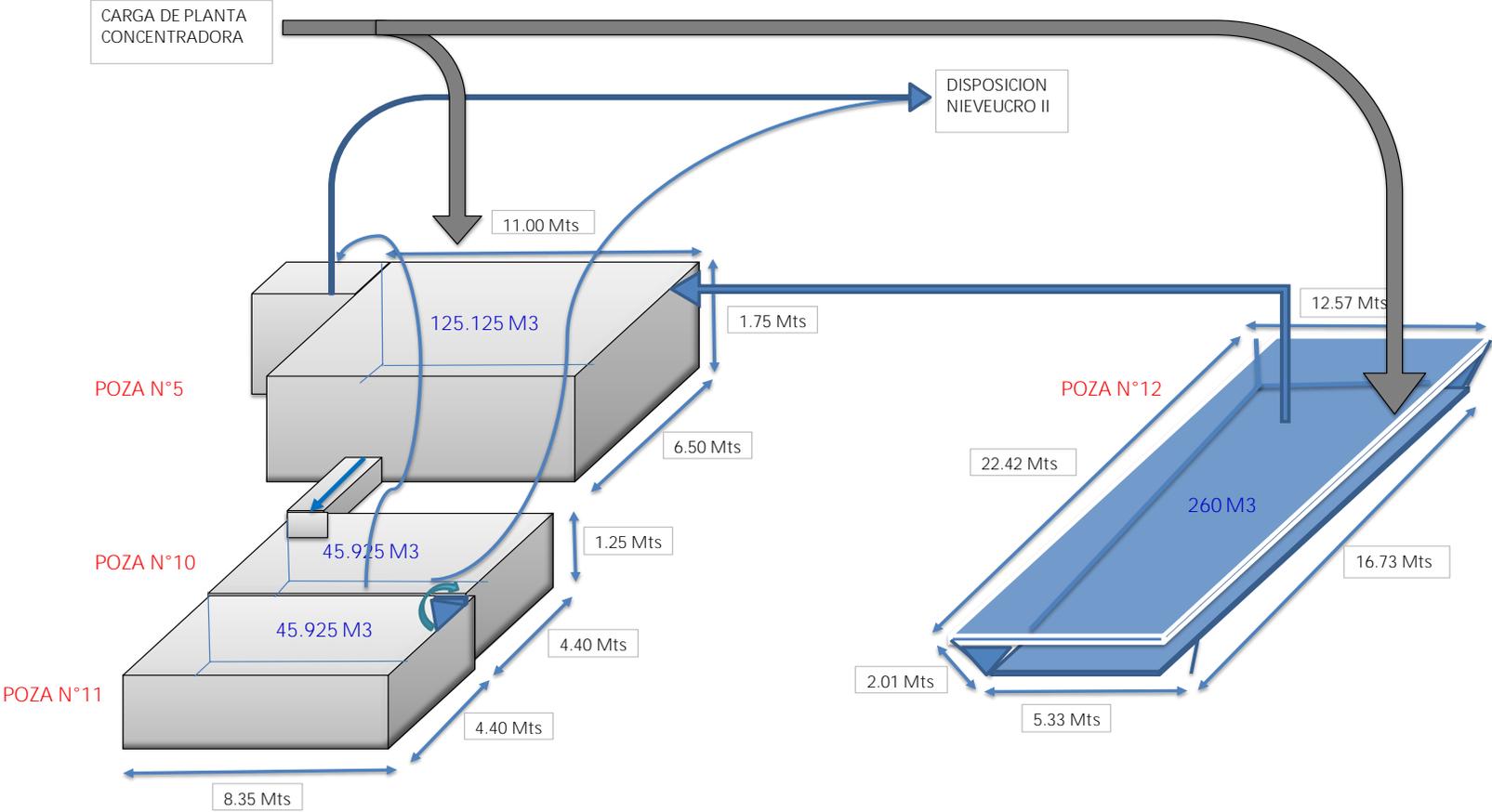


Dibujo :	Escala : s/e	Fecha :	Revisado por :	Fecha :	Aprobado por :	Fecha :
----------	--------------	---------	----------------	---------	----------------	---------

FLOW SHEET AGUA CONSUMO PLANTA



POZAS DE CONTINGENCIAS



Secciones y circuitos dentro de la planta concentradora

Características de la Planta Concentradora

La producción de mineral polimetálico de plomo, cobre, zinc y plata trabaja con un promedio de 2350 TMS por día. El proceso se da empezando de transporte del mineral procedente de las minas, Esperanza, Gayco y Tajo abierto con dirección a las canchas de gruesos de la planta concentradora. La incursión del mineral a las tolvas de gruesos se hace a través de un cargador frontal CAT 966 haciendo un blending en la proporción de 2-1-1/2-1/2 (variable) de mineral de Zn - Ag-Pb y Cu. Las tolvas de gruesos poseen una capacidad de 150 TM y disponen de un emparrillado de 15" de abertura. Dentro de la parrilla de la tolva de gruesos se tiene un rompe bancos marca Kant KH1386 de 100 lbs. de presión para fragmentar el mineral sobre tamaño que queda sobre las parrillas.

El circuito en la planta concentradora está compuesto de diversas secciones como: Chancado, Molienda, Remolienda de medios de bulk y de Zn, Flotación, Espesamiento y Filtrado, despacho de concentrados y cancha de almacenamiento de relaves. Para entender correctamente la definición, a continuación, se brinda los detalles de cada sección:

Sección Chancado. - Consta de 3 etapas: Chancado primario, chancado secundario y chancado terciario.

Circuitos de Chancado. -

Circuito PIONEER: se extrae el mineral proveniente de la tolva de gruesos N° 2 a través del alimentador de plicas N° 2 de 42" x 12'. Gracias a la faja transportadora N° 2 de 36' de ancho, es alimentado a una chancadora de quijada PIONEER de 35" x 46". La chancadora es calibrada a un set de 4". El tamaño promedio de la alimentación es de (15") y el tamaño del producto (4"). Para

permitir mayor rendimiento de la chancadora PIONEER se tiene una parrilla estacionaria de 6" de longitud por 4½" de abertura. El producto obtenido gracias al chancado primario es transportado por la faja N° 3 de 36" de ancho hasta la zaranda vibratoria Tyrock 5' x 12" N° 1 de doble piso. El primer piso trabaja con malla metálica con aberturas de ½" x 5". El piso superior posee una malla de poliuretano con aberturas de 2½" x 2½". El under size de esta zaranda pasa a las tolvas de finos y el over size ingresa a la etapa de chancado secundario. Sobre la faja N° 4 se tiene un detector de metales Corrigan Metrorr 117C, 50 Hz para detectar piezas metálicas que vienen junto al mineral y que podrían producir daños a las chancadoras cónicas de las siguientes etapas. Este circuito trabaja con una chancadora secundaria Sy-51/2 y Dos chancadoras terciarias 5100.

Circuito Kue-Ken: Se dispone de una chancadora de quijadas KUE KEN de 20" x 42", en stand by, instalada en paralelo con la chancadora PIONEER 35" x 46" y que trabaja con la tolva de gruesos N 1, el alimentador de placas N°1 de 42" x 12" y con las fajas transportadoras N°3A y N° 3B de 36" de ancho. El producto obtenido gracias al chancado primario es alimentado mediante la faja 3C a la zaranda vibratoria Tyrock 5' x 12" N 2 de un solo piso. Las aberturas de las mallas del primer sector son de 1/2x5" y el segundo sector de 1/2x1". El under size de esta zaranda pasa a las tolvas de finos y el over a la chancadora 5100 Ma. Que trabaja como chancadora secundaria. Este circuito se caracteriza por trabajar con sólo una chancadora terciaria lo que permite evitar alto consumo de energía al quedar paradas las chancadoras PIONEER y Sy -51/2.

Chancado Secundario. - El over size de la zaranda 5 x 12 N° 1 es alimentado a la chancadora Symons 5½. Esta chancadora está graduada a un set de 1½". El tamaño promedio del producto es de 1 ¼". Este producto llega hasta la tolva de

paso a través de las fajas transportadoras N° 5, 6 y 6A de 24", 36" y 36" de ancho. El mineral de la tolva de paso se extrae mediante los alimentadores vibratorios 64 N° 1 y 2 y mediante las fajas transportadoras N° 8 y 8A de 24" de ancho, se alimentan a las zarandas vibratorias Tyrock 5 x 12 N° 2 y a la zaranda 4 x 12. Estas zarandas son de piso simple y están equipados con malla metálica de 1/2" x 5" de abertura. El under size pasa a las tolvas de finos y el over size constituye la alimentación de la etapa del chancado terciario.

Chancado Terciario. - El over size de las zarandas vibratorias Tyrock N° 1 y zaranda Allis Chalmes 4 x 12, con un tamaño promedio de 1 3/4" se alimentan a las chancadoras Symons 5100 mm (Madrigal) y chancadora Symons 5100 (Minsur). Estas chancadoras estén graduadas a 7/16" de abertura de descarga y dan un producto promedio de entre 1/2 a 3/4". Estos productos mediante las fajas transportadoras N° 5A y 5B descargan en la faja N° 6, juntándose con el producto del chancado secundario. Las fajas transportadoras N° 8 y 8A extraen el mineral de la tolva de paso y cierran el circuito. El producto final del circuito de chancado tiene un tamaño promedio de 1/2 a 3/4". Mediante las fajas transportadoras N° 8B, 8E, 11, 11Aa y 11B se alimentan a dos tolvas de finos de 1000 TM y 1500 TM de capacidad.

Para eliminar los residuos obtenidos durante la etapa de chancado primario y terciario (partículas finas) se tienen a disposición dos extractores de polvo permitiendo así la mejora de calidad en el ambiente de los trabajadores.

ANALISIS DE MALLA DE EL PRODUCTO DE CHANCADO

FAJA 8 "B"

N° Malla	Peso en gr.	% Peso	% Pasante	% Retenido
3/4"	99.7	9.97	9.97	90.03
1/2"	300.6	30.06	40.03	59.97
3/8"	190.2	19.02	59.05	40.95
1/4"	112.2	11.22	70.27	29.73
4	41.8	4.18	74.45	25.55
10	80.4	8.04	82.49	17.51
30	54.6	5.46	87.95	12.05
50	35.7	3.57	91.52	8.48
70	25.9	2.59	94.11	5.89
100	18.1	1.81	95.92	4.08
150	15.4	1.54	97.46	2.54
200	14.4	1.44	98.90	1.10
-200	11	1.10	100.00	0.00
	1000	100.00	100.00	0.00

Sección Mollenda. - La liberación del mineral se lleva a cabo gracias a tres etapas:

Mollenda Primaria. – realizada a través de los siguientes circuitos:

- **Circuito del molino Comesa 8' x 10'A**
- **Circuito del molino Comesa 8' x 10'B**

El proceso se realiza a partir de la extracción de la tolva de finos de 1500 TM mediante fajas transportadoras N° 12 y 13 con 36" de ancho y es alimentado al molino Comesa 8 x 10A mediante una faja transportadora de N° 14 con 36" de ancho con una producción de 50 TMH/hora. Para garantizar un buen control de tonELAJE se hace uso de la balanza Ohmart con una capacidad de 80 TM. El

promedio en tamaño de alimentación (F80) destinado a este es de (1/2") y el tamaño promedio del producto obtenido es de 50% - 200 mallas.

A través de las fajas transportadoras N°17 y 18 con 36" de ancho es posible extraer el mineral proveniente de la tolva de finos de 1000 TM. Asimismo gracias a las fajas portadoras transportadoras N° 19 y 20 con 24" de ancho es posible alimentar el mineral hacia circuito de Molino Comesa 8 x 10B con una producción de 50TMH/hora. La supervisión del horario de tonelaje seguido cabo a través de una balanza mecánica Adecuate con una capacidad de 70 TM. Los molinos primarios 8 x 10A y 8 x 10B operan mediante un circuito abierto. La descarga del obtenido es alimentada a través de una bomba Denver SRL10 x 8 N° 1, y la mencionada a su vez, se clasifica en un ciclón D-20 ϕ N° 1 Krebs. El over flow del ciclón D-20 ϕ N° 1 pasa a la flotación Ro Bulk I conformado con un banco de cuatro celdas Ok-8 de 300 pies cúbicos, donde empieza la flotación Cu-Pb N° 1 y el under flow de dicho ciclón pasa a la etapa de molenda secundaria en el molino Comesa 8 x 8B.

La bomba Denver SRL 10 x 8 N° 1 trabaja en stand by con la bomba Denver SRL 10 x 8 N° 2 y los ciclones D-20 ϕ tipo Krebs.

Molenda Secundaria.- El under flow de los ciclones D-20 ϕ , es alimentado al molino Comesa 8 x 8B. La descarga de este molino se junta con las descargas de los dos molinos primarios 8 x 10A y 8 x 10B y a través de las bombas 10 x 8 N° 1 o 10 x 8 N° 2 (una en stand by de la otra) retorna al ciclón D-20 ϕ N° 1 y/o D-20 ϕ N° 2, formando el circuito cerrado molino 8 x 8B – ciclones D-20 ϕ .

Circuito de Remolenda. – en este circuito es posible encontrar dos molinos 8x8: En el circuito bulk-el retive del banco rougher bulk N° 1 Cu-Pb es alimentado mediante bombas Denver SRL 12" x 10" N° 1 y N° 2, al molino Allis Chalmes 8

x 8 A y 8 x 8 C, previo control y clasificación en dos ciclones D-20 ϕ Krebs, El under flow de los ciclones constituye el alimento a los molinos y el over flow, es enviado a la etapa de flotación rougher bulk N° 2 Cu-Pb.

Sección Flotación. - Esta sección está constituida por los siguientes circuitos:

Circuito de flotación bulk cobre - plomo. - La pulpa preparada en el circuito de molienda a una densidad de 1450 gr/l y con 48% de sólidos pasa al circuito de flotación bulk cobre - plomo. El 100% del over flow que proviene del circuito de molienda, con una granulometría promedio de (51% -200 mallas), se alimenta al banco rougher bulk N 1. El relave obtenido gracias a esta celda será enviado directamente al banco rougher N 3, y/o a la bomba Denver SRL 12 x 10. A través de una bomba Denver SRL 12" x 10" se envía al circuito de remolienda previa clasificación en dos ciclones D-20 ϕ Krebs, El under flow es insertado hacia los molinos de remolienda 8 x 8 A y 8 x 8 C Allis Chalmes. La descarga producidos gracias a estos molinos en trabajo mutuo con el relave del banco rougher bulk cobre - plomo N° 1 son previamente enviados a ciclones a través de la bomba Denver SRL 12 x 10, constituyéndose el circuito cerrado de la remolienda. El over flow de los ciclones D-20 ϕ con una granulometría promedio de (65% -200 mallas) ingresa por consecuencia de la gravedad hacia la etapa de flotación rougher bulk cobre - plomo N° 2 constituido por una celda Ok-30 de 1000 pies cúbicos. El relave de esta celda gracias a la gravedad, a la etapa rougher bulk cobre - plomo N° 3. Siguiendo con el proceso, el relave de la Ro. Bulk N°3 pasa hacia la etapa de flotación scavenger bulk cobre - plomo y, por último, el relave de este último banco pasa, también por gravedad, a la etapa de flotación de zinc. El concentrado scavenger bulk cobre - plomo es mandado hacia la primera limpieza Bulk banco A, a través de dos bombas horizontales Galligher 4 x 3, siendo una de ellas stand by de la otra. Los concentrados rougher bulk cobre - plomo procedente de las etapas de flotación rougher bulk N° 1, N°2 y N°3, son seguidamente transportadas gracias al bombeo hacia la primera limpieza Bulk banco B, y posteriormente hacia la siguiente tres etapas de limpieza:

Primera limpieza bulk cobre-plomo. - Etapa conformada por dos bancos de limpieza (banco A y Banco B), y como se explicó en el proceso anterior se envía el concentrado bulk cobre-plomo a través de 2 bombas verticales Galligher 2½" a

la primera limpieza Bulk banco B, la cual está constituida por 6 celdas Galligher de 36". El concentrado Scv. Bulk es enviado por dos bombas horizontales Galligher 4 x 3 un stand by de la otra, a la Primera limpieza Bulk banco conformada por 4 celdas Galligher de 36".

Segunda limpieza bulk cobre-plomo. - El concentrado bulk de la primera limpieza conforma el alimento que será destinado a la segunda limpieza bulk, que será enviada por medio de una bomba vertical Galligher de 2½" a un banco de 8 celdas Galligher de 36"

Tercera limpieza bulk cobre-plomo. - El concentrado obtenido gracias a la segunda limpieza bulk será enviado hacia la tercera limpieza bulk a través de un banco de 4 celdas Galligher de 36", por medio de una bomba vertical Galligher 2½". 70. el concentrado obtenido por la tercera limpieza supondrá el concentrado final bulk cobre-plomo y este será el que constituye la cabeza principal cobre-plomo. El relave obtenido por la tercera limpieza seriamente en base a la gravedad de la segunda limpieza, el relave de la segunda limpieza se junta con el concentrado rougher bulk y se alimenta a la primera limpieza y finalmente, el relave de la primera limpieza bulk cobre-plomo alimenta al banco scavenger bulk de separación cobre-plomo. Para el correcto funcionamiento de las celdas de flotación será necesario el suministro de aire, el cual será obtenido gracias a los dos sopladores en serie de 1250 CFM.

Circuito de separación cobre - plomo. - El concentrado bulk cobre-plomo es enviado por acción de la gravedad a un acondicionador de 5' x 5' a donde se alimenta RPB (bicromato, fosfato y CMC) a razón de 0.031 lb/TCS, funcionando como reactivo depresor del plomo. La pulpa obtenida es acondicionada y enviado a través de dos bombas Vacseal de 3" x 4" (un stand by de la otra) a la etapa de flotación rougher de cobre, conformada por un banco de tres celdas Galigher de

36". El relave obtenido en esta etapa es enviado hacia un banco de 4 celdas Galigher de 36" que opera como scavenger y el relave de este constituye el concentrado final de plomo. El concentrado scavenger y el concentrado rougher Cu/Pb se alimenta por efecto de gravedad al banco de 8 celdas Denver de 18 SP, que conforman la primera limpieza de cobre, la segunda limpieza conformada por tres celdas, la tercera limpieza por tres celdas y dos 71 celdas para la cuarta limpieza. El concentrado de la cuarta limpieza es el concentrado final de cobre, cuyo grado es de 31.35%. Los concentrados del circuito de separación tienen el siguiente ensaye promedio en Oz/TCS, %:

Concentrado de Cu				
Ag :40.41	Cu :31.35	Pb :2.75	Zn :3.48	Fe :22
Concentrado de Pb				
Ag :58.68	Cu :1.41	Pb :67.21	Zn :5	Fe :4

Circuito de Flotación de Zinc. - El relave bulk que forma parte de la cabeza de circuito de flotación tendrá la siguiente composición de concentrado:

Concentrado de Cobre			
Ag :0.8 oz/TM	Cu :0.19%	Pb :0.27%	Zn :5.8%

La pulpa conseguida gracias a la gravedad es ingresada hacia acondicionadores 8' x 8' N° 1 y N° 2, en donde será sometida a acondicionamiento por medio de cal y sulfato de cobre. La descarga del acondicionador es llevada a través de las bombas Denver SRL 10" x 8" N° 3 y 10 x 8 N° 7 hasta un acondicionador 11' x 11, la descarga del 11 x 11 alimenta a la celda tanque OK-30- TC N° 1 (rougher Zn N° 1) de 1000 pies cúbicos. Consecuentemente a este proceso el relave obtenido pasa por gravedad a un banco de 3 celdas Outokumpu de 300 pies cúbicos cada una,

formando parte de este banco la etapa de 72 flotación rougher Zn N° 2. El producto de este banco mediante gravedad será enviado a otra de tres celdas Outokumpu de 300 pies cúbicos, siendo esta etapa denominada la etapa de flotación rougher Zn N° 3. Finalmente, el relave del banco rougher Zn N° 3 ingresa por gravedad a la etapa de flotación scavenger Zn en un banco de cuatro celdas Outokumpu de 300 pies cúbicos. El relave de esta etapa se une con el relave del banco primera limpieza Scavenger Zn, formando el relave final y es enviada a la laguna caballócocha. Los concentrados de scavenger de Zn y scavenger primera limpieza Zn retornan por gravedad al acondicionador 8 x 8, conjuntamente con el relave de la flotación bulk cobre-plomo. El concentrate rougher Zn obtenido se limpia en 3 etapas:

Primera Limpieza de Zn. - El concentrate rougher Zn de la celda OK30TC, por gravedad, más los concentrados rougher Zn N° 1, 2 y 3 que son bombeados por las bombas Denver SRL 5 x 5 N° 1 y 5 x 5 N° 2.

Segunda y tercera limpieza de Zn. - El concentrate obtenido gracias a esta etapa de primera limpieza de Zn es enviado por gravedad a la segunda etapa de limpieza de Zn en un banco de 6 celdas Galligher N° 48, y el concentrate de esta etapa pasa por gravedad a la tercera etapa de 73 limpieza de Zn en un banco de 4 celdas Galligher N° 48. El concentrate de esta etapa es el concentrate final de Zn. El relave de la tercera limpieza de Zn se junta con el concentrate de primera limpieza y se alimenta a la segunda limpieza; el relave de la segunda limpieza se junta con los concentrados rougher Zn N° 1, 2 y 3 y son enviados a la primera limpieza de Zn. Por último, El relave obtenido gracias a la primera limpieza de Zn ingresa mediante gravedad casi del banco Scavenger Zn. El aire necesario para el

funcionamiento correcto de las celdas se suministra mediante los siguientes sopladores

- Celda OK-30-TC: Soplador Sutoblit de 3000 CFM
- Celda OK-8: Soplador Spencer de 4000 CFM.

La composición de relave y concentrado final en Oz/TCS, %;

Concentrado de Zn				
Ag 3.04	Cu 1.71	Pb 0.74	Zn 57.53	Fe 4
Relave Final				
Ag 0.39	Cu 0.06	Pb 0.15	Zn 0.28	Fe 1

Sección Espesamiento y Filtrado. - Para garantizar un muestreo adecuado lo concentrados de cobre, plomo y zinc producidas en el circuito de flotación son sometidos a muestreadores automáticos y consecuentemente entran hacia el circuito de filtros que está constituido por las siguientes:

Circuito de Cobre. - Su proceso se basa en someter el concentrado de cobre dentro de un espesador Denver de 24' x 10'. El under flow con una densidad de 2,200 gr/l, mediante una bomba Peristáltica SP-50 es alimentado gracias a un filtro de tambor EIMCO de 8x10 Ft N° 1. El cake de este filtro posee un porcentaje de humedad de 10% y es almacenado en el patio N° 1 para su posterior despacho. Se dispone de un filtro Denver de 6' ϕ x 5 discos para casos en que se produce el aumento de producción de concentrado de cobre, por incremento en la ley de cabeza. El over flow del espesador, por gravedad se alimenta a las cochas de cobre N° 1 para retener las partículas finas existentes en esta corriente.

Circuito de Plomo. - Circuito se produce cuando el concentrado de plomo es enviado a un espesador Denver de 24'x10' Ft. El under flow con una densidad de

2800 gr/l, mediante una bomba Peristáltica SP-50 es alimentado a un filtro tambor CIDELCO o al filtro Denver de 6 discos de 6' ϕ (una stand by del otro). El cake filtrado con una humedad de 9% es almacenado en el patio N° 2. El underflow del espesador, que se caracteriza por poseer baja concentración de bicromato de sodio es retornado al circuito de remolenda mediante una bomba Denver 4x3 con el fin de reducir los iones cromo remanentes.

Circuito de Zinc. - El proceso se da a partir del ingreso de concentrado de Zn hacia el espesador de Zinc N° 3. El overflow de este espesador hacia el otro espesador 24' x 10' N° 2 para evitar las pérdidas de partículas finas contenidas en esta corriente. 75 El underflow del espesador N° 3 mediante una bomba Peristáltica SP-50 se bombea con rumbo al cajón de distribución de pulpa con una densidad de 2400 gr/l. El filtrado del concentrado de Zinc se efectúa dentro de filtros de tambor Emco N° 2 y N° 3 (un stand by de la otra), a los cuales alimenta la pulpa desde el cajón distribuidor.

Disposición Subacuática de relaves en la laguna cabalcocha. - Debido a que es necesario cumplir con los caracteres de protección al medio ambiente ISO 14001, los relaves conseguidos por la planta de procesamiento después de haber realizado sus tareas serán transportados por medio de bombeo con bombas Denver SRL 10" x 8" N° 5 y 10" x 8" N° 6 (una en stand by de la otra) hacia un ciclón D-20 con el fin de realizar una adecuada clasificación.

Sección Despacho de Concentrados. - los concentrados obtenidos debidos la producción de la planta serán despachados con ayuda de un cargador frontal CAT 926 hacia camiones de 5 y 6 ejes de 43 y 48 TM de capacidad. Esto camiones antes de cumplir con esta acción serán pesados mediante una balanza electrónica

Toledo de 80 TM de capacidad y posteriormente tapada con su respectiva toldera de seguridad y clasificada según número que será anotado en la guía de remisión. Hay múltiples destinos a los que serán enviados los concentrados, siendo ejemplo de ellos los siguientes:

- **Concentrado de cobre, este concentrado tendrá como destino la fundición de La Oroya, Cajamarquilla e Hillo.**
- **Concentrado de plomo y zinc, el concentrado será transportado hacia los depósitos del puerto del Callao para su embarque hacia el exterior.**

Simulación matemática para determinar datos de alimentación desde un circuito hacia un hidrociclón

La simulación matemática que se mencionó puede determinar que la alimentación hacia circuito secundario significa el rebose del hidrociclón D-15 con una ley de cabeza de 390 g/t Ag y 3.82 g/t Au, y por efecto de la flotación flash disminuye su cabeza a 296.47 g/t Ag y 1.33 g/t Au y la recirculación de las arenas con 420.45 g/t Ag y 7.67 g/t Au, con un flujo de 24.27 t/h (tercera parte de las arenas del hidrociclón D-10), y una alimentación al concentrado flash con 23.91 t/h con una ley de 422.29 g/t Ag y 7.75 g/t Au. Gracias a estos datos se concluye en un concentrado flash de 0.10 t/h con una ley de concentrado de 31148.86 g/t Ag y 823.08 g/t Au.

Procesos metalúrgicos

1. Chancado

Una vez llevado a la planta de procesamiento, el mineral es sometido a una primera etapa de chancado, la cual a su vez está compuesta por tres etapas.

Cabe precisar que, como medida de manejo de polvo, todas las etapas de chancado cuentan con extractores de polvo.

1.1.Chancado Primario

El mineral almacenado en las tolvas de mineral grueso es llevado a dos chancadoras instaladas en paralelo, chancadora PIONER 35"x46" y chancadora de quijadas KUE KEN de 20"x42" (*stand by*).

El circuito de la chancadora PIONER consta de un alimentador de placas Comesa 42"x12", el cual extrae mineral de la tolva de gruesos N° 2 y alimenta a la chancadora de quijada PIONER 35"x46" mediante la faja transportadora N° 2 de 48" de ancho. Esta chancadora cuenta con una parrilla estacionaria para mejorar su rendimiento, la cual tiene 6' de longitud por 4½" de abertura. El producto del chancado primario es transportado por la faja N° 3 de 36" de ancho seguido por la faja transportadora N° 4 hasta la zaranda vibratoria Tyrock 5'x12' N° 1 de doble piso. El mineral que pasa la malla del primer piso (mineral *under size*) es transportado a la tolva de finos y el resto del mineral (*over size*) es llevado a la etapa de chancado secundario.

El circuito de la chancadora KUE KEN 20"x42" (*stand by*) se encuentra instalado en paralelo a la chancadora PIONER 35"x46" y consta del alimentador de placas N° 1 de 42"x12" y de las fajas transportadoras N° 3A y N° 3B de 36" de ancho cada una, las cuales transportan el mineral de la tolva de gruesos N° 1 hacia esta chancadora. El producto del chancado primario es alimentado mediante las fajas N° 3 C a la faja N° 4 y esta a su vez a la zaranda vibratoria Tyrock 5'x12' N° 1 para continuar el proceso de chancado. Sobre la faja N° 4 se tiene instalado un detector de metales Corrigan Metror 117C para detectar piezas metálicas que vienen con el mineral y que pueden dañar los equipos del chancado secundario.

1.2.Chancado Secundario

El mineral *over size* del chancado primario es transportado a la chancadora

Symons 5 ½ pies luego de pasar por la zaranda 5'x12' N° 1. El producto de esta chancadora es llevado a una tolva de paso mediante las fajas transportadora N° 5, N° 6 y N° 6A de 30" de ancho cada una. El mineral de la tolva de paso es extraído por los alimentadores vibratorios N° 1 y N° 2 y llevado a las zarandas vibratorias Tyrock 5'x12' N° 2 y zaranda 4'x12' mediante las fajas transportadoras N° 8A y 8, ambas de 24" de ancho. El *under size* de estas zarandas pasa hacia la tolva de finos mientras que el *over size* es llevado a la etapa de chancado terciario.

1.3.Chancado Terciario

El mineral *over size* del chancado secundario es transportado hacia dos chancadoras Symons 5100 previa clasificación en las zarandas vibratorias Tyrock 5'x12' N°2 y Allis Chalmers 4'x12'. El producto de estas chancadoras es retornado al chancado secundario por medio de las fajas N° 5A, 5B y N° 6 para seguir el proceso descrito hacia las tolvas de finos.

El producto final del circuito de chancado es reducido a un tamaño entre ½" y ¾", el cual es transportado por las fajas transportadoras N° 8B, 8E, 11, 11A y 11B hacia dos tolvas de finos de 1 000 TM y 1 500 TM. El diagrama de flujo de la sección de chancado se presenta en la Figura 9.2.2.

2. Molienda

La liberación del mineral del resto del material continúa en la etapa de molienda, la cual se lleva a cabo en tres etapas denominadas:

Molienda primaria; Molienda secundaria; y Remolienda.

2.1.Molienda Primaria

El mineral de la tolva de finos de 1 500 TM es extraído a través de las fajas transportadoras N° 12 y N° 13 de 36" de ancho y es alimentado al molino Comesa

8'x10'A a través de la faja transportadora N° 14 de 30'' de ancho a razón de 50 TM/hora. El tonelaje diario es controlado a través de una balanza Roñan de 70 TM de capacidad ubicada en la faja N° 14.

En cuanto al mineral de la tolva de finos de 1 000 TM, este es extraído por las fajas transportadoras N° 17 y N° 18 de 36'' de ancho y transportado por las fajas transportadoras N° 19 y N° 20 de 24'' de ancho hacia el circuito del molino Comesa 8'x10'B. La faja N° 20 también cuenta con una balanza Thermo Ramsey de 80 TM de capacidad para el pesaje diario.

La descarga del molino Comesa 8'X10'A y Comesa 8'X10' B son enviados las celdas SK-80 N° 2 y SK-240 N°3, respectivamente. En estas celdas se obtiene concentrado de plomo y la descarga de ambas es enviada hacia el cajón de bombas Denver SRL 8''x10'' N° 1 y N° 2 (una en *stand by*) para ser enviado a clasificar en el ciclón Krebs D-20 N° 1 y N° 2 (uno en *stand by*). El *over flow* de este ciclón pasa al proceso de flotación Ro Bulk y el *under flow* pasa al proceso de molienda secundaria en el molino Comesa 8'x8' B. El *over flow* del ciclón D-20 N°1 y D-20 N°2 (uno en *stand by*) pasa a la celda Skin Air SK-240 N°1 de flotación rápida (puede tenerse un producto de concentrado de plomo y/o bulk) y continúa con el circuito de flotación.

2.2.Molienda Secundaria

El *under flow* de los ciclones D-20 N° 1 y N° 2 es alimentado al molino Comesa 8'x8' B y la descarga de este es enviada a la celda SK-240 N° 2. El relave de esta celda se junta con las descargas de los molinos 8'x10'A y el relave de la celda Skin Air SK-240 N° 3 a través de la caja de bombas 10'x8' N°1 y N° 2 (una en *stand by*) para retornarlos al ciclón D-20 N° 1 o N° 2 de la molienda primaria.

2.3.Circuito de Remolienda

El relave del banco Rougher bulk N° 1 alimenta a la bomba Denver SRL 12"x10" N° 1 o 12"x10" N° 2 para su clasificación en los ciclones D-20 N° 3 o N° 4. La descarga de estos ciclones alimenta a los molinos de remolienda denominados 8'x8'A y 8'x8'C y el *overflow* de los mismos es enviado a la Celda Tanque OK-30 N° 2, que constituye la etapa de flotación Rougher bulk N° 2 Cu-Pb.

El diagrama de flujo de la sección de molienda y remolienda se presenta en la Figura 9.2.3.

3. Flotación

La descarga final del circuito de molienda es sometida luego a un proceso de flotación para la separación final del mineral. Este proceso está dividido en tres circuitos:

Circuito de flotación bulk cobre-plomo; Circuito de separación cobre – plomo; y Circuito de flotación de zinc.

3.1.Circuito de Flotación Bulk Cobre-Plomo

La pulpa preparada en el circuito de molienda, que cuenta con una densidad de 1 400 g/L, 48% de sólidos y una granulometría promedio de 45% (200 mallas), pasa en primer lugar al circuito de flotación bulk Cu-Pb a través del banco Rougher bulk N° 1. El relave de esta celda es enviado al circuito de remolienda mediante las bombas 12"x10", para su clasificación en los ciclones D-20 N° 3 o N° 4. El *under flow* de este ciclón ingresa a los molinos de remolienda 8'x8'A y 8'x8'C Allis Calmes. La descarga de estos molinos, conjuntamente con el relave del banco Rougher bulk Cu-Pb N°1 son enviados a los ciclones en circuito cerrado a través de la bomba Denver SRL 12"x10".

El *overflow* de los ciclones D-20 N°3 o N° 4 ingresa por gravedad a la etapa de flotación rougher bulk (Cu-Pb) N° 2 que lo conforma la celda OK-300 N°2 de 1

000 ft³. El relave de este banco pasa por gravedad a la etapa de flotación rougher bulk (Cu-Pb) N°3, conformada por dos celdas OK de 300 ft³ y finalmente a la cuarta etapa de rougher bulk conformado también por dos celdas OK de 300 ft³ cada una. El relave de este último banco ingresa por gravedad a la etapa de flotación de zinc.

La espuma del rougher N°1 pasa a la tercera limpieza bulk y la del rougher N°2 a la primera limpieza bulk en el banco "A". Las espumas del rougher N°3 y N°4 son enviadas a la bomba 5'x4' N°1. El over flow de esta bomba es enviado a la primera limpieza bulk, mientras que el under flow es regresado a la limpieza scavenger.

Primera limpieza bulk Cu-Pb. - La espuma del rougher N°1 y N° 2 es enviada mediante una bomba vertical Galligher 2½" a la primera limpieza bulk Cu-Pb, la cual está conformada por dos bancos en serie. La primera limpieza "A" tiene cuatro celdas Agitar de 36" y la primera limpieza "B" tiene 6 celdas Agitar de 36".

Segunda limpieza bulk Cu-Pb. - El concentrado bulk de la primera limpieza constituye el alimento de la segunda limpieza bulk, el cual es enviado a través de una bomba vertical Galligher de 2½" a un banco de 4 celdas Agitar de 36".

Tercera limpieza bulk Cu-Pb. - El concentrado de la segunda limpieza bulk se envía a la tercera limpieza bulk en un banco de cuatro celdas Agitar de 36", mediante una bomba vertical Galligher 2½" y, finalmente el concentrado de la tercera limpieza bulk es el concentrado final bulk cobre-plomo y constituye la cabeza del circuito de separación cobre-plomo.

El relave de la tercera limpieza se alimenta por gravedad a la segunda limpieza, el relave de la segunda limpieza se bombea nuevamente mediante una bomba

vertical Galligher a la primera limpieza banco "B" y finalmente el relave de la primera limpieza bulk se alimenta mediante una bomba Vacseal 4"x3" a un banco de seis celdas Agitar 36" de scavenger de la primera limpieza bulk.

El aire necesario para las celdas de flotación se suministra a través de doce sopladores en serie de 1250 CFM (siete operados y cinco en *stand by*). El concentrado bulk cobre-plomo, cabeza del circuito de separación tiene las siguientes leyes: Cobre: 11,0 %; Plomo: 32,1 %; zinc: 8,0 % y Ag: 44,0 Oz/TM.

3.2.Circuito de Separación Cobre-Plomo

La separación de cobre-plomo se realiza mediante la depresión de la galena, mientras flotan los minerales de cobre.

El concentrado bulk cobre-plomo se envía por gravedad a un acondicionador de 5'x5', donde se le adiciona bicromito de sodio a razón de 0.075 lb/TCS, como reactivo depresor del plomo. La pulpa acondicionada, es enviada mediante dos bombas Vacseal de 3"x4" (un *stand by*) a otros dos acondicionadores 4'x4' N°1 y N°2 para luego por gravedad derivar a la etapa de flotación rougher de cobre, conformada por un banco de tres celdas Agitar de 36". El relave de esta etapa pasa a un banco de cuatro celdas Agitar de 36" que opera como scavenger y el relave de este constituye el concentrado final de plomo. El concentrado scavenger ingresa por gravedad al acondicionador 5'x5'. El concentrado rougher Cu se alimenta mediante una bomba vaccea 4"x3" (o una Denver 3"x3" en *stand by*) a la primera limpieza de cobre donde se distribuye a un banco de ocho celdas Denver SUB A 18 sp; seguido de tres celdas Denver SUB A 18 sp de segunda limpieza, tres celdas SUB A 18 sp para la tercera limpieza, y finalmente dos celdas SUB A 18 sp de cuarta limpieza de Cu.

3.3.Circuito Flotación de Zinc

El relave del cuarto rougher bulk y el relave de la primera limpieza scavenger bulk constituyen una pulpa que ingresa por gravedad a un acondicionador 8'x8' N°1 donde es acondicionada con sulfato de cobre, luego la pulpa ingresa por gravedad a otro acondicionador 8'x8' N°2 donde se acondiciona con cal. La descarga del acondicionador es llevada a través de las bombas Denver SRL 10'x8" N°3 y N°7 (una en *stand by*) hasta un acondicionador 11'x11', cuya descarga es enviada por gravedad a una celda tanque OK-30-TC N°1 de 1 000 ft³. El relave de esta celda pasa a la etapa de flotación rougher Zn N°2 conformada por un banco de tres celdas OK-8 de 300 ft³ cada una. La descarga de este banco ingresa por gravedad a la etapa de flotación rougher Zn N°3, conformada por tres celdas Outokumpu de 300 ft³. Finalmente, el relave del banco rougher Zn N°3 ingresa por gravedad a la etapa de flotación rougher de 3 celdas Outokumpu de 300 ft³. El relave de esta etapa es el relave final y es enviado al depósito de relaves Caballococha.

El concentrado scavenger de Zn (rougher N°4) retorna por gravedad al acondicionador 8'x8' N°2. El concentrado rougher Zn se limpia en tres etapas:

Primera Limpieza de Zn. - El concentrado rougher Zn de la celda OK-30TC N°1, junto con los concentrados rougher Zn N° 2 y N° 3, que son bombeados por las bombas Denver SRL 5'x4' N°1 y 5'x5' N°3 (una en *stand by*), ingresan por gravedad a una celda OK-30TC N° 1 que es la primera etapa de limpieza Zn.

Segunda y tercera limpieza de Zn. - El concentrado obtenido gracias a la primera etapa será relevado mediante gravedad hacia la segunda etapa de limpieza está constituido por un banco con seis celdas Agitair N°48, obtenido el producto de este proceso será enviado mediante la gravedad hacia la tercera etapa de limpieza de Zn en un banco de cuatro celdas Agitair N°48. El concentrado de esta etapa es

el concentrado final de Zn. El relave de la tercera limpieza de Zn retorna a la alimentación de la segunda limpieza de Zn mediante una bomba Vacseal 4"x3" o su *stand by*, una vaccea 2"x1½".

El relave de la primera limpieza de Zn (Celda OK-30 TC N°3) por gravedad se alimenta a un banco de diez celdas Agitar N°48 siendo esta la etapa de scavenger de primera limpieza de Zn, y el relave de este banco sería el relave final del circuito abierto de la flotación Zn.

El aire para las celdas se suministra con los sopadores Spencer N°9 de 4000 CFM para la Celda OK-30-TC y Spencer N°8 de 5000 CFM para la celda OK-8.

4. Sección Espesamiento y Filtración

Los concentrados de cobre, plomo, y zinc producidos en el circuito de flotación ingresan por gravedad al circuito de espesador es y filtros.

4.1.Circuito de Cobre

El concentrado de cobre proveniente de la sección flotación ingresa a un espesador Denver de 24'x10'. El *under flow* con una densidad de 2 000 g/L, mediante una bomba peristáltica SP50 Cu N° 2 es alimentado a un filtro de tambor N°1 de 8'x10'. El *cake* de este filtro con una humedad de 8,9% es almacenado en los patios N°3 y N°4 para su posterior despacho. El *over flow* del espesador retorna al circuito de remolienda mediante una bomba de recuperación de agua de cromo ASH 5'x4" para la neutralización de los iones cromo remanentes.

4.2.Circuito de Plomo

El concentrado de plomo ingresa a un espesador Denver de 24'x10'. El *under flow* con una densidad de 3 000 g/L, mediante una bomba peristáltica SP50 Pb N°1 es alimentado a un filtro de tambor 14½'x11'. El *cake* filtrado con una humedad de

7,1% es almacenado en los patios N° 1 y N° 2. El *overflow* del espesador, retorna al circuito de remolienda mediante una bomba ASH 5"X4" para el control de iones cromo remanentes. El *overflow* del espesador, el cual contiene alta concentración de bicromato de sodio es bombeado junto con el rebose del espesador de Cu a la etapa de remolienda para la neutralización los iones de cromo.

4.3.Circuito de Zinc

El concentrado de zinc ingresa al espesador de zinc N° 3 (30'x10'). El *overflow* de este espesador ingresa al espesador de zinc N° 2 (24'x10') para evitar las pérdidas de partículas finas.

El *under flow* del espesador N° 3, mediante una bomba peristáltica SP50, es bombeado hasta un cajón distribuidor de pulpa a una densidad de 2 400 g/L. El filtrado del concentrado de zinc se realiza en los filtros de tambor Emeo de 14½'x11' N° 3 y 8'x10' N°2 (*stand by* del filtro tambor N° 1, N° 3 y N° 4). El *cake* de estos filtros se almacena en los patios N° 5, N° 6, N° 7 y N° 8.

El *overflow* del espesador N° 2 se recircula al circuito de flotación de zinc como agua alcalina mediante una bomba Denver SRL 3'x3'.

En el *under flow* del espesador Zn N° 2 trabaja una bomba Denver SRL 1½'x1¼".

El aire necesario para la etapa de soplado se suministra desde los sopladores de la sección flotación.