

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno

hidráulico en interior mina - Unidad Animón, Empresa

Administradora Chungar S.A

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Carlos Gabriel VELASQUEZ MENDIZABAL

Asesor: Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco - Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno

hidráulico en interior mina - Unidad Animón, Empresa

Administradora Chungar S.A

Sustentada y aprobada ante los miembros del Jurado:

Mg. Edwin Elías SÁNCHEZ ESPINOZA

PRESIDENTE

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ

MIEMBRO

Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, por ser el manantial de vida además de su infinita bondad y amor.

A mis padres: Manuel y Blanca, por sus consejos, su apoyo incondicional y paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mis hermanos por estar conmigo, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la UNDAC por acogerme para poder desarrollarme como profesional, a los docentes por inculcarme sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

A la Empresa Administradora Chungar S.A.C., por haberme brindado la oportunidad de realizar mi proyecto de tesis y a todas aquellas personas encargadas del proceso; que ellos hacen posible que jóvenes con valores y con mucho empeño puedan sobresalir de manera que así tengan la oportunidad de desarrollarse y aplicar sus aptitudes y conocimientos adquiridos en los centros de estudios superiores.

Y un especial reconocimiento a todo el personal que labora en diferentes áreas y operaciones de mina, los cuales contribuyeron con este proyecto de tesis, por sus buenos consejos, así como también intercambiar ideas y compartir opiniones para dar la solución de problemas con criterio e iniciativa que muchas veces suceden rutinariamente en el trabajo. A ellos un eterno “gracias”.

Finalmente, a mi asesor, a los jurados calificadores que con sus observaciones y sugerencias han enriquecido el presente estudio de investigación.

RESUMEN

Este trabajo denominado: “Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno hidráulico en interior mina - Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.” tiene por objetivo lo siguiente: “Implementar un cambio de tuberías de polietileno de HDPE de 4 pulgadas”. Así mismo, este método supone generalizar un estándar en “la red principal de transporte de pulpa de relave a lo largo de las rampas y accesos desde el nivel 610 (bocamina de rampa Mirko) hasta el nivel 310 (comedor mina)”.

La elaboración de esta investigación también considera la totalidad de los recursos suficientes para esta operación. Entre ellos se tiene: En primer lugar, “los materiales y accesorios”, que consisten en “tuberías, cadenas, alcayatas e hidrocoplas”. En segundo lugar, “el personal”, que debe tener “experiencia en instalación de tuberías para labores permanentes y chimeneas”. En tercer lugar, “los equipos” que consisten en “el equipo utilitario, un taladro para alcayatas y los tecles”. Por último, “el horario”, que está determinado por “las horas muertas o de menor tráfico de equipos livianos”. Además, estas labores deben realizarse si causar perjuicio de algún tipo a la operación del “relleno hidráulico”.

Palabras clave: Relleno Hidráulico, Relave, Tuberías, Estandarización.

ABSTRACT

The present thesis "Standardization and installation of pipes for the transport of hydraulic fill inside the mine - Animon Unit, Empresa Administradora Chungar S.A." aims to change the 4" ø HDPE polyethylene pipes accompanied by the general standardization of the main tailings pulp transport network along the ramps and accesses from level 610 (Mirko ramp entrance) to level 310 (mine dining room).

The investigation has been carried out considering all the necessary resources such as: materials and accessories (pipes, chains, spouts, hydrocouple), personnel (with experience in installing pipes in permanent work and chimneys), equipment (utility equipment, spout drill, tecles) and schedule (in idle hours or with less traffic of light equipment). The works will be carried out without affecting the hydraulic filling operations.

Keywords: Hydraulic landfill, Tailings, Pipes, Standardization.

INTRODUCCIÓN

El relleno hidráulico es un método bastante común en la minería de media escala. Este método supone la combinación en cantidades debidamente calculadas de relave y agua. A esta combinación se le denomina “pulpa”.

Generalmente este relave es transportado a lugares de depósito llamados canchas de relave, pero para la continuidad del proceso minero los espacios dejados por la extracción de minerales deben ser rellenado sea por requerimiento del método de minado o para estabilizar la estructura interna de la mina. A este proceso se le llama relleno. Existen varias formas de relleno entre ellas se puede mencionar las siguientes: “relleno detrítico, relleno cementado, relleno en pasta, relleno hidráulico” entre otras.

Mi tesis abarca una parte del sistema de relleno hidráulico, que viene a ser el transporte del relave como relleno específicamente sobre la estandarización e instalación de las tuberías en Compañía Minera Chungar unidad Animon.

La tesis comprende cuatro capítulos.

El capítulo I se orienta a la problemática de nuestra investigación, identificando el problema sobre la estandarización e instalación de tuberías, además planteamos el problema, los objetivos, así como también su justificación y limitación.

El capítulo II, analizamos los antecedentes relacionados a nuestro problema, para poder orientar nuestra investigación, también se menciona sustento teórico sobre el sistema de relleno hidráulico, relaves mineros, tuberías; además se plantea la hipótesis, concluyendo con la terminología sobre relleno hidráulico.

El capítulo III abordará la metodología y las técnicas utilizadas en esta tesis. En ese sentido, se planteará “el tipo y nivel de investigación, el método, el diseño, la población

y la muestra, las técnicas e instrumentos a emplear”. Para terminar con el análisis de los datos procesados.

El capítulo IV presentara los resultados obtenidos. En esta parte hacemos un análisis de los datos obtenidos y presentamos los datos en base al trabajo de campo, al diagnóstico y la estandarización de las tuberías usadas para el transporte del relleno y mostrar finalmente las conclusiones y recomendaciones.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	3
	1.3.1 Problema general	3
	1.3.2 Problemas específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
	1.4.1 Objetivo general	3
	1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	7
2.3.	Definición de términos básicos	13
2.4.	Formulación de la hipótesis	15
	2.4.1. Hipótesis General	15
	2.4.2. Hipótesis específicas.....	15
2.5.	Identificación de variables	16
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	17

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	18
3.2.	Nivel de investigación.....	19

3.3.	Métodos de investigación.....	19
3.4.	Diseño de investigación	19
3.5.	Población y muestra	19
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	21
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
3.9.	Tratamiento estadístico	21
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	23

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	22
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	23
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	46
4.4.	Discusión de resultados.....	65
CONCLUSIONES		74
RECOMENDACIONES.....		77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIAS		78
ANEXOS		

- Instrumentos de Recolección de datos.

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Operacionalización de las variables	17
Tabla N° 02. Producción de la planta concentradora	28
Tabla N° 03. Disponibilidad de relleno hidráulico	29
Tabla N° 04. Producción y horas de bombeo de relave	31
Tabla N° 05: Estándares de tubería	39
Tabla N° 06. Características técnicas del material HDPE	40
Tabla N° 07. Equipos de relleno hidráulico	42
Tabla N° 09. Balance de masa de relleno hidráulico	43
Tabla N° 10. Ruta A, tramos y datos de entrada	49
Tabla N° 11. Ruta B, tramos y datos de entrada	50
Tabla N° 12 Ruta C, tramos y datos de entrada	51
Tabla N° 13. Ruta L01A, tramos y datos de entrada	52
Tabla N° 14 Ruta L02A, tramos y datos de entrada	53
Tabla N° 15. Ruta L03A, tramos y datos de entrada	54
Tabla N° 16. Ruta L04A, tramos y datos de entrada	54
Tabla N° 17 Ruta L05A, tramos y datos de entrada	55
Tabla N° 18. Ruta L06A, tramos y datos de entrada	55
Tabla N° 19. Ruta L07A, tramos y datos de entrada	56
Tabla N° 20. Ruta L08A, tramos y datos de entrada	57
Tabla N° 21. Ruta L09A, tramos y datos de entrada	57
Tabla N° 22. Ruta L10A, tramos y datos de entrada	58
Tabla N° 23. Ruta L11A, tramos y datos de entrada	58

Tabla N° 24. Ruta L12A, tramos y datos de entrada	59
Tabla N° 25. Ruta L13A, tramos y datos de entrada	59
Tabla N° 26. Ruta L14A, tramos y datos de entrada	60
Tabla N° 27. Ruta L15A, tramos y datos de entrada	61
Tabla N° 28. Ruta L16A, tramos y datos de entrada	62
Tabla N° 29. Ruta PMONT, tramos y datos de entrada	63
Tabla N° 30. Inversión	65
Tabla N° 31. Evaluación de las líneas de Relleno Hidráulico	67

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01. Ubicación de la Unidad Minera Animón	8
Gráfico N° 02. Evolución del procesamiento de la planta concentradora	29
Gráfico N° 03. Arenamiento de las tuberías de relave	32
Gráfico N° 04. Desgaste de espesores de tubería de relleno línea 04	33
Gráfico N° 05. Desgaste de espesores de tubería de relleno línea 05	33
Gráfico N° 06. Rotura de tubería por desgaste de espesor por los años de vida útil y horas de bombeo	33
Gráfico N° 07. Desgaste de tubería en los puntos de empalme	34
Gráfico N° 08. Desgaste de tuberías en la superficie externa de los puntos de unión	34
Gráfico N° 09. Diagrama de la planta de relleno hidráulico primera parte	44
Gráfico N° 10. Diagrama de la planta de relleno hidráulico segunda parte	45
Gráfico N° 11: Capacidad de almacenamiento de Silos 3 y 4(en TMS (hora)	47
Gráfico N° 12: Grafo de relleno hidráulico a Pique Montenegro	64
Gráfico N° 13. Red de relleno hidráulico	68
Gráfico N° 14. Diagrama unifilar de la red de relleno hidráulico	69
Gráfico N° 15. Diagrama unifilar pique Montenegro	72

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Las diferentes operaciones mineras a nivel mundial que vienen explotando los yacimientos mediante el sistema subterráneo usan métodos que tienen como relleno el relleno hidráulico, una tecnología bastante difundida en su procedimiento presenta problemas en sus diferentes procesos, siendo uno de ellos el transporte de relaves mediante tuberías para lo cual cuentan con alternativas de solución desde las más simples a las más modernas como el de automatizar el sistema de transporte por tuberías es el caso de minas de Australia, Canadá, Estados Unidos, Sub África que emplean relleno hidráulico.

En América de igual manera las minas subterráneas emplean relleno hidráulico desde hace muchos años es precisamente en EE. UU. donde se originó el relleno hidráulico, otras minas de América también enfrentan problemas de transporte de relleno hidráulico como las minas de Chile, Brasil, Bolivia, México.

En el Perú hay buena cantidad de minas que explotan sus yacimientos por sistemas subterráneo caso de las minas de Volcán, Buenaventura, Casapalca, Milpo, Atacocha, Huaron, etc. Que usan como relleno el relleno hidráulico y que en su transporte se observa problemas con las tuberías.

En “La unidad Animon de la Administradora Chungar S.A”. vemos que su sistema de explotación es por corte y relleno, usando como relleno de sus labores el relave que son transportados mediante tuberías.

En dicha mina se viene observando desde hace buen tiempo problemas con las tuberías usado para transportar el relleno, donde se nota desgaste, desacople, atoro, arenado, falta de presión, teniendo como consecuencia baja eficiencia de rellenado.

Las consecuencias del problema de las tuberías es la baja productividad del relleno de las labores, costos altos y demora en el ciclo de explotación.

Como propuesta planteamos la estandarización y procedimientos correctos de instalación del sistema de tuberías para el relleno hidráulico en todas las labores de la mina.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Se desarrollará en “La Empresa Administradora Chungar S.A.C. (EACH), unidad minera ANIMON, que está ubicada en el lugar denominado Cuchimachay – La Cruzada, en el Distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco, Región Pasco, a una altitud de 4 610 msnm” (Cabezas, 2016, p.25)

1.2.2. Delimitación temporal

La duración del proyecto está calculada para seis meses, empezando en agosto 2020 a diciembre 2020

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el procedimiento que debemos realizar para estandarizar e instalar las tuberías que transporten el relleno hidráulico en interior mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son fallas en los procesos operativos se pueden detectar en la estandarización e instalación de las tuberías para transportar el relleno hidráulico en interior mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.?
- b. ¿En qué medida se puede mejorar el proceso de transporte mediante la estandarización de las tuberías del relleno hidráulico en interior mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer el procedimiento a realizar para estandarizar e instalar las tuberías para para transportar el relleno hidráulico en interior mina, Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. De qué tipo zona las fallas dentro de los procesos operativos que se pueden detectar en la estandarización e instalación de las tuberías para transportar el relleno hidráulico en interior mina, en la “Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A”.
- b. Mejorar los procesos para el transporte mediante una estandarización de las tuberías del relleno hidráulico en interior mina, Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.

1.5. Justificación de la investigación

Esta investigación encuentra una justificación de la siguiente manera:

Justificación teórica. Mi investigación cuenta con una justificación teórica por que resume el aporte de los trabajos más importantes sobre relleno hidráulico especialmente sobre transporte mediante tuberías del relave en las diferentes minas del Perú.

Así mismo tiene una justificación practica en la medida que ayudara a solucionar el problema de instalación de tuberías en el interior de la mina para el transporte de relave.

De igual manera presenta una justificación económica puesto que la investigación dará a conocer el ahorro que se podrá tener en cuanto a tiempo, dinero si se cuenta con una buena estandarización e instalación de las tuberías en beneficio de la empresa.

En cuanto a la justificación social diremos que evitara generar conflictos en el personal de la empresa cuando hay un buen funcionamiento de la planta especialmente del transporte por tuberías.

Justificación investigativa por que los resultados que obtendremos darán pie a otras investigaciones relacionadas.

1.6. Limitaciones de la investigación

El proyecto no ha tenido limitaciones a lo largo del proceso del desarrollo de la investigación. La empresa ofreció apoyar este trabajo todo en distintos aspectos, en cuanto a la bibliografía vemos que hay suficiente información sobre el tema, también se contó con el apoyo de personal profesional como técnico en la investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Como parte de los trabajos previos a nuestra investigación tenemos:

El trabajo, “Aplicación del relleno hidráulico en Mina socorro – Unidad de producción Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.” realizado por el ingeniero Víctor FLORES HURTADO, donde nos da a conocer **(Flores, 2019)**, un enfoque panorámico del proceso que se sigue en el relleno de un tajeo mediante el relleno hidráulico en dicha mina analizando la etapa de preparación, tratamiento, transporte, y relleno de los tajeos, destacando que su uso en las labores mineras beneficia al medio ambiente porque este material no será depositado en la superficie lo cual afectaría al medio ambiente.

En la tesis de **(Beraun, 2018)** nos plantea una solución a la contaminación ambiental que la empresa poner en práctica para conservar el medio ambiente,

generando como propuesta el uso del relave para rellenar las labores en interior mina, dándonos a conocer que se usó el 46% del relave producido en rellenar las labores y que este porcentaje incrementarse de acuerdo al requerimiento de la mina; vemos que es factible el uso del relave en el relleno de las labores de la mina y siendo a la vez una alternativa para evitar la contaminación.

La tesis de **(Huaman & Paucar, 2020)** analiza una alternativa viable para el transporte del relleno mediante el uso de tuberías en el sistema de relleno hidráulico para llevar el relave a sus diferentes labores que tiene la minera Bateas. Concluye que de las 5 alternativas planteadas la que más se adecua técnicamente y económicamente es la alternativa cinco, alternativa que tiene menor costo de inversión (5190135 \$), menor costo de operación (659,751 \$), también su costo total por m³ es bastante bajo (3.34 \$/m³) comparado con la alternativa base (17.32 \$/m³)

Referente a la tesis **(Huarcaya & Vasquez, 2020)** plantea una mejora de la productividad en cuanto a incrementar la cantidad de relave a transportar para rellenar las labores mineras, para lo cual hace un análisis de la planta de relleno Montenegro, de los silos 1,2,3,4, el transporte por tuberías. Como conclusión llega a mencionar que la planta concentradora produce 5,184.12 tn/día de relave de los cuales la cantidad de relave usado como relleno es de 2436.54 tn/día (under fill); pero la demanda de la mina para rellenar sus labores es de 3780 tn/da existiendo un déficit de 1,200 tn/día

2.2. Bases teóricas – científicas

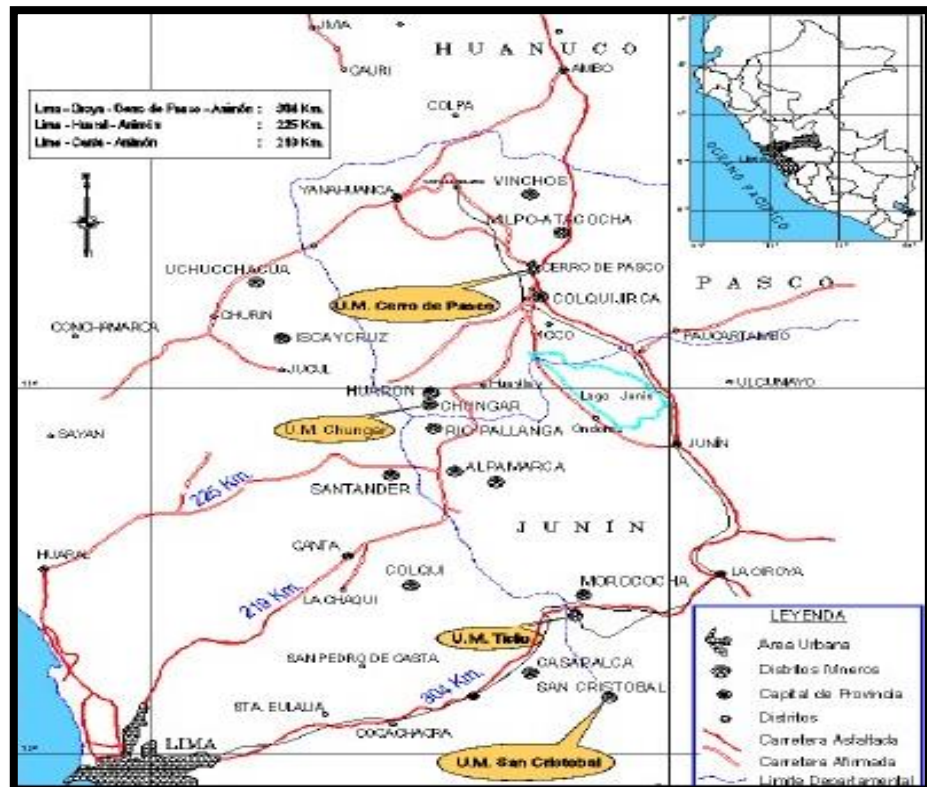
2.2.1. Ubicación

La Empresa Administradora Chungar S.A.C. (EACH), unidad minera ANIMON, está ubicada en el lugar denominado Cuchimachay – La Cruzada, en el Distrito de Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco, Región Pasco, a una altitud de 4 610 msnm” (Cabezas, 2016, p.25)

2.2.2. Accesibilidad

A la mina se puede acceder, desde Lima por la ruta entre las ciudades de la Oroya y Cerro de Pasco, hasta la Mina Animón, este recorrido tiene una extensión de 304 Kilómetros. También, se puede acceder directamente desde Lima por la ruta de la ciudad de Huaral hasta la Mina Animón, este recorrido tiene una extensión de 225 kilómetros. Por último, se puede acceder directamente desde Lima por la ruta de la ciudad de Canta hasta la Mina Animón, este recorrido tiene una extensión de 219 kilómetros.

Gráfica N° 01. Ubicación de la Unidad Minera Animón



2.2.3. Relleno hidráulico

Entiéndase como relleno hidráulico al proceso de transportar el material mediante tuberías desde un lugar ubicado en la parte superior hacia el interior de la mina, este material es debidamente preparado, seleccionado generalmente es el relave generado en la planta concentradora de las minas o algún material merrenico fino de superficie.

2.2.3.1. Aspectos positivos del uso de relleno hidráulico

Dentro de estos aspectos podemos mencionar:

La obtención del material es prácticamente gratis porque es un sub producto de la concentración de los minerales.

Al usar el relave en interior de la mina no habrá necesidad de depositarlo en superficie evitando contaminar el ambiente.

No hay necesidad de utilizar equipos, maquinaria para depositar o acomodar en los tajeos de la mina.

2.2.3.2. Aspectos negativos del uso del relleno hidráulico

Su alto costo en la instalación de la planta de relleno ya que requerirá de equipos, maquinas como silos, bombas, ciclones, tuberías, equipos de control, etc.

La presencia del agua para su transporte es un problema de drenaje en las labores de la mina

La presencia de material fino en las galerías, cunetas después del relleno de un tajeo ocasiona contratiempos

Si el relave contiene buen porcentaje de pirita, su reacción química con el transcurrir del tiempo genera elevación de la temperatura de las labores ocasionando contratiempos.

2.2.4. Proceso del relleno hidráulico

El proceso de rellenar un tajeo mediante relleno hidráulico consiste en:

1	Captación del relave en planta concentradora
2	Clasificación del relave
3	Transporte
4	Deposición en las áreas vacías

2.2.5. Componentes del relleno hidráulico

Dentro de los principales componentes del relleno hidráulico tenemos las combinaciones: “agua y relave”, además “agua, relave y cemento”.

El transporte de esta mezcla esta facilitado por un ángulo de inclinación de las tuberías de 4” de diámetro, que produce un fácil descenso de la mezcla por causa de la gravedad. De esta manera, se obtiene una presión adecuada, propiciada por los distintos porcentajes de los materiales presentes en la mezcla.

La superficie de explotación debe recubrirse entre 85 % o 90% para permitir un adecuado sostenimiento de las actividades, la reducción del material particulado “polvo” o la presencia de material gasificado para prevenir incendios. (Sanchez E, 2019)

2.2.6. Consideraciones para su aplicación

Se tienen la siguientes:

2.2.6.1. Condiciones geomecánicas

Al producirse un vacío subterráneo debido a los trabajos de explotación minera, este condiciona la estabilidad de las capas de la pared superior “techo”, y también del área del terreno. Las condiciones de estabilidad de del área de labores depende, entre otras cosas, de los siguientes factores: “la calidad de la roca, de la magnitud del espacio abierto y de la profundidad donde se ejecutan las aberturas”.

2.2.6.2. Consideraciones físicas

Para poder ser transportados, los sólidos deben presentar determinadas cualidades físicas. Se puede destacar las siguientes: “una granulometría apropiada, un porcentaje de sólidos en la pulpa y una velocidad de transporte superior a la velocidad crítica, que evitaría la sedimentación en las tuberías” y el consiguiente posible colapso del sistema.

2.2.6.3. Consideraciones mecánicas

Para poder ser depositada en las labores “la pulpa” de presentar esta característica adicional: “Una velocidad de percolación adecuada”. En otras palabras, se trata de “un grado de cohesión para el soporte de los esfuerzos circundantes”.

2.2.6.4. Consideraciones químicas

Como parte de las propiedades más importantes que debe presentar la mezcla se destaca su “estabilidad química”. Dicha estabilidad impide que se formen “aguas ácidas como efecto de la presencia de pirita en su proceso de oxidación del sulfuro y lixiviación de los metales asociados”. (Flores, 2019)

2.2.7. Propiedades del relave usado como relleno hidráulico

2.2.7.1. Propiedades a corto plazo.

Dentro de las propiedades que tiene el relave en un tiempo corto es resaltado en la tesis de (Flores, 2019) las propiedades como “Resistencia al hundimiento, Estabilidad de techo de tajeos”. Se trata del periodo que tarda entre que “la pulpa” cobra su estado sólido final. Fenómeno denominado: Tixotropismo, caracterizado por “la gradación de las partículas”.

2.2.7.2. Propiedades a largo plazo.

De igual manera (Flores, 2019) menciona la “Densidad relativa, Reducción de volumen y la Estabilidad de tajeos continuos, como propiedades a largo plazo”.

2.2.8. Características del material para su uso como relleno.

Dentro de estas características (Huaman L., 2007) nos menciona “la Gravedad específica de los sólidos, Tamaño máximo de las partículas, Dureza de los sólidos que debemos tener en cuenta al momento de seleccionar el material”.

En su misma tesis (Huaman L., 2007) nos menciona que debemos considerar estas propiedades:

2.2.8.1. Propiedades físicas.

“La porosidad, la relación de vacíos, la cantidad de humedad, el grado de saturación, la cohesión, la fricción interna, la evaluación granulométrica, el diámetro efectivo del material, el coeficiente de uniformidad, y la percolación”.

2.2.8.2. Propiedades mecánicas.

Se tendrá en cuenta: la densidad relativa, efecto del agua, presión neutra, consolidación, compactación, compresibilidad, cementación.

2.3. Definición de términos básicos

Tendremos en cuenta algunos conceptos que son usados en forma continua.

2.3.1. Porosidad

“Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total del material. Si la porosidad se expresa en porcentaje (%), se denomina porcentaje de vacíos”
(Huaman L., 2007, p.25)

2.3.2. Cohesión

“La atracción existente entre las partículas de un suelo, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. La cohesión de un relleno variará si cambia su contenido de humedad, en las arenas la cohesión es prácticamente nula.” **(Huaman L., 2007, p.25)**

2.3.3. Fricción interna

Es la resistencia al deslizamiento debido a la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas. Depende de la granulometría del material, de la forma de las partículas y de su densidad. En caso del material fino, se tendrá una fricción interna baja. En caso de arenas el ángulo de fricción interno es alrededor de 30 grados. **(Huaman, 2007, pp. 27)**

2.3.4. Análisis granulométrico

“Determina la distribución del tamaño de las partículas o granos que, constituyen un material. Esta distribución se analiza en base a su porcentaje de su peso total” (Choquehuanca, 2015, p. 11)

2.3.5. Coeficiente de uniformidad (Cu)

Se define como la razón del diámetro de partícula más grande que se encuentra en el 60 % de fracción acumulativa (-) del material, al diámetro de la partícula de mayor tamaño presente en el 10 % de la fracción acumulativa (-) del material. Se calcula dividiendo el D60 entre el D10 del material. (Choquehuanca, 2015, p. 11)

2.3.6. Velocidad de percolación (V.P)

“Es una medida de la velocidad con el que el agua pasa a través del material de relleno”. (Choquehuanca, 2015, p. 12)

2.3.7. Relave

“Desechos de carácter tóxico que son el subproducto de las operaciones mineras y de la concentración de los minerales en la planta concentradora”. (Choquehuanca, 2015, pp. 11-12)

2.3.8. Pulpa

“Esta considera a una mezcla que tiene como fases a una fase sólida y otra líquida, con la fase líquida se logra el transporte de la fase sólida que se encuentra en suspensión”. (Choquehuanca, 2015, pp. 11-12)

2.3.9. Tubería de polietileno HDPE

La tubería de polietileno: Nominalmente se define como un producto plástico, incoloro, translucido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños

espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300°C y menos denso que el agua. De forma analítica, recipiente flexible de forma cilíndrica con orificios en ambos extremos de 10 mm de espesor y 100 mts de largo de Alta Densidad HDPE se fabrica del etileno el cual puede obtenerse del petróleo o del gas natural. La tubería de HDPE es extremadamente fuerte, durable, flexible, resistente a la corrosión y químicos. (Choquehuanca, 2015, pp. 23 - 33)

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Estableciendo los procedimientos adecuados podemos realizar la estandarización e instalar las tuberías para “el transporte del relleno hidráulico” al interior de la mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Hay diferentes tipos de fallas en los procesos operativos que se pueden detectar en la estandarización e instalación de las tuberías para “el transporte del relleno hidráulico” al interior de la mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A
- b. Se puede mejorar el proceso de transporte mediante la estandarización de las tuberías del relleno hidráulico en interior mina, de la Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

2.5.1.1. Variable independiente

- Procedimientos

2.5.1.2. Variable dependiente

- Estandarización, instalación

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

2.5.2.1. Hipótesis específica a

Variable independiente

- Estandarización, instalación

Variable dependiente

- Fallas en tuberías

2.5.2.2. Hipótesis específica b

Variable independiente

- Estandarización

Variable dependiente

- Mejora de tuberías

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla N° 01. Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p>3.5.1 Variable General</p> <p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización, instalación <p>3.5.2 Variables Especificas</p> <p>Hipótesis específica a</p> <p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización, instalación <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falla de tuberías <p>Hipótesis específica b</p> <p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de tuberías 	<p>Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno hidráulico en interior mina - Unidad Animon, Empresa Administradora Chungar S.A.</p>	<p>Se observará tuberías para el transporte de relleno hidráulico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estandarización • Instalación • Transporte • Fallas • Costos 	<ul style="list-style-type: none"> • Planta de tratamiento • Relave Disponible • Selección de tuberías • Líneas de tuberías • Tramos de tuberías • Red de tuberías • Costo de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Tn/día • % • Diámetro(mm), Longitud, tipo, etc. • N° • N° de tramos • Red unifilar • \$/m3

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Este trabajo, que llevamos a cabo primeramente, va a tener un enfoque mixto porque vamos a realizar en base a criterios y justificaciones teóricas y algunos cálculos numéricos, que es parte de la investigación cuantitativa y cualitativa como indica (Sánchez, 2019) “ambos enfoques proporcionan beneficios a la investigación, el enfoque cualitativo proporciona los criterios y el desarrollo teórico que requiere la investigación y el enfoque cuantitativo proporciona los cálculos estadísticos que permite establecer valores y relaciones entre las variables”. (p. 118).

En relación al **tipo de investigación**, **este trabajo** será de naturaleza aplicativa por que veremos el problema del transporte del relave en forma directa y realizar la mejora correspondiente.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación que le corresponde es el nivel descriptivo y aplicativo porque buscaremos mejorar el sistema de transporte mediante tuberías para llevar el relave a los tajeos en forma eficiente.

3.3. Métodos de investigación

El enfoque metódico que emplearemos en nuestra investigación es el cualitativo. Por esa razón, vamos a realizar todo el proceso de la problemática de la estandarización de las tuberías siguiendo un análisis en el mismo campo recogiendo la información apoyada por los métodos inductivo deductivo, análisis y síntesis y observación insitu.

3.4. Diseño de investigación

Concordando con nuestro enfoque, nivel y tipo de investigación nuestro diseño será un diseño experimental que corresponde al enfoque cuantitativo realizando una investigación acción como indica (Sánchez, 2019) cuando manifiesta. “Son aquellas investigaciones donde se experimenta con la asignación de valores a las variables independientes para medir la influencia en la variable dependiente y poder así comprender dicha influencia” (p. 122).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se tomó como grupo poblacional la planta de releno hidráulico de la mina específicamente por la red de tuberías usadas en el releno a las labores de interior mina.

3.5.2. Muestra

El grupo muestral será la mismo que la poblacional por las características de la investigación que es cualitativa y una investigación acción, reafirmado por (Sánchez, 2019) “En las investigaciones cualitativas la muestra puede ser igual a la población debido a que en muchos casos se trabaja con poblaciones con números de individuos reducidos y en algunos casos son individuos únicos” p. (161)

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cuanto al enfoque instrumental que usaremos en este trabajo tenemos:

3.6.1. Técnicas

Para el acopio de las informaciones necesarias usaremos como técnicas lo siguiente:

- documentación
- observación de campo
- entrevistas

3.6.2. Instrumentos

Como instrumentos vamos a contar con:

- **Documentos:**

Informes de la sección de relleno hidráulico, archivos de la planta de relleno hidráulico, archivos de laboratorio.

- **Físicos:**

Sistemas de tuberías

Tuberías HDPE

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se realizó en base a los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

El procesamiento se realizó mediante las tablas, cuadros que se elaboró de acuerdo las variables planteadas.

El análisis de datos lo realizamos una vez hecho el procesamiento de la información para lo cual ordenaremos sistematizaremos la información dando validez a los cuadros, tablas o información de las condiciones que se deben llevar a cabo en el transporte del relave y las correcciones de las fallas encontradas.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Técnicas analíticas y de interpretación de datos obtenidos durante las distintas etapas del trabajo.

3.9. Tratamiento estadístico

La información recopilada se agrega a una base de datos (Excel) para realizar interpretaciones y evaluaciones que ayuden a lograr el objetivo de este estudio.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En el desarrollo de esta investigación partimos del hecho de que todos los actos serán en base a la veracidad, honestidad, sin que la investigación perjudique a nadie.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Se llevado a cabo teniendo en cuenta el siguiente proceso:

Se analizó “la información sobre el funcionamiento de la planta concentradora”, en lo que respecta a la producción de relaves.

Se procedió a realizar un diagnóstico de la planta de relleno hidráulico sobre su funcionamiento, disponibilidad de relave, eficiencia, líneas de transporte y bombeo de relave.

Se analizó las fallas o aspectos críticos en la operación de relleno hidráulico especialmente en lo que respecta a tuberías.

Se analizó el transporte de relaves mediante tuberías referente a su diámetro, longitud, tipo de material de fabricación, duración, movimiento del relave dentro de la tubería.

Hecho esto se procedió a la estandarización de las tuberías a emplearse en el transporte de relave, para lo cual se hizo el levantamiento de la red de tuberías de relleno hidráulico, analizando las tres posibles rutas de transporte, línea A, línea B, línea C; se analizó en forma integral la línea A, tramo por tramo en cuanto a su ubicación, longitud, diámetro, ángulo de instalación, finalizando con el diagrama unifilar de cada tramo.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Características del relleno hidráulico Mina Animon

1.- La planta concentradora provee:

- 2887 TMS/día lo cual equivale a:
- 995 m³/día de relave seco.

2.- La casa de bombas recibe este relave en forma de pulpa con una concentración aproximada de 60% de sólidos, que equivale en volumen a 2 920 m³/día de pulpa; convertidos a unidades de uso frecuente tendríamos:

- 121.6 m³/hora
- 33.8 litros/segundo
- 535.7 GPM

3.- La casa de bombas actualmente cuenta con tres líneas, cuya capacidad de bombeo promedio total es:

- 51 litros/segundo

La capacidad promedio de cada línea es:

- Línea 1: 15 litros/segundo
- Línea 2: 18 litros/segundo
- Línea 3: 18 litros/segundo

4.- Si la casa de bombas mantuviese el porcentaje de sólidos (60%) que provee la planta, dos líneas serían suficientes para transportar la producción de relave para relleno hidráulico de la planta hacia los Silos 3 y 4.

5.- Los costos de traslado de relave, en función del consumo de energía eléctrica, desde la casa de bombas (Montenegro) hacia los Silos 3 y 4 son:

- Línea 1: 0.164 US\$/m³
- Línea 2: 0.261 US\$/m³
- Línea 3: 0.185 US\$/m³

6.- Para establecer un régimen de bombeo es necesario conocer:

- El caudal a bombear
- Densidad de la pulpa
- Diferencia de cotas
- Longitud, diámetro y material de la tubería

Los tres primeros puntos en la práctica son estables y es muy poco lo que se puede para optimizarlos y en cierto modo se aplica el mismo criterio a la longitud de la tubería; en cambio, sobre “el diámetro interno de la tubería y el material de la misma” se pueden efectuar cambios en busca de un régimen de bombeo óptimo, limitado por la velocidad crítica.

7.- En el cuadro 3.6 se puede observar que hemos contemplado escenarios con diferentes diámetros internos y normas, determinando que el régimen óptimo tendría las siguientes características:

- Dos bombas Warman AH 4x3 enseriadas de 100 HP
- Tubería PE100 PN20 6" de diámetro nominal
- Caudal de 36 litros/segundo
- Concentración de 60% de sólidos

8.- El costo de la energía eléctrica para el traslado de un metro cúbico desde la casa de bombas hasta los Silos 3 y 4 con el régimen propuesto en el punto anterior es de: 0.075 US\$/m³

9.- En cuanto a la velocidad efectiva de la mezcla se determinó lo siguiente: “esta velocidad debe ser mayor que la velocidad crítica, para evitar sentamiento o atoramientos de las tuberías cuando se transporta el relave”.

10.- En el bombeo de la pulpa de relave desde la casa de bombas hasta los Silos 3 y 4 la densidad de la pulpa disminuye como resultado del excesivo ingreso de agua para la formación del sello de agua.

11.- Las líneas de bombeo deben de contar con un sistema de válvulas de direccionamiento hacia el Silo 3 y 4 para poder realizar cambios rápidamente.

12.- Se ha llevado a cabo una elevación del “sistema de distribución de relleno hidráulico” en interior de la mina, el cual se puede observar en el “Esquema de red de relleno hidráulico”. El sistema de distribución es versátil, no se ha encontrado mayores problemas; sin embargo, para lograr una mayor presión de entrega es necesaria realizar los siguientes cambios:

- Tramo 5-6, CX 520; cambiar 360 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 47-68, BP260; cambiar 875 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).

13.- En función a los resultados de los cálculos realizados en el modelo matemático se ha encontrado algunos puntos de entrega con presiones de entrega bajas y con necesidad de incrementar la distancia del tramo final de entrega en 500 metros adicionales para desarrollos futuros; para ello se recomiendan los siguientes cambios, que pueden implementarse de acuerdo a la presentación de la necesidad:

- Tramo 21-22, CX 600; cambiar 1 100 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 23-24, CX 225; cambiar 1 200 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 25-26, BP 200 Principal; cambiar 1 050 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 31-32, CX 250; cambiar 900 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 39-40, Nv. 175; cambiar 900 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).
- Tramo 69-70, Nv. 225; cambiar 800 metros de tubería, de 4" a 5" (conservando la misma norma: PE100 PN16).

14.- Costos de inversión: 195 000.00 US\$.

4.2.2. Diagnóstico de la Planta de Relleno Hidráulico

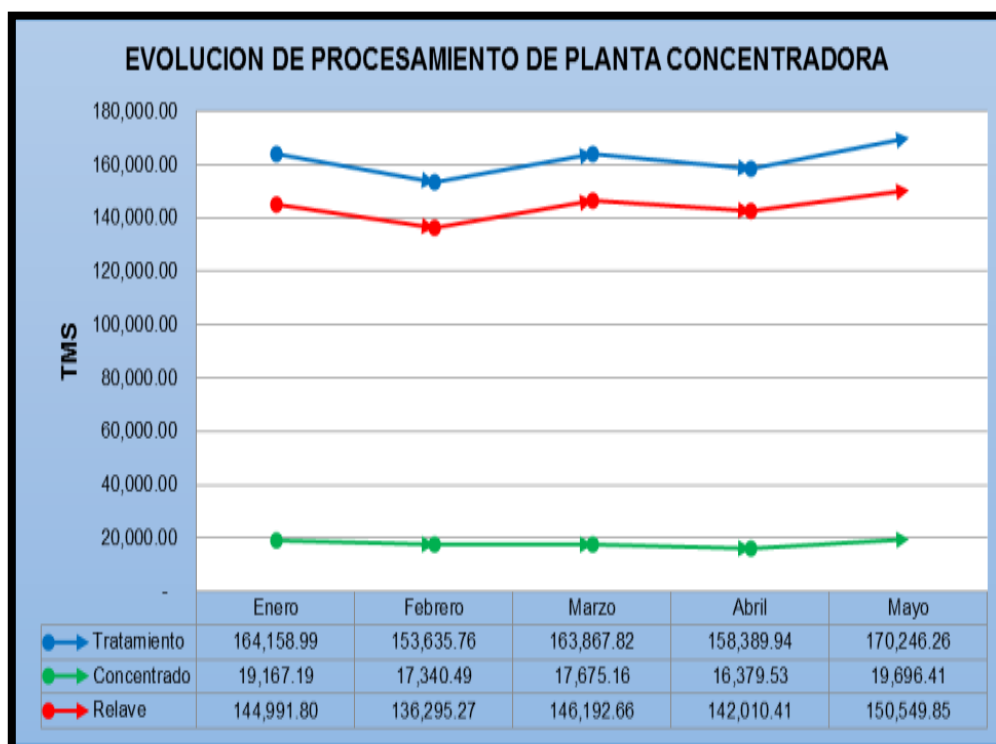
En los últimos meses la capacidad de procesamiento de planta concentradora de mineral extraído de mina se va a incrementar paulatinamente hasta alcanzar el promedio por mes – 2017 de 4800.27 tmspd.

Tabla N° 02. Producción de la planta concentradora

MES	CABEZA TMS.	Conc. Zn	Conc. Pb	Conc. Cu	CONC. TMS.	RELAVE TMS.	% RELAVE	RADIO DE CONCENT.
ENERO	164,158.99	15,208.18	3,556.62	402.39	19,167.19	144,991.80	88.32%	8.56
FEBRERO	153,635.76	13,838.44	3,138.50	363.55	17,340.49	136,295.27	88.71%	8.86
MARZO	163,867.82	13,891.89	3,401.32	381.95	17,675.16	146,192.66	89.21%	9.27
ABRIL	158,389.94	13,211.64	2,784.69	383.20	16,379.53	142,010.41	89.66%	9.67
MAYO	170,246.26	15,417.68	3,807.86	470.87	19,696.41	150,549.85	88.43%	8.64
TOTAL, ACUM.	162,059.75	14,313.57	3,337.80	400.39	18,051.76	144,008.00	88.86%	9.00

MES	CABEZA T.M.S.	Conc. Zn	Conc. Pb	Conc. Cu	CONC. T.M.S.	RELAVE T.M.S.	RADIO DE CONC.
PROM. MES	162,059.75	14,313.57	3,337.80	400.39	18,051.76	144,008.00	9.00
PROM.DIARIO	5,401.99	477.12	111.26	13.35	601.73	4,800.27	
May	5,674.88	513.92	126.93	15.70	656.55	5,018.33	8.64

Gráfico N° 02. Evolución del procesamiento de la planta concentradora



La planta concentradora de la mina genera como material de desecho el relave que servirá para el relleno de las labores en el interior de la mina, pero previamente son clasificados por los hidrociclones ubicados en el Silo N° 01 obteniendo una eficiencia de 45%, produciendo 2258.25 tmspd de relave, como muestra la tabla N° 03.

Tabla N° 03. Disponibilidad de relleno hidráulico

TRATAMIENTO T.M.S.D	RADIO CONCENTRACION	CONCENTRADOS T.M.S.D	RELAVES T.M.S.D
5,674.88	8.64	656.55	5,018.33
HIDROCICLONES PLANTA RH	U	2,258.25	45.00%
	O	2,760.08	55.00%
	F	5,018.33	100.00%
	EFICIENCIA DE CLASIFICACION (U/F)		45.0%
DISPONIBILIDAD DE R/H			T.M.S.D 2,258.25

La mezcla seleccionada pasa por silos N° 01 y 02, con capacidad para 220 y 240 metros cúbicos, respectivamente. Para después ser dirigidas por las líneas de bombeo siguientes:

LINEA N° 01	02 bombas Warman 4 x 3 de 100 HP c/u
LINEA N° 02	03 bombas Warman 4 x 3 de 50 HP c/u
LINEA N° 03	03 bombas Warman 3 x 2 de 50 HP c/u

“La pulpa de relave” es transportada de los silos N° 01 y 02, que se ubican en “la zona de Montenegro” en dirección a “la zona de Esperanza”, ubicación de los silos N° 03 y 04 con capacidad de 412 y 450 metros cúbicos respectivamente, la primera se ubica en “la bocamina de rampa Mirko” y la segunda está ubicada en la bocamina Terry. El transporte se realiza utilizando “tuberías de polietileno de HDPE PE 100 PN 20 de 4” ø en una longitud de 1 760 m”.

Los silos N° 03 y 04 son utilizados para almacenar la mezcla por un periodo corto, y después es derivada a: “los tajos en interior mina utilizando para tal fin 04 líneas de bombeo” cuyos detalles se muestran a continuación.

NÚMERO	ESPECIFICACIÓN	UBICACIÓN
LINEA N° 04	01 bombas Denver 5 x 4 de 50 HP	B/M de rampa Mirko
LINEA N° 05	01 bombas Denver 5 x 4 de 50 HP	B/M de rampa Mirko
LINEA N° 06	01 bombas Denver 5 x 4 de 50 HP	B/M de rampa Mirko

LÍNEA N° 07	01 bombas Denver 5 x 4 de 50 HP	B/M de rampa Terry
--------------------	---------------------------------	-----------------------

Con el incremento del “volumen de pulpa”, utilizado para el relleno de la mina, se incrementó en igual proporción las horas necesarias para bombear el material de “la planta de relleno hidráulico del silo N° 03 de la zona de Esperanza”.

(Huarcaya & Vasquez, 2020)

A continuación, muestra lo detallado anteriormente.

Tabla N° 04. Producción y horas de bombeo de relave

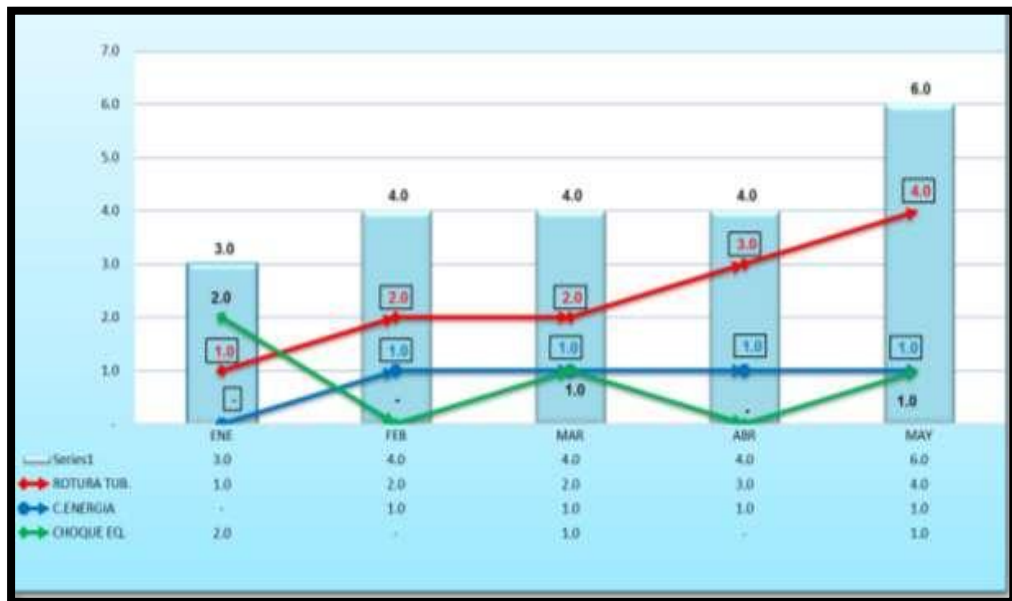
MES/HRS	LÍNEA N° 04	LÍNEA N° 05	LÍNEA N° 06	TOTAL
ENERO	253.20	315.30	246.30	814.80
FEBRERO	265.40	376.70	268.60	910.70
MARZO	232.99	375.47	230.60	839.06
ABRIL	311.40	305.30	245.95	862.65
MAYO	363.50	392.10	356.70	1,112.30
PROMEDIO/MES	285.30	352.97	269.63	907.90
PROMEDIO/DIA	9.5	11.8	9.0	30.3

“El cuadro N° 04 requiere en promedio 30.3 horas como mínimo de operación de bombeo a diario para de esta manera lograr satisfactoriamente el consumo de toda la pulpa de relave que se genera en planta de relleno”. **(Huarcaya & Vasquez, 2020)**

4.2.3. Aspectos críticos de la operación de relleno hidráulico

En los últimos meses se ha venido incrementando las pérdidas en el proceso por arenamientos de la tubería con relave fresco de las distintas líneas de la red de relleno hidráulico habilitadas hacia interior mina en el tramo desde el nivel 610 hasta el nivel 310, como se muestra en el gráfico N° 04.

Gráfico N° 03. Arenamiento de las tuberías de relave

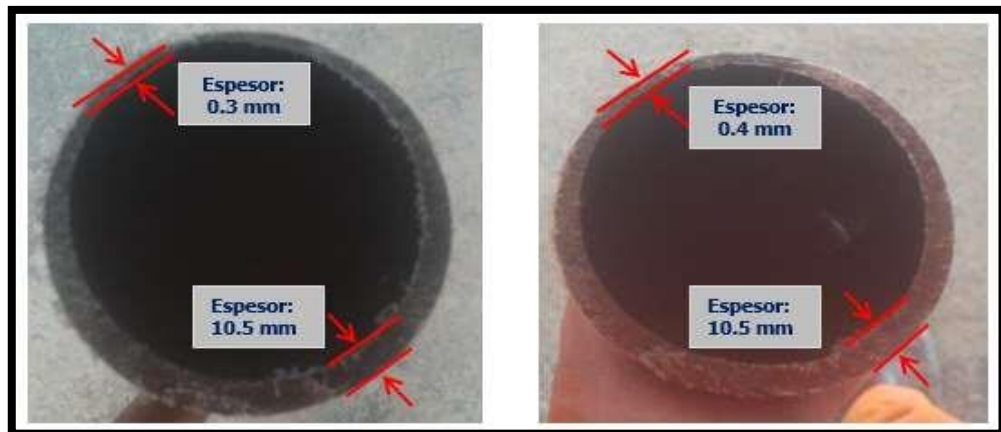


Analizando el gráfico N° 03, se puede llegar a la conclusión que, en los meses de abril, mayo los problemas más críticos que se tuvo fue por rotura de tubería o desacople de los mismos ocasionados por factores que mostraremos en los gráficos siguientes:

Gráfico N° 04. Desgaste de espesores de tubería de relleno línea 04



Gráfico N° 05. Desgaste de espesores de tubería de relleno línea 05



Gráfica N° 06. Rotura de tubería por desgaste de espesor por los años de vida útil y horas de bombeo



Gráfico N° 07. Desgaste de tubería en los puntos de empalme



Gráfico N° 08. Desgaste de tuberías en la superficie externa de los puntos de unión de unión



Como se puede observar en los gráficos ilustradas “el punto crítico” de las tuberías está marcado por la zona desgastada. Entre los factores que explican este fenómeno esta los siguientes:

FACTORES DE DESGASTE
Vida útil de las tuberías de polietileno (años de trabajo)
Volumen de material transportado por cada mes (m3)
Horas efectivas de bombeo de pulpa (h)
Presión de bombeo
Espesor de las paredes de la tubería (mm)
Tipo de material transportado (propiedades físicas del material)
Densidad de pulpa transportado (ρ)
Gradiente de la instalación de la tubería
Velocidad crítica de la pulpa

De la misma manera se debe mencionar que la actual red de las instalaciones de tubería de polietileno HDPE de relleno hidráulico en diversos tramos han sido instaladas hace más de 6 a 7 años, que por razones muchas veces no determinadas se han venido cambiando por tramos quedando zonas donde realmente su estado es crítico como muestra la gráfica N° 04 y 05.

4.2.4. Tuberías HDPE para transporte de relleno

Este tipo de “polietileno de alta densidad” tiene una resistencia extremadamente fuerte a la abrasión causada por relaves. Un relave es definido como una mezcla acuosa de un material insoluble. Cuando se compara con materiales tradicionales, este polímetro tiene una mayor resistencia a la abrasión causada por los relaves. Por ejemplo, este polímetro superara al acero en duración en una relación de 4:1, para una situación dada.

Este factor es sólo uno de los beneficios de usar CSRPolyPipe para aplicaciones de relave, es más ligero en peso y más fácil de instalar en áreas donde las líneas de relave son requeridas, adicionalmente es de fácil mantenimiento y puede ser rotada con facilidad cuando el desgaste tome lugar.

La rotación extiende la vida útil de la tubería de polietileno. Para poder hacer uso de los beneficios de “las tuberías de polietileno” en las aplicaciones de relaves, es necesario comprender plenamente el fenómeno de abrasión causada por diferentes tipos de relaves. Un relave es una mezcla bifásica de partículas sólidas en un fluido en el cual los dos participantes no reaccionan químicamente el uno con el otro, es decir, son químicamente estables y pueden ser fácilmente separados por procesos mecánicos. Hay dos tipos básicos de relave. El primero es el relave que no se asienta, el cual asume las características de un fluido viscoso y puede ser tratado como tal en el diseño del sistema, el segundo y más usual tipo es el relave que se asienta.

En esta situación los sólidos en el relave tratan de separarse o sedimentarse. La extensión a la cual la sedimentación toma lugar depende de la velocidad del flujo. A medida que la velocidad se reduce, los sólidos en el sistema van a través de fases de sedimentación, Hay cuatro tipos de flujos diferentes los cuales pueden existir en una línea de relave, los cuales pueden ser ocasionados por regímenes de flujos diferentes. Se lleva a cabo cambios en la tasa de flujo para cambiar las condiciones descritas.

- Flujo Homogéneo. Todas las partículas están distribuidas homogéneamente en el fluido y solo existe un mínimo contacto entre la partícula sólida y la pared de la tubería. Esta es la condición de flujo más deseable.

- Flujo Heterogéneo. En este caso hay cierta tendencia de los sólidos a asentarse en la parte baja de la tubería, siendo la densidad del relave mayor en la mitad inferior de la tubería. Las partículas sólidas no se deslizan en la pared de la tubería y una abrasión mínima resulta. Esta condición es la más económica, ya que alcanzar el flujo homogéneo requiere más energía que en el caso del flujo heterogéneo.
- Flujo caótico. Las partículas tienden a chocar con la parte inferior de la tubería, causando desgaste en las tuberías de acero, pero en las tuberías de polietileno las partículas rebotan debido a las características del material de las tuberías causando un menor desgaste.
- Flujo de cama deslizante. Esta es la condición más agresiva, aquí las partículas han dejado de mantenerse en suspensión y ruedan o son arrastradas a lo largo de la parte inferior de la tubería. En este caso, ocurre un muy alto grado de abrasión principalmente en el cuadrante inferior de la tubería.

La situación descrita arriba puede ser alterada por el incremento y decremento de la velocidad de flujo, por ejemplo, en la condición de flujo caótico, habrá algún grado de desgaste puede ser mejorado a flujo heterogéneo incrementando la velocidad de flujo. Sin embargo, debe de considerarse que incrementar la velocidad de flujo es alcanzada con un incremento de costo, el cual debe de tomarse en consideración cuando se costea la instalación.

El punto en el cual los sólidos dejan el estado de suspensión y empiezan a asentarse es la velocidad crítica. La velocidad crítica para un relave depende de un número de variables:

VARIABLES
Tamaño de partícula
Densidad de partícula.
Forma de partícula
Concentración
Distribución de tamaño de partícula
Densidad de la pulpa

Líneas de bombeo

Actualmente existen tres líneas de bombeo:

Línea 1	2 bombas Warman 4x3 de 100 HP c/u
Línea 2	3 bombas Warman 4x3 de 50 HP c/u
Línea 3	3 bombas Warman 3x2 de 50 HP c/u

Las líneas 1, 2, y 3 están hechas de HDPE, una de las principales ventajas que presenta este material es tener un mayor “nivel para resistir el desgaste por abrasión” en comparación a la resistencia que tiene el acero. Otro criterio de comparación frente al acero es “la resistencia al paso de la pulpa o altura dinámica”. Este factor de resistencia es 27% menor en comparación al acero.

Además, se debe tener en cuenta que una tubería de HDPE es fácil y económico de instalar por termofusión. Y, por otro lado, esta tubería presenta una facilidad de adaptación para varios accesorios.

Tabla N° 05: Estándares de tubería

		PN10		PN 12.5		PN16		PN20	
Diámetro nominal	Diámetro exterior	Espesor de la pared	Diámetro interno	Espesor de la pared	Diámetro interno	Espesor de la pared	Diámetro interno	Espesor de la pared	Diámetro interno
Pulg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2	63.0	3.80	55.40	4.70	53.60	5.80	51.40	7.10	48.80
3	90.0	5.40	79.20	6.70	76.60	8.20	73.60	10.10	69.80
4	110.0	6.60	96.80	8.10	93.80	10.00	90.00	12.30	85.40
5	125.0	7.40	110.20	9.20	106.60	11.40	102.20	14.00	97.00
6	160.0	9.50	141.00	11.80	136.40	14.60	130.80	17.90	124.20

4.2.5. Operaciones de relleno hidráulico desde planta concentradora hasta los tajos

Esta concentradora puede procesar zinc, plomo, cobre con contenidos de plata a un ritmo promedio de 5540 TMSD. El material concentrado se obtiene por flotación. El relave (residuos del proceso) se envía por “02 trenes de 2 bombas HR 200 c/u al nido de Hidrociclones D-15” de la Planta de Relleno Hidráulico. En este punto del proceso se procede a clasificar el material particulado en dos grupos.

Características técnicas del material HDPE

Tabla N° 06. Características técnicas del material HDPE

PIPE DATA		
Table A-1		
NOMINAL PHYSICAL PROPERTIES		
POLYPIPE® PE3408 AND PE2406 PIPE MATERIAL		
PROPERTY	Nominal Value*	
TEST METHOD	PE3408	PE2406
Cell Classification D3350 345464C 234363E		
Density, Natural D1505	0.946 gm/cc	0.940 gm/cc
Density, Black (PE3408) or Yellow (PE2406) D1505	0.955 gm/cc	0.943 gm/cc
Melt Index (190oC/2.16 kg) D1238	0.07 gm/10 min	0.2 gm/10 min
Flow Rate (190oC/21.6 kg) D1238	8.5 gm/10 min	20 gm/10 min
Flexural Modulus D790	136,000 psi	100,000 psi
Elastic Modulus: short-term D638	125,000 psi	100,000 psi
Elastic Modulus: long-term D638	30,000 psi	25,000 psi
Tensile Strength @ Yield D638	3,500 psi	2,800 psi
ESCR D1693 >10,000 hrs.	failure	>10,000 hrs. failure
Slow Crack Growth, PENT F1473	>100 hrs.	>1,000 hrs.
HDB @ 73.4oF D2837	1,600 psi	1,250 psi
HDB @ 140oF D2837	800 psi	1,000 psi
UV Stabilizer (Carbon) D1603	2.5%	2.5%
Brittleness Temperature D746	<-180oF	<-180oF
Melting Point D789	261oF	261oF
Vicat Softening Temperature D1525 255oF	248oF	
Hardness D2240 64 64	Shore D	
Izod Impact Strength (Notched) D256	7 ft-lbf/in	10 ft-lbf/in
Thermal Expansion Coefficient D696	1.0 x 10 ⁻⁴ in/in/oF	1.0 x 10 ⁻⁴ in/in/oF
Poisson's Ratio --	0.42	0.42
Manning Roughness --	0.01	0.01
Volume Resistivity D991	2.6 x 10 ¹⁶ Ω-cm	2.6 x 10 ¹⁶ Ω-cm
Average Molecular Weight GPC	330,000	330,000
*Note: Nominal Values are not intended as specified limits.		

A continuación, se presenta un cuadro con el detalle técnico sobre la clasificación Fina Over Flow y la Gruesa Under Flow:

Fracción Fina o Over Flow	Fracción Gruesa o Under Flow
<p>El 55-60 % de la carga total es derivada hacia el Tanque de transferencia "A", donde se mezcla con el agua de mina proveniente del tanque "C", y luego ésta es enviada hacia el Cono Profundo donde se realiza la separación solido-liquido, obteniéndose en el rebose agua clarificada y en la descarga un relave en pasta que cumple con los requerimientos de disposición superficial.</p> <p>El rebose de agua limpia del Cono profundo es recirculado a planta concentradora para trabajos de limpieza y dilución de la carga hacia los molinos.</p>	<p>El 45-40 % de la carga total se almacena en los silos N°1 de 240 m³ y N°2 de 200 m³ (capacidad), para luego ser descargados hacia 02 acondicionadores 8'x 8' (11 m³ de capacidad), donde se acondiciona la carga a una densidad apropiada (1850 - 1900 gr/lit), para luego ser bombeada a través de tuberías de HDPE 4" Ø de una longitud aproximada de 1.7 Km, denominada como líneas de bombeo 01, 02 y 03.</p>

La línea 01 está conformada por 2 bomba Warman 4x3 de 100 HP, la línea 02 por 3 bombas Warman 4x3 de 50 HP y la línea 03 por 3 bombas Warman 3x2 de 50 HP, que dirigen el material hacia los silos N° 3 (400 m³ de cap.) y N° 4 (420 m³ de cap.).

Equipos de relleno hidráulico

Tabla N° 07. Equipos de relleno hidráulico

<i>Equipo</i>	<i>HP</i>	<i>Amp</i>	<i>Volt</i>	<i>Rpm</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Dimensiones</i>
<i>Silo 01</i>	-	-	-	-	220 m ³	-
<i>Silo 02</i>	-	-	-	-	200 m ³	-
<i>Silo 03</i>	-	-	-	-	420 m ³	-
<i>Silo 04</i>	-	-	-	-	420 m ³	-
<i>Acondicionador 01</i>	15	17.1	440	1750	11 m ³	8'x 8'
<i>Acondicionador 02</i>	15	17.1	440	1750	11 m ³	8'x 8'
<i>Acondicionador 03</i>	15	17.1	440	1750	11 m ³	8'x 8'
<i>Acondicionador 04</i>	15	17.1	440	1750	11 m ³	8'x 8'

		<i>Equipo</i>	<i>HP</i>	<i>Amp</i>	<i>Volt</i>	<i>Rpm</i>
<i>Planta concentradora</i>	<i>Línea 01</i>	<i>Warman 4x3</i>	100	117	440	1780
		<i>Warman 4x3</i>	100	117	440	1780
	<i>Línea 02</i>	<i>Warman 4x3</i>	50	60	440	1770
		<i>Warman 4x3</i>	50	60	440	1770
		<i>Warman 4x3</i>	50	60	440	1770
	<i>Línea 03</i>	<i>Warman 3x2</i>	50	60	440	1770
		<i>Warman 3x2</i>	50	60	440	1770
		<i>Warman 3x2</i>	50	60	440	1770
	<i>Esperanza</i>	<i>L-4</i>	<i>Denver 5x4</i>	50	60	440
<i>L-5</i>		<i>Denver 5x4</i>	50	60	440	1770
<i>L-6</i>		<i>Denver 5x4</i>	50	60	440	1770
<i>L-7</i>		<i>Denver 5x4</i>	50	60	440	1770

Análisis granulométrico del relave

Tabla N° 08. Análisis granulométrico del relave

MALLA	MICRON	ALIMENTO			OVER FLOW			UNDER FLOW			R	S
		Peso	% Peso	Passing	Peso	% Peso	Passing	Peso	% Peso	Passing		
20	850	4.03	0.47	99.53	0.13	0.04	99.96	22.09	0.98	99.02	54.07	45.93
36	600	30.58	3.56	95.97	0.21	0.06	99.90	209.86	9.30	89.72	54.07	45.93
45	417	52.43	6.10	89.87	0.23	0.07	99.83	323.30	14.32	75.40	54.07	45.93
70	356	82.17	9.57	80.30	0.50	0.15	99.69	551.60	24.44	50.96	54.07	45.93
100	252	85.28	9.93	70.38	13.75	3.99	95.70	376.88	16.70	34.27	54.07	45.93
140	178	89.48	10.42	59.96	23.50	6.82	88.89	288.40	12.78	21.49	54.07	45.93
200	126	94.97	11.06	48.90	27.69	8.03	80.85	235.85	10.45	11.04	54.07	45.93
270	89	46.50	5.41	43.49	15.48	4.49	76.36	75.25	3.33	7.71	54.07	45.93
325	64	20.85	2.43	41.06	5.71	1.66	74.71	25.14	1.11	6.59	54.07	45.93
400	41	21.03	2.45	38.62	4.39	1.27	73.43	19.10	0.85	5.75	54.07	45.93
-400	21	331.73	38.62	0.00	253.17	73.43	0.00	129.73	5.75	0.00	54.07	45.93
		859.05	100.00		344.76	100.00		2257.20	100.00		54.00	46.00

En la tabla 09 se observa que el 46 % de carga va hacia el Under Flow (relleno hidráulico) y 54 % al Over Flow (cancha de relaves).

✓ El 80% de tamaño de partícula captadas para Relleno Hidráulico está en 471.99 micras de tamaño.

Balance de masa de relleno hidráulico

Tabla N° 09. Balance de masa de relleno hidráulico

HIDROCICLONES PLANTA RELLENO HIDRÁULICO					
		ALIMENTACION	OVER FLOW	UNDER FLOW	R/H
Relave disponible	T.M.S.D.	4,880.00	2,637.84	2,242.16	2,242.16
Peso Especif.	Gs	2.76	2.73	2.78	2.78
Densidad de Pulpa	Gp - Kg/Lt	1.32	1.21	1.84	1.70
% Solidos en Peso	% Sp	38.02	27.39	71.30	64.31
% de agua en peso	%	61.98	72.61	28.70	35.69
TM agua/Dia	TM/Dia	7,956.52	6,993.74	902.55	1,244.37
TM pulpa/Dia	TM/Dia	12,836.52	9,631.58	3,144.71	3,486.53
m3 agua/Dia	m3/Dia	7,956.52	6,993.74	902.55	1,244.37
m3 pulpa/Dia	m3/Dia	9,724.64	7,959.99	1,709.08	2,050.90
m3 Solidos/Dia	m3/Dia	1,768.12	966.24	806.53	806.53
m3 Agua/Hr	m3/Hr	331.52	291.41	37.61	51.85
m3 Pulpa/Hr	m3/Hr	405.19	331.67	71.21	85.45
m3 Solidos/Hr	m3/Hr	73.67	40.26	33.61	33.61
G.P.M. AGUA	Gal / min	1,459.69	1,283.06	165.58	228.29
G.P.M. PULPA	Gal / min	1,784.06	1,460.32	313.55	376.25
				806.53	m3/día

Gráfico N° 09. Diagrama de la planta de relleno hidráulico primera parte

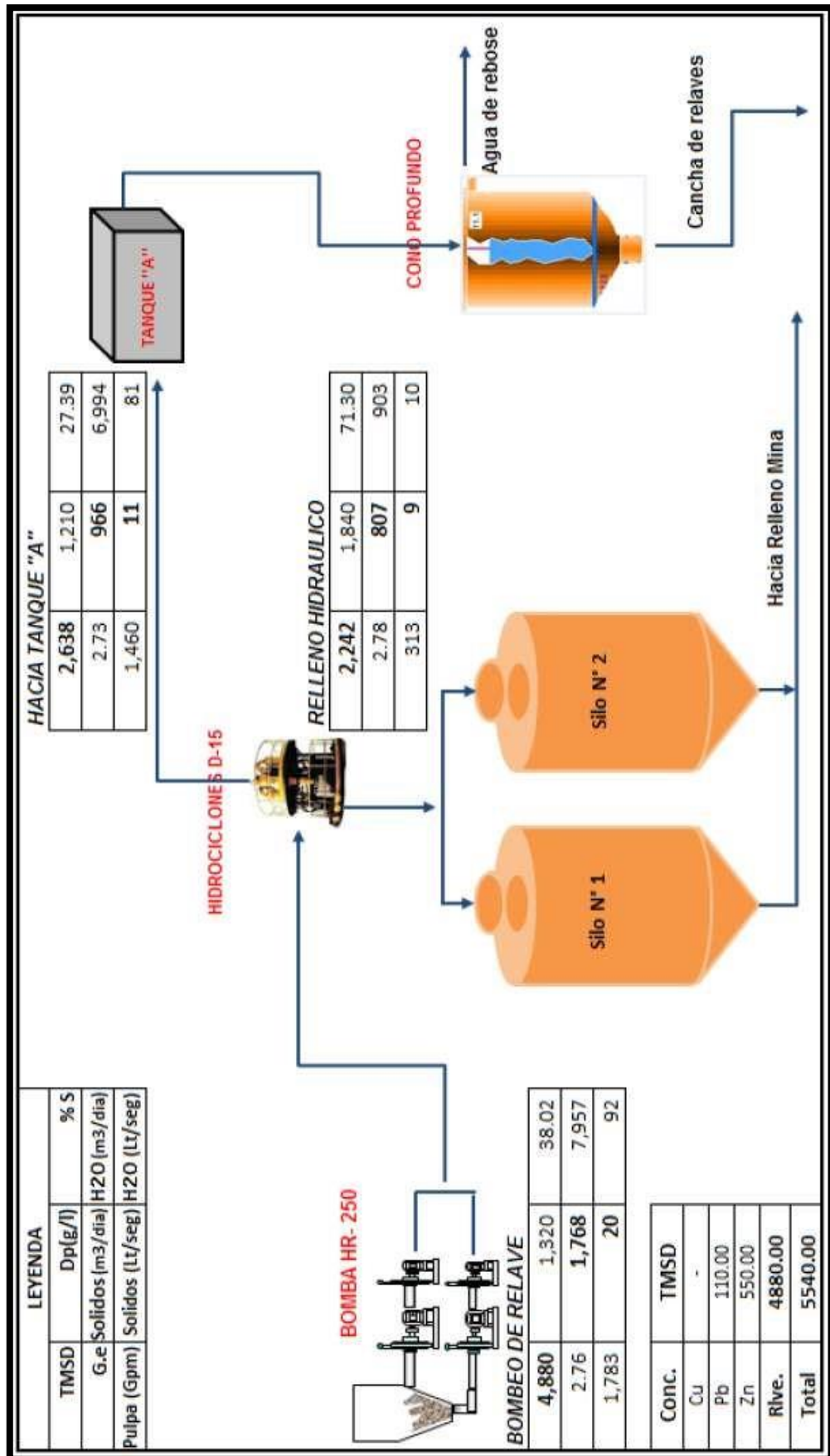
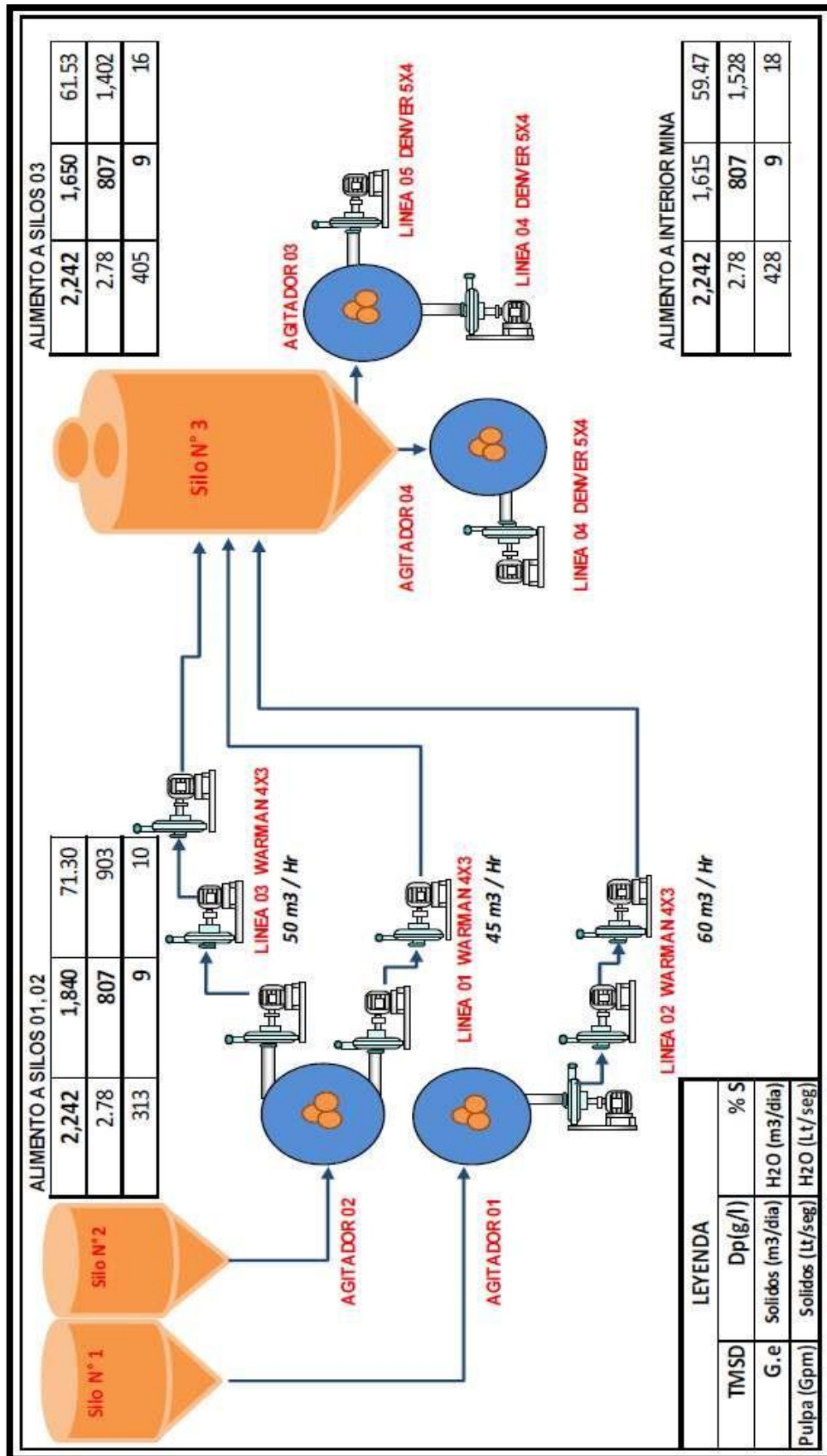


Gráfico N° 10. Diagrama de la planta de relleno hidráulico segunda parte



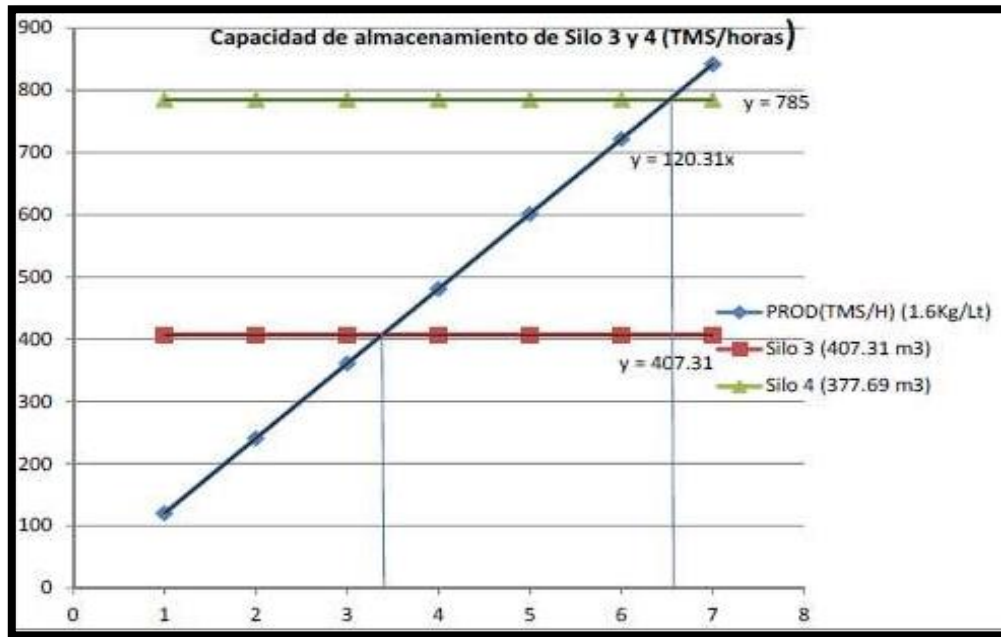
Una vez que la pulpa llega hacia los silos N° 3 y N° 4 que se encuentran en las rampas Mirko y Terry respectivamente son impulsadas a mina por bombas Denver 5x4 con motores de 50 HP a través de 03 líneas con tuberías HDP de 4” hacia los tajos de las diferentes áreas (AESAs, IESAs Y CIA) abarcando en 100 % de los tajos en producción con un aproximado de 17000 m de tubería de relleno y para el drenaje se tiene un total de 8520 m de tubería, de la misma forma cabe mencionar que el silo N° 4 solo tiene 363 m de tubería y no tiene línea de abastecimiento ni descarga, el habilitar esta línea ayudaría bastante en la operación ya que se tendría 4 líneas a mina (3 trabajando 1 en stand by) para esto necesitaríamos un promedio de 7000 m de tubería.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Estandarización de instalación de tuberías

“El Relleno Hidráulico de Mina” se comienza a almacenar en el silo 3 presente en B/M Mirko, con un espacio para almacenar hasta 412 metros cúbicos; y en el silo 4 presente en B/M Terry, con un espacio para almacenar hasta 382 metros cúbicos. El espacio para almacenar la mezcla se calcula en TMS/H.

Gráfico N°11: Capacidad de almacenamiento de Silos 3 y 4 (en TMS (hora))



Orientándonos a partir de la gráfica anterior se determina que el silo 3 soportaría 3.38 horas de bombeo continuo. Si se considera la línea azul y la línea verde y la capacidad conjunta de los silos 3 y 4 podría soportar durante 6.52 horas.

Diagrama de alimentación de acondicionadores		
Silo	Acondicionadores	Bombas
3	2	DENVER 5x4 modelo SRL C Frame 3
4	2	DENVER 5x4 modelo SRL C Frame 3

Se debe señalar que las bombas utilizadas son de marca FIMA de fabricación peruana. Estas bombas están basadas en el modelo Goulds Pumps SRL C 5x4. Este detalle nos permite utilizar curvas de Goulds Pumps, para suplir la falta de estos accesorios por parte de FIMA.

Régimen de funcionamiento de las todas las bombas en los silos 3 y 4
Flujo de 348 GPM o 74.04 m ³ /h (21.95 l/s)
La presión de bombeo varía entre 45 a 60 PSI dependiendo de la línea de bombeo utilizada, esto equivale de 31.64 a 43.6 m de altura de bombeo.
La eficiencia de la bomba es de 51.5%, pero considerando que no es la marca original bajamos a 45%.
La potencia requerida es de 28 <u>HP</u> pero considerando las pérdidas por altura (4600 msnm) es de 38 HP.

4.3.2. Levantamiento de la red de relleno hidráulico mina

Se hizo el recorrido de toda la línea de relleno hidráulico en el interior de mina levantando información sobre las longitudes de las tuberías, para dicho fin se ha dividido el sistema de distribución de RH en tramos característicos los cuales se definen en función de la geometría de la tubería, en ángulo del tendido que se relaciona con las características de la estructura propia de la mina, cada tramo característico tiene un punto inicial, un punto final, una longitud de tubería y un diámetro nominal de la misma.

Se elaborado un grafo de tipo árbol con 74 puntos lo que equivale a 73 tramos característicos, en este grafo se modela la red completa de distribución de relleno hidráulico con 16 puntos de entrega de relleno,

Desde el punto 1 (silo 3) al punto 19 (Rp Mirko, Prog. 2+420) se puede llegar por tres rutas diferentes en función de las conexiones que se hagan en el camino lo que genera 48 posibles rutas de abastecimiento de relleno hidráulico a los 16 puntos de entrega de relleno.

Inicialmente se ha hecho un análisis de las 3 posibles rutas desde el punto 1 al punto 19, a estas rutas las hemos nombrado Línea A(LA), Línea B (LB)y Línea C (LC).

Evaluación del cauce más favorable en kg/cm²
Por la ruta LA se llega al punto 19 con una presión favorable de 18.60 kg/cm ²
Por la ruta LB se llega al punto 19 con una presión favorable de 20.53 kg/cm ²
Por la ruta LC se llega al punto 19 con una presión favorable de 24.86 kg/cm ²

Para poder ver con más detalle consultar los anexos denominados con el nombre de la línea y una visión amplia puede lograrse con los grafos presentados también por cada línea.

4.3.3. Estandarización de la instalación de tuberías por rutas

4.3.3.1. Ruta A

Tabla N° 10. Ruta A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19	F	Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4

En la ruta A encontramos que el tramo 5 – 6 tiene muy poca presión por lo que recomienda cambiar la tubería de D 4” a D5” (ISO PE100 PN16).

4.3.3.2. Ruta B

Tabla N° 11. Ruta B, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	12		Cx. 520	150.0	4.0		0.0
12	13		RB. 18A	76.0	4.0	3.362	-90.0
13	8		BP 420	190.0	4.0		0.0
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19	F	Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4

4.3.3.3. Ruta C

Tabla N° 12 Ruta C, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	14		Rp. Mirko	340.0	4.0		-7.4
14	15		Raise bore - Nv. 390	39.0	4.0	3.362	-90.0
15	16		Rp 300	270.0	4.0		-7.4
16	17		RB 37 - Nv. 355	75.0	4.0	3.362	-90.0
17	18		Ga 623 / Rp. 295	125.0	4.0		0.0
18	19	F	Rp. Mirko	470.0	4.0		-7.4

De las tres rutas mencionadas, la ruta LA es la que tiene las características menos favorables razón por la cual, la consideramos para el análisis integral de las 16 rutas restantes, a fin de simplificar el análisis y evaluar el escenario más exigente.

Se corrige el tramo 5 – 6 por diámetro 5” ISO PE100 PN16

Una ruta desde la B/M Terry (silo 4) al punto 19 es posible realizarla si se hace las conexiones necesarias, pero nos hemos concentrado principalmente en las tres rutas desde el silo 3 hasta el punto 19 a las cuales nos referimos en el párrafo anterior. Desde el silo 3 ingresan por la Rp Mirko tres líneas que no tienen relación alguna con las tres posibles rutas de ingreso al punto 19, pero si están relacionadas con la posibilidad de poder llegar simultáneamente a tres puntos de entrega de relleno, con ciertas restricciones, (rellenar simultáneamente tres tajeos).

Para poder encontrar en el gráfico la ruta que se analiza es necesario seguir la secuencia de los puntos presentada.

En análisis integral de las rutas hemos considerado para los Raise Bores y Chimeneas la utilización de tubería ISO PE100 PN20 a fin de prolongar el tiempo de vida de éstas y disminuir la presión de llegada a la labor, por lo cual recomendamos desde ya el cambio de PN16 a PN20.

4.3.3.4. Análisis de las rutas a los puntos de entrega Línea A

- Ruta L01A

Tabla N° 13. Ruta L01A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	21		Rp 500-	37.0	4.0		-7.4
21	22	F	Cx. 600 - Pique Esperanza	1,100.0	5.0		0.0

En la ruta L01A, el tramo de entrega de relave, 21 – 22, al Pique Esperanza a través del CX 600, tiene una longitud de 1100 m proyectándonos a un

futuro, para lograr este punto de entrega es necesario realizar el cambio de tubería en el tramo de entrega de 4” a 5” (ISO PE100 PN16)

En esta misma ruta el tramo 5 – 6 que tiene una longitud de 360m y recorre el CX 520, por motivos de seguridad debería ser cambiada por tubería de 5”, (ISO PE100 PN16) a fin de disminuir la caída de presión por fricción.

El resto está bien. Para mayor información consultar el anexo L01A

- **Ruta L02A**

Tabla N° 14 Ruta L02A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	21		Rp 500-	37.0	4.0		-7.4
21	23		Rp. 500-	48.0	4.0		-7.4
23	24	F	Xc 225 - Vta. Carmen	1,200.0	5.0		0.0

Al igual que en la ruta anterior es necesario cambiar la tubería del tramo 23 – 24 por tubería de D 5” PE100 PN16 a fin de proyectarnos por el CX 225 hacia la veta

Carmen desde la Rp 500- 1200m

- **Ruta L03A**

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	21		Rp 500-	37.0	4.0		-7.4
21	23		Rp. 500-	48.0	4.0		-7.4
23	25		Rp. 500-	180.0	4.0		-7.4
25	27		Rp. 500-	80.0	4.0		-7.4
27	28		RB 53	15.0	4.0	3.362	-90.0
28	29		RB 53	31.0	4.0	3.362	-90.0
29	30	F	Nv. 175	900.0	4.0		0.0

El tramo 25 – 26 debe ser cambiado por tubería D 5” PE100 PN16 a fin de lograr una mayor presión de entrega.

Tabla N° 15. Ruta L03A, tramos y datos de entrada

- **Ruta L04A**

Tabla N° 16. Ruta L04A, tramos y datos de entrada

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	21		Rp 500-	37.0	4.0		-7.4
21	23		Rp. 500-	48.0	4.0		-7.4
23	25		Rp. 500-	180.0	4.0		-7.4
25	26	F	BP 200 Principal	1,050.0	5.0		0.0

La presión en el tramo de entrega 29 - 30, es satisfactoria.

- **Ruta L05A**

Tabla N° 17 Ruta L05A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	31		Bp 250 W	450.0	4.0		0.0
31	32	F	Bp 260, Cx 250	900.0	5.0		0.0

El Tramo 31 – 32 debe ser corregido por tubería D 5” PE100 PN16.

- **Ruta L06A**

Tabla N° 18. Ruta L06A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	31		Bp 250 W	450.0	4.0		0.0
31	33		Bp 250, Cx 250	130.0	4.0		0.0
33	34		Echadero	17.0	4.0	3.362	-90.0
34	35		Rp. Mirko	60.0	4.0		-7.4
35	36		BP 226 EW	100.0	4.0		0.0
36	37		RB 20A	25.0	4.0	3.362	-90.0
37	38		Nv. 200	45.0	4.0		0.0
38	39		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
39	40	F	Nv. 175	900.0	5.0		0.0

Corrección del tramo 39 – 40

- **Ruta L07A**

Tabla N° 19. Ruta L07A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	31		Bp 250 W	450.0	4.0		0.0
31	33		Bp 250, Cx 250	130.0	4.0		0.0
33	34		Echadero	17.0	4.0	3.362	-90.0
34	35		Rp. Mirko	60.0	4.0		-7.4
35	36		BP 226 EW	100.0	4.0		0.0
36	37		RB 20A	25.0	4.0	3.362	-90.0
37	38		Nv. 200	45.0	4.0		0.0
38	39		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
39	41		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
41	42	F	Nv. 150	900.0	4.0		0.0

La presión en el tramo de entrega 41 – 42 es satisfactoria.

- Ruta L08A

Tabla N° 20. Ruta L08A, tramos y datos de entrada

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	20		Rp. 500- 0m. - Rp. 500- 290m.	290.0	4.0		-7.4
20	31		Bp 250 W	450.0	4.0		0.0
31	33		Bp 250, Cx 250	130.0	4.0		0.0
33	34		Echadero	17.0	4.0	3.362	-90.0
34	35		Rp. Mirko	60.0	4.0		-7.4
35	36		BP 226 EW	100.0	4.0		0.0
36	37		RB 20A	25.0	4.0	3.362	-90.0
37	38		Nv. 200	45.0	4.0		0.0
38	39		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
39	41		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
41	43		Raise bore	25.0	4.0	3.362	-90.0
43	44	F	Nv. 125	900.0	4.0		0.0

La presión de llegada es satisfactoria.

- Ruta L09A

Tabla N° 21. Ruta L09A, tramos y datos de entrada

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	46	F	Cx 600 N	900.0	4.0		0.0

- **Ruta L10A**

Tabla N° 22. Ruta L10A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	48		BP 260	44.0	4.0		0.0
48	49		RB 44	21.0	4.0	3.362	-90.0
49	50	F	Nv. 225	300.0	4.0		0.0

Satisfactoria

- **Ruta L11A**

Tabla N° 23. Ruta L11A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	48		BP 260	44.0	4.0		0.0
48	49		RB 44	21.0	4.0	3.362	-90.0
49	51		RB 44	30.0	4.0	3.362	-90.0
51	52	F	Nv. 200	800.0	4.0		0.0

Satisfactoria

- **Ruta L12A**

Tabla N° 24. Ruta L12A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	53		Rp. Mirko	110.0	4.0		-7.4
53	54			10.0	4.0		0.0
54	55		RB 40	46.0	4.0	3.362	-90.0
55	56		Nv. 200 Principal	175.0	4.0		0.0
56	57		RB 65	32.0	4.0	3.362	-90.0
57	58		Nv. 175	280.0	4.0		0.0
58	59		RB 86	35.0	4.0	3.362	-90.0
59	60	F	Nv. 145	800.0	4.0		0.0

Satisfactoria la presión de llegada.

- **Ruta L13A**

Tabla N° 25. Ruta L13A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4

3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	53		Rp. Mirko	110.0	4.0		-7.4
53	61		Rp. Mirko	40.0	4.0		-7.4
61	62	F	Nv. 225	800.0	4.0		0.0

Presión de llegada satisfactoria.

- **Ruta L14A**

Tabla N° 26. Ruta L14A, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	53		Rp. Mirko	110.0	4.0		-7.4
53	61		Rp. Mirko	40.0	4.0		-7.4
61	63		Rp. Mirko	409.0	4.0		-7.4
63	64		Nv. 200 1E	250.0	4.0		0.0
64	65		RB 73	37.0	4.0	3.362	-90.0
65	66		RB 73	37.0	4.0	3.362	-90.0
66	67	F	Nv. 145	750.0	4.0		0.0

La presión de llegada es también satisfactoria.

- Ruta L15A

Tabla N° 27. Ruta L15A, tramos y datos de entrada

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	68		BP 260	875.0	5.0		0.0
68	69		RB 49	32.0	4.0	3.362	-90.0
69	70	F	Nv. 225	800.0	5.0		0.0

En esta ruta es necesario realizar el cambio de tubería de D 4” a D 5” en el tramo 47 – 68 y en el tramo 69 – 70 a fin de lograr una buena presión de llegada.

- **Ruta L16A**

Tabla N° 28. Ruta L16A, tramos y datos de entrada

Tramos			Datos de entrada				
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	68		BP 260	875.0	5.0		0.0
68	69		RB 49	32.0	4.0	3.362	-90.0
69	71		RB 49	28.0	4.0	3.362	-90.0
71	72		Nv. 200	20.0	4.0		0.0
72	73		RB 64	29.0	4.0	3.362	-90.0
73	74	F	Nv. 175	800.0	4.0		0.0

En esta ruta se arrastra la corrección en tramo 47 – 68

4.3.4. Relleno hidráulico a Pique Montenegro

Uno de los problemas que tiene que afrontar la mina es el relleno en la zona de Pique Montenegro, una de las alternativas era la ubicación de un punto de bombeo, que tendría que ser ubicado en la intersección 30 que es la intersección de la Rp Mirko con el Bp 260, esto implicaría la ampliación de esa zona a fin de poder instalar una pequeña casa de bombas y no perjudicar el tráfico de los vehículos por esa zona. (3 bombas Warman AH 3 x 2, que se retirarían de la casa de bombas actual, si se opta por una sola línea de bombeo con tubería de 6” PE100 PN20)

Otra alternativa y quizá la más viable es el tendido de tubería de 5" de diámetro, manteniendo la norma expuesta anteriormente ISO PE100 PN16. Se ha considerado una distancia de 1600 m desde la intersección 30 hasta el punto más alejado del Bp 310, con este cambio estaría llegar el relave (relleno Hidráulico) con una presión de 62 PSI que consideramos suficiente; es necesario fijar la distancia exacta a fin de definir esta alternativa o decidir por una alternativa mixta, es decir, podemos lograr llevar el Relleno Hidráulico 1600 m hacia el Pique Montenegro y desde ese punto utilizar 1 bomba Warman AH 3 x 4, para poder alcanzar la distancia que ustedes deben de definir.

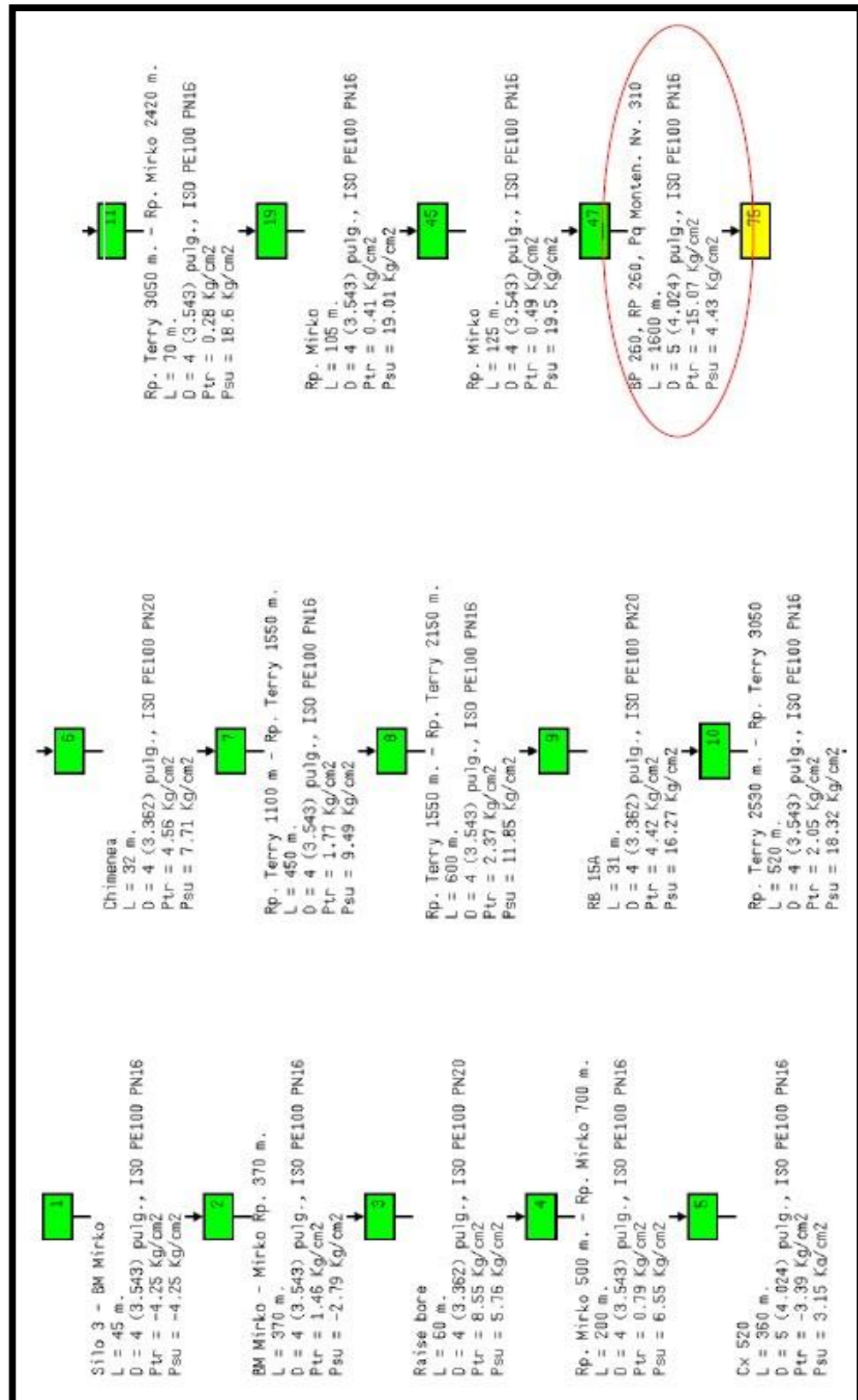
- **Ruta PMONT**

Tabla N° 29. Ruta PMONT, tramos y datos de entrada

Tramos				Datos de entrada			
i	j	Nf	Ubicación	L	Φn	Φint.	Ángulo
				m	pulg.	pulg.	°G
1	2		Silo 3 - BM Mirko	45.0	4.0		25.0
2	3		BM Mirko - Mirko Rp. 370 m.	370.0	4.0		-7.4
3	4		Raise bore	60.0	4.0	3.362	-90.0
4	5		Rp. Mirko 500 m. - Rp. Mirko 700 m.	200.0	4.0		-7.4
5	6		Cx 520	360.0	5.0		0.0
6	7		Chimenea	32.0	4.0	3.362	-90.0
7	8		Rp. Terry 1100 m - Rp. Terry 1550 m.	450.0	4.0		-7.4
8	9		Rp. Terry 1550 m. - Rp. Terry 2150 m.	600.0	4.0		-7.4
9	10		RB 15A	31.0	4.0	3.362	-90.0
10	11		Rp. Terry 2530 m. - Rp. Terry 3050	520.0	4.0		-7.4
11	19		Rp. Terry 3050 m. - Rp. Mirko 2420 m.	70.0	4.0		-7.4
19	45		Rp. Mirko	105.0	4.0		-7.4
45	47		Rp. Mirko	125.0	4.0		-7.4
47	75	F	BP 260, RP 260, Pq Monten. Nv. 310	1,600.0	5.0		0.0

Diagrama de ruta de R/H a Pique Montenegro

Gráfico N° 12: Grafo de relleno hidráulico a Pique Montenegro



4.3.5. Inversión del proyecto

Tabla N° 30. Inversión

	DESCRIPCION	CANT	UNID	COSTO	
				UNIT	TOTAL
1	BOMBA WARMAN AH 4X3	1.0	UN	35,000.00	35,000.00
2	MOTORES DE 100 HP	2.0	UN	3,000.00	6,000.00
3	TUBERIA HDPE PE100 PN20 D 5"	4,000.0	ML	16.23	64,932.00
4	INSTALACION DE TUBERIA HDPE D 5"	4,000.0	ML	3.70	14,800.00
5	TUBERIA HDPE PE100 PN16 D 5"	1,300.0	ML	13.53	17,586.40
6	INTALACION DE TUBERIA HDPE D 5"	1,300.0	ML	3.70	4,810.00
7	REGULADORES DE FLUJO	4.0	UN	35.00	140.00
8	VALVULAS CHECK	4.0	UN	15.00	60.00
9	REGULADORES DE PRESION	4.0	UN	37.00	148.00
10	SENSORES DE PRESION 0-300 PSI DE 4 -20 MA	4.0	UN	260.00	1,040.00
11	LECTORES DE INTENSIDAD DE CORRIENTE 4 - 20 MA	12.0	UN	75.00	900.00
12	PLC 24 IA, 12 OA	1.0	UN	900.00	900.00
13	VALVULAS PINCH 6"	4.0	UN	450.00	1,800.00
14	SISTEMA HIDRAULICO PARA CONTINGENCIA	1.0	UN	14,000.00	14,000.00
15	ACOPLAMIENTOS DE 4 A 6 PULG	2.0	UN	20.00	40.00
15	INSTALACION Y CABLEADO AUTOMATIZACION	1.0	UN	3,500.00	3,500.00
15	PROGRACION DEL PLC	1.0	UN	2,500.00	2,500.00
16	OTROS	1.0	UN	18,000.00	18,000.00
17	INSTALACIÓN DE BOMBAS	4.0	UN	1,200.00	4,800.00
18	VÁLVULAS DIRECCIONADORAS	4.0	UN	350.00	1,400.00
				TOTAL US\$	192,356.40

4.4. Discusión de resultados

La tabla muestra a cuánto asciende la demanda de electricidad para la operación de cada línea. La fila verde señala el nivel de trabajo por cada línea en funcionamiento actualmente y la fila gris señala el nivel de optimización de la línea.

En la línea uno la demanda eléctrica tiene un costo de 0.164 USD/m³, hay que considerar que opera con una tubería “PE100 PN20 de 4 pulgadas”. En óptimas

condiciones esta línea debería bombear “36 litros/segundo de relave con una concentración de sólidos al 60%”, operando simultáneamente un par de bombas “Warman AH 4x3” con tuberías “PE100 PN20 de 6 pulgadas”. En contraste, la energía consumida calculada por metros cúbicos, con la implementación de la nueva línea asciende a 0.075 USD/m³. Con este cambio se puede lograr una reducción del 45.7% en relación al costo de la operación actual.

En la línea dos la demanda eléctrica tiene un costo de 0.261 USD/m³, hay que considerar que opera impulsada por “tres bombas Warman AH 4x3 de 50 HP” con una tubería “PE100 PN20 de 4 pulgadas”. En óptimas condiciones esta línea debería operar con tuberías “PE100 PN16 de 5 pulgadas”, de esta manera se alcanzaría la reducción de la electricidad a 0.088 USD/m³. El cuadro 3.6 señala en relación a la línea 2 que “con una línea PE100 PN20 de 5 pulgadas de diámetro se puede alcanzar un costo de 0.071 USD/m³, pero la velocidad real está muy cerca de la velocidad crítica”.

En la línea tres la demanda eléctrica tiene un costo de 0.185 USD/m³, hay que considerar que opera con una tubería “PE100 PN20 de 4 pulgadas”, operando simultáneamente un par de bombas “Warman AH 3x2 de 50 HP”. Pero si se optimiza la operación con tuberías “PE100 PN20 de 5 pulgadas” podría alcanzarse “un costo eléctrico por metro cúbico, de 0.082 USD/m³”.

Después de hacer el análisis de los datos anteriores se puede concluir que el régimen a recomendar es la optimización de la línea uno, “que consiste en bombear 36 litros/segundo, con una concentración de 60% de sólidos, lo cual equivale a 16.5 Kg/litro”. Este caudal abastece eficientemente la producción de relave de la concertadora, lo que se traduce en ventajas económicas y operativas.

4.4.1. Evaluación técnica económica de las líneas de R/H

Tabla N° 31. Evaluación de las líneas de Relleno Hidráulico

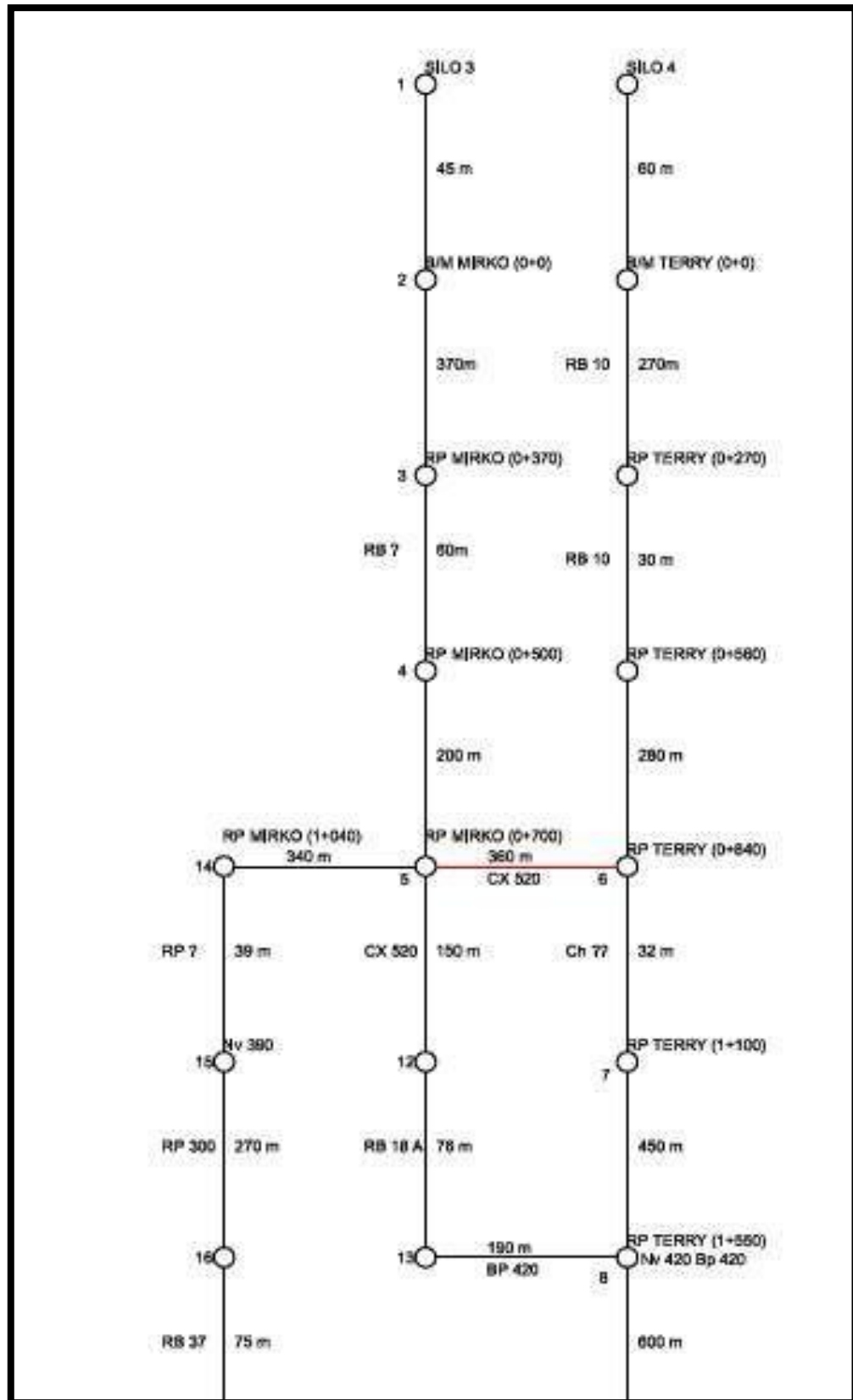
Línea 1 - Warman 4/3 - 2 bombas (100 HP)																	
Línea	Caudal l/seg	m ³ /h	Norma PN	Diám DN	Potencia HP	Potencia Corr HP	Presión Tr. PSI	Presión Tub. PSI	RPM	Eficiencia %	Vreal pies/seg	Vcrrp pies/seg	Peso de rel TMS/H	V Relave M ³ /H	Costo E E US\$/M ³	Costo EE Año US\$/año	Observaciones
1	18.0	64.8	12.5	4.0	30.88	61.37	135.1	185.6	2,100.0	40.9	8.55	7.77	64.1	22.1	0.116	40,286.26	
1	18.0	64.8	16.0	4.0	47.53	95.06	191.2	232.0	2,490.0	45.6	9.29	7.61	64.1	22.1	0.179	62,402.02	
1	15.0	54.0	20.0	4.0	35.06	70.09	160.0	200.0	2,200.0	40.8	10.32	7.41	51.6	17.8	0.164	57,036.38	Actual
1	18.0	64.8	20.0	5.0	20.32	40.63	97.2	290.0	1,790.0	54.2	8.00	7.90	64.1	22.1	0.077	26,671.51	
1	20.0	72.0	20.0	5.0	34.70	69.39	143.3	290.0	2,170.0	52.0	8.89	7.90	71.2	24.5	0.118	40,994.60	
1	34.0	122.4	20.0	6.0	29.91	59.82	91.9	290.0	1,800.0	55.8	9.22	8.94	121.0	41.7	0.060	20,788.01	
1	36.0	129.6	20.0	6.0	40.07	80.13	115.0	290.0	2,000.0	55.2	9.76	8.94	128.1	44.2	0.075	26,298.57	Optimizada

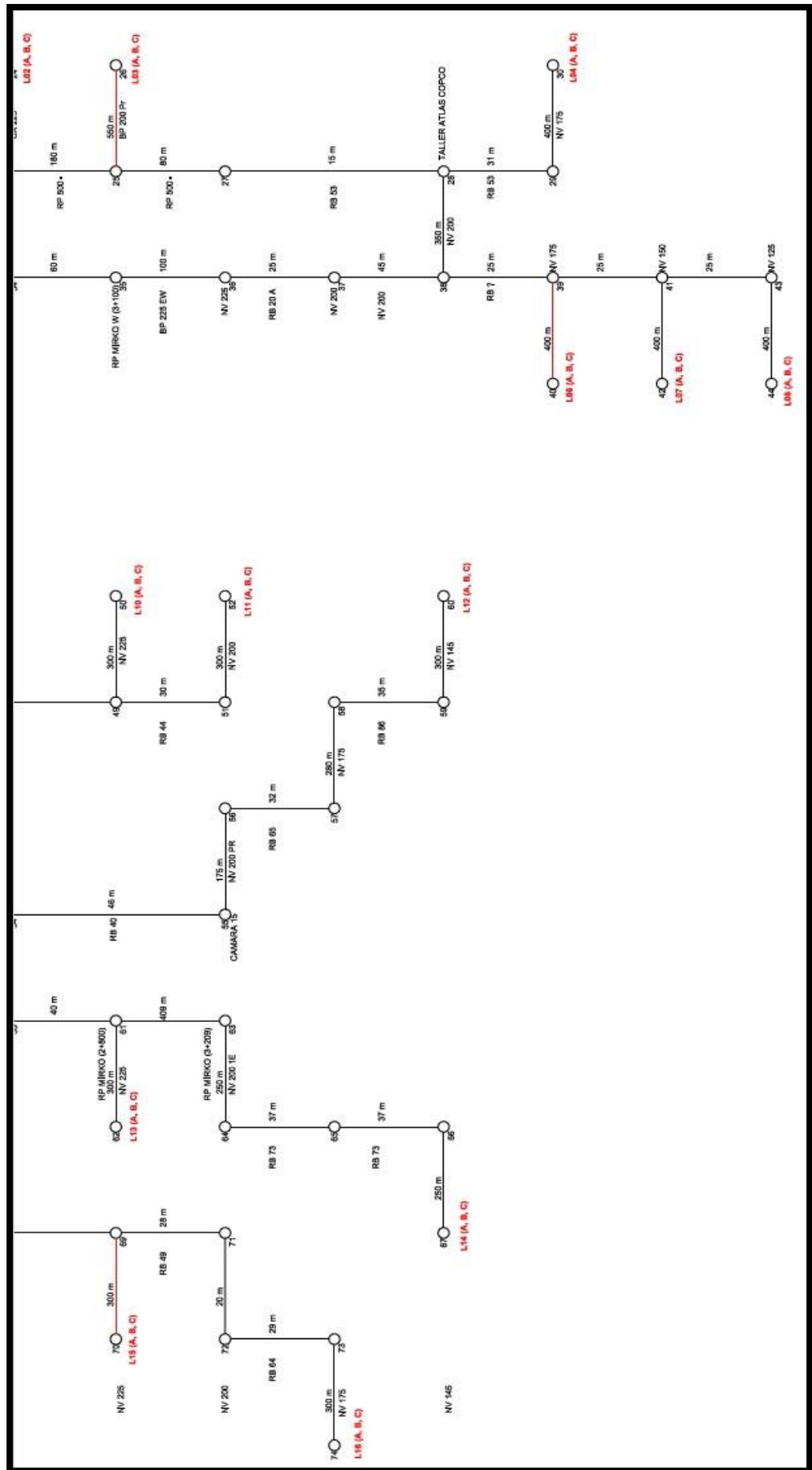
Línea 2 - Warman 4/3 - 3 bombas (50 HP)																	
Línea	Caudal l/seg	m ³ /h	Norma PN	Diám DN	Potencia HP	Potencia Corr HP	Presión Tr. PSI	Presión Tub. PSI	RPM	Eficiencia %	Vreal pies/seg	Vcrrp pies/seg	Peso de rel TMS/H	V Relave M ³ /H	Costo E E US\$/M ³	Costo EE Año US\$/año	Observaciones
2	18.0	64.8	12.5	4.0	18.63	55.88	135.1	185.6	1,740.0	54.8	8.55	7.77	64.1	22.1	0.105	36,682.36	
2	18.0	64.8	16.0	4.0	28.50	85.50	191.2	232.0	2,030.0	50.7	9.29	7.61	64.1	22.1	0.161	56,126.37	
2	18.0	64.8	20.0	4.0	46.22	130.65	200.0	300.0	2,490.0	45.9	10.32	7.41	54.1	22.1	0.261	91,023.18	Actual
2	18.0	64.8	20.0	5.0	12.51	37.52	97.2	290.0	1,470.0	58.7	8.00	7.90	64.1	22.1	0.071	24,629.96	
2	20.0	72.0	20.0	5.0	21.18	63.53	143.3	290.0	1,790.0	56.8	8.89	7.90	71.2	24.5	0.108	37,532.60	
2	20.0	72.0	16.0	5.0	11.52	34.55	84.0	232.0	1,400.0	61.9	8.01	8.11	71.2	24.5	0.059	20,411.64	
2	22.0	79.2	16.0	5.0	19.03	57.10	123.9	232.0	1,680.0	60.1	8.81	8.11	78.3	27.0	0.088	30,666.36	Optimizada

Línea 3 - Warman 3/2 - 3 bombas (50 HP)																	
Línea	Caudal l/seg	m ³ /h	Norma PN	Diám DN	Potencia HP	Potencia Corr HP	Presión Tr. PSI	Presión Tub. PSI	RPM	Eficiencia %	Vreal pies/seg	Vcrrp pies/seg	Peso de rel TMS/H	V Relave M ³ /H	Costo E E US\$/M ³	Costo EE Año US\$/año	Observaciones
3	18.0	64.8	12.5	4.0	16.73	50.20	135.1	185.6	1,980.0	61.0	8.55	7.67	64.1	22.1	0.095	32,953.73	
3	18.0	64.8	16.0	4.0	24.78	74.35	191.2	232.0	2,390.0	58.3	9.29	7.61	64.1	22.1	0.140	48,806.96	
3	18.0	64.8	20.0	4.0	32.79	98.37	280.8	290.0	2,770.0	54.7	10.32	7.41	64.06	22.1	0.185	64,574.86	Actual
3	18.0	64.8	SDR 13.5	4.0	12.10	36.31	129.0	128.0	1,720.0	62.7	8.05	7.69	64.06	22.1	0.068	23,835.56	
3	18.0	64.8	20.0	5.0	11.86	34.96	97.2	290.0	1,790.0	63.0	8.00	7.90	64.06	22.1	0.066	22,949.46	
3	20.0	72.0	20.0	5.0	19.33	58.00	143.3	290.0	2,000.0	62.1	8.89	7.90	71.18	24.5	0.098	34,265.55	
3	19.0	68.4	20.0	5.0	15.27	45.82	119.7	290.0	1,850.0	62.5	8.44	7.90	67.62	23.3	0.082	28,494.94	Optimizada

4.4.3. Diagrama unifilar de la red de relleno hidráulico

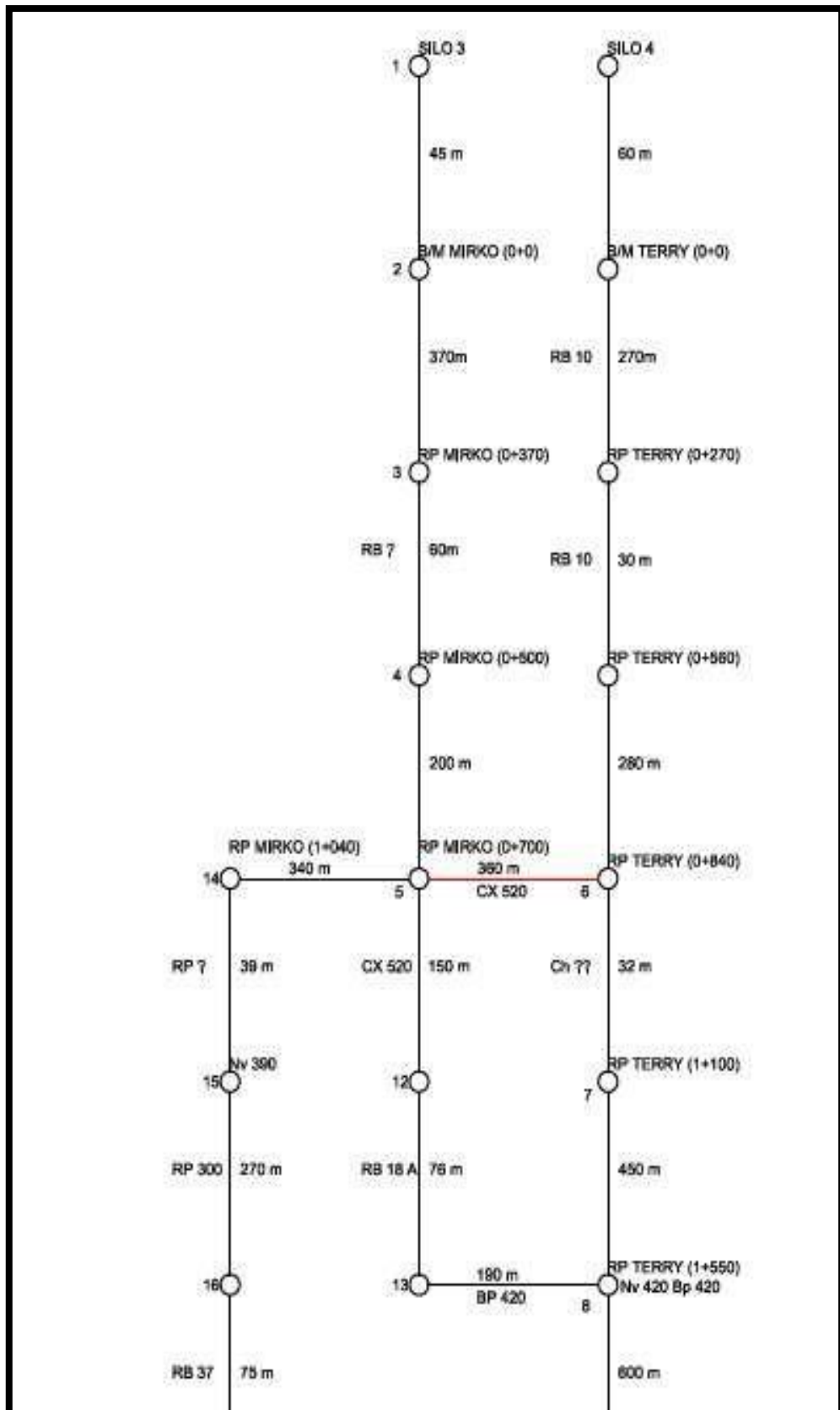
Gráfico N° 14. Diagrama unifilar de la red de relleno hidráulico

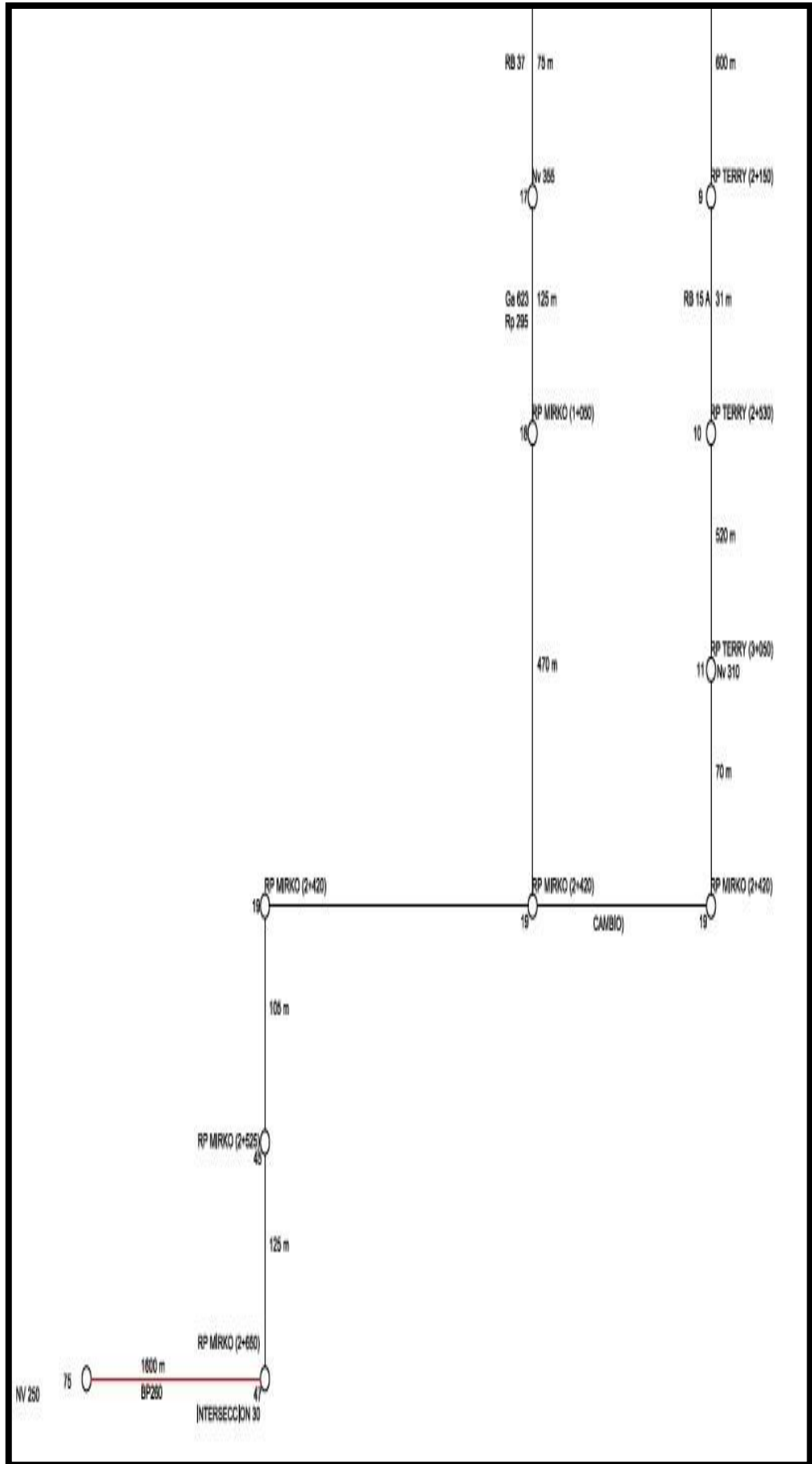




4.4.4. Diagrama unifilar pique Montenegro

Gráfico N° 15. Diagrama unifilar pique Montenegro





CONCLUSIONES

1. La planta concentradora provee en promedio 4,800.27 TMS/día de relave, de los cuales es usado para relleno hidráulico 2,887 TMS/día, con una pulpa de 60% de sólidos, equivalente a 121.6 m³/hora de transporte, los cuales son bombeadas mediante tres líneas con una capacidad de promedio de 51 L/seg.
2. El régimen óptimo del transporte de relleno hidráulico tendría las siguientes características:
 - Dos bombas Warman AH 4x3 enseriadas de 100 HP
 - Tubería PE100 PN20 6" de diámetro nominal
 - Caudal de 36 litros/segundo
 - Concentración de 60% de sólidos

El costo de la energía eléctrica para el traslado de un metro cúbico desde la casa de bombas hasta los Silos 3 y 4 con el régimen propuesto es de: 0.075 US\$/m³.

3. Transportar la mezcla "pulpa de relave" de los silos N° 01 y 02 hasta los silos N° 03 y 04 con capacidad de 412 m³ y 450 m³ respectivamente, y utilizar "tuberías de polietileno de HDPE PE 100 PN 20 de 4 pulgadas ø en una longitud de 1 760 m".
4. Las fallas con mayor incidencia en la operación del relleno hidráulico están relacionadas a "roturas o despalmes de las tuberías de polietileno"

Causas frecuentes de roturas y desempalmes
Vida útil de las tuberías de polietileno (años de trabajo)
Volumen de material transportado por cada mes (m ³)
Horas efectivas de bombeo de pulpa (h)
Presión de bombeo
Espesor de las paredes de la tubería (mm)
Tipo de material transportado (propiedades físicas del material)
Densidad de pulpa transportado (ρ)
Gradiente de la instalación de la tubería
Velocidad crítica de la pulpa

5. Las tuberías empleadas son de tipo de “polietileno de alta densidad”, con una resistencia extremadamente alta a la abrasión causada por relaves, cuyo diámetro es de 4” de calidades PN10, PN12.5, PN16, PN20.
6. El Levantamiento de la red de relleno hidráulico mina se hizo el recorrido de toda la línea de relleno hidráulico en el interior de mina, levantando información sobre las longitudes de las tuberías, para dicho fin se ha dividido el sistema de distribución de RH en tramos característicos los cuales se definen en función de la geometría de la tubería, en ángulo del tendido que se relaciona con las características de la estructura propia de la mina, cada tramo característico tiene un punto inicial, un punto final, una longitud de tubería y un diámetro nominal de la misma.
7. Para la estandarización de las tuberías se realizó un análisis de las 3 posibles rutas desde el punto 1 al punto 19, a estas rutas las hemos nombrado Línea A(LA), Línea B (LB)y Línea C(LC).

Presión favorable por ruta
Por la ruta LA se llega al punto 19 con una presión favorable de 18.60 kg/cm ²
Por la ruta LB se llega al punto 19 con una presión favorable de 20.53 kg/cm ²
Por la ruta LC se llega al punto 19 con una presión favorable de 24.86 kg/cm ²

Para lo cual se elaborado una red tipo árbol con 74 puntos lo que equivale a 73 tramos característicos, en este grafo se modela la red completa de distribución de relleno hidráulico con 16 puntos de entrega de relleno. Desde el punto 1 (silo 3) al punto 19 (Rp Mirko, Prog. 2+420) se puede llegar por tres rutas diferentes en función de las conexiones que se hagan en el camino lo que genera 48 posibles rutas de abastecimiento de relleno hidráulico a los 16 puntos de entrega de relleno.

8. En cuanto al costo de la estandarización de las tuberías asciende a 192,356.40\$ y el costo de bombeo con respecto a la energía eléctrica con las estandarizaciones de las tuberías optimizadas, de cada línea representan; línea 1 costo 0.075 \$/m³, línea 2 costo 0.088 \$/m³, línea 3 costo 0:082 \$/m³
9. El régimen a recomendar es la optimización de la línea uno, “que consiste en bombear 36 litros/segundo, con una concentración de 60% de sólidos, lo cual equivale a 16.5 Kg/litro”. Este caudal abastece eficientemente la producción de relave de la concertadora, lo que se traduce en ventajas económicas y operativas.

RECOMENDACIONES

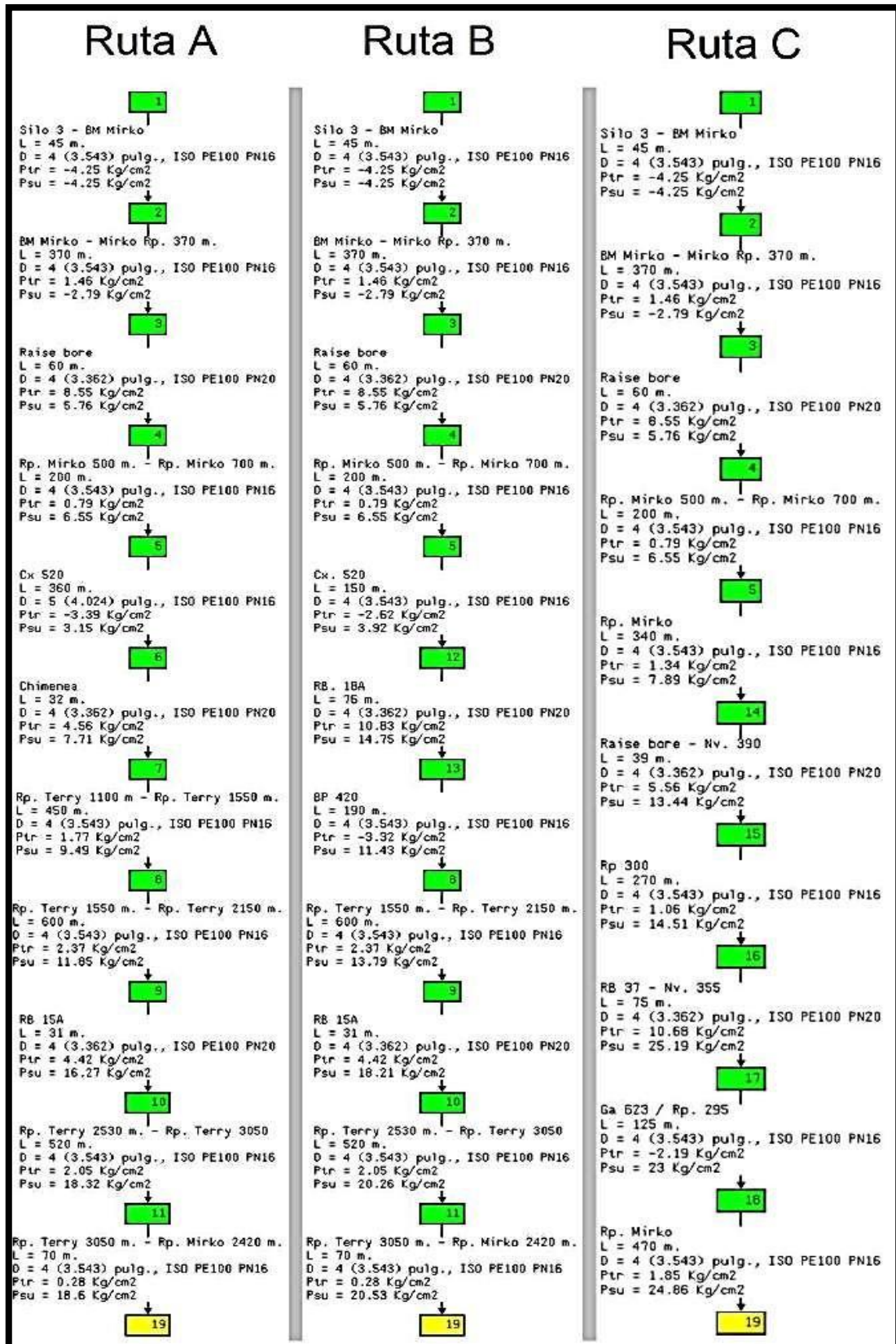
- Se recomienda ejecutar el proyecto de estandarización e instalación de las tuberías de acuerdo a lo planteado en la investigación.
- Se recomienda inspeccionar constantemente la red de tuberías de las tres líneas para poder detectar oportunamente las fallas, desgastes, averías de las tuberías tanto en su instalación como en su funcionamiento.
- Se recomienda la optimización de la línea uno, “que consiste en bombear 36 litros/segundo, con una concentración de 60% de sólidos, lo cual equivale a 16.5 Kg/litro”. Este caudal abastece eficientemente la producción de relave de la concertadora, lo que se traduce en ventajas económicas y operativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

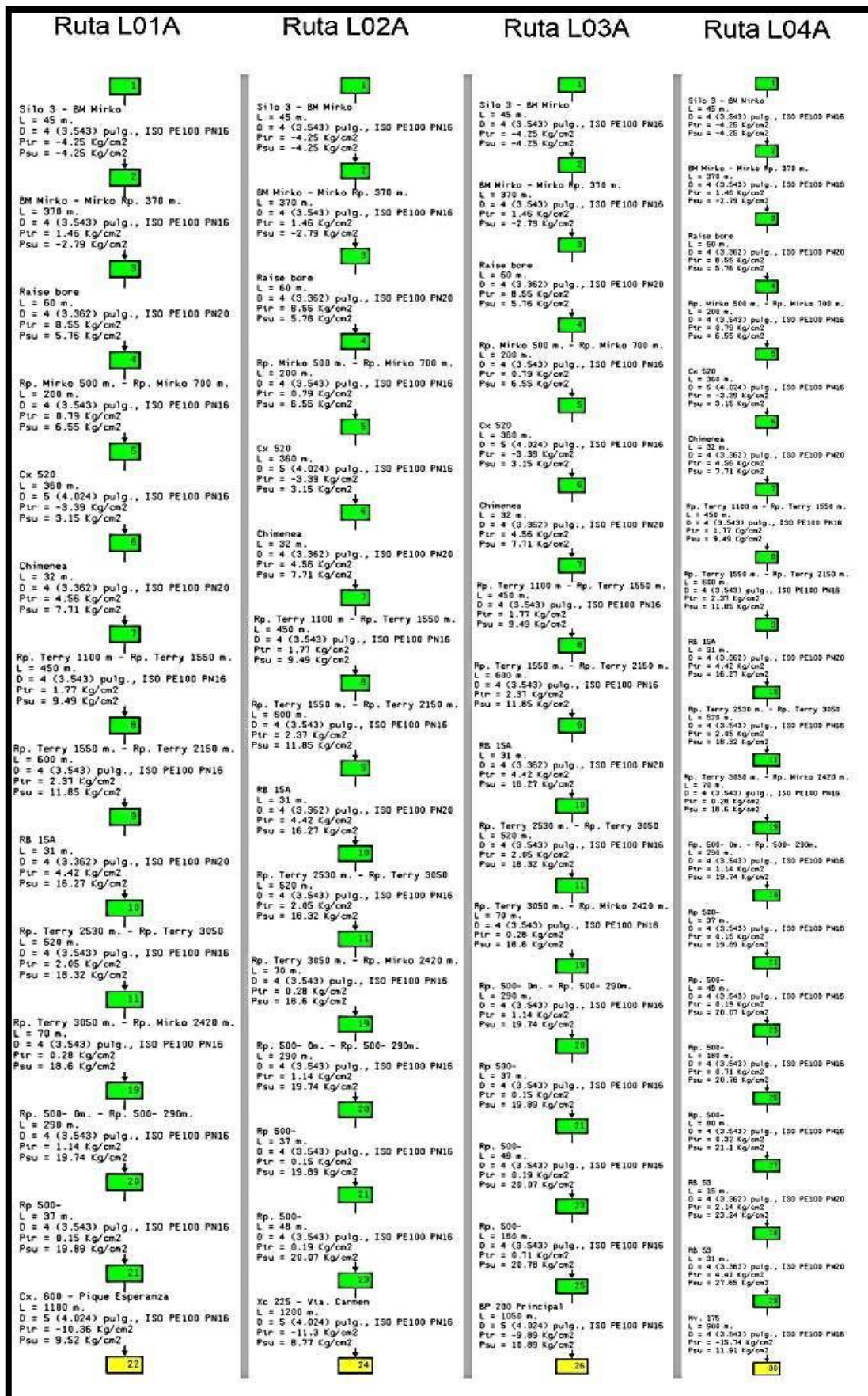
- **Beraun, Y. (2018).** *Reducción del impacto ambiental mediante la técnica de relleno hidráulico en tajos. Compañía Minera Chungar S.A.C. Pasco. [tesis de licenciatura, UNDAC] repositorio institucional UNDAC.*
- **Flores, V. (2019).** *Aplicación del relleno hidráulico en Mina socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A. [tesis de licenciatura, UNDAC] repositorio institucional UNDAC.*
- **Huaman, E., & Paucar, P. (2020).** *Evaluación técnica económica conceptual de un nuevo sistema de relleno hidráulico para la reducción de costos en la Unidad Minera Caylloma de Minera Bateas S.A.C. [tesis de licenciatura, UNDAC] repositorio institucional Continental.*
- **Huaman, L. (2007).** *Aplicación de relleno hidráulico en la Mina Jimena de Compañía Minera Poderosa S.A. [tesis de licenciatura, UNMSM] repositorio institucional UNMSM.*
- **Huarcaya, R., & Vasquez, J. (2020).** *Mejora de la productividad del sistema de relleno hidráulico en la zona Mirko Este - Volcan Compañía Minera S.A. Perú - Unidad minera Chungar - Animon. [tesis de Licenciatura, Universidad Continental] repositorio institucional Continental.*
- **Sánchez, F. (2019).** *Guía de tesis y proyectos de investigación. Autor – Editor.*

ANEXOS

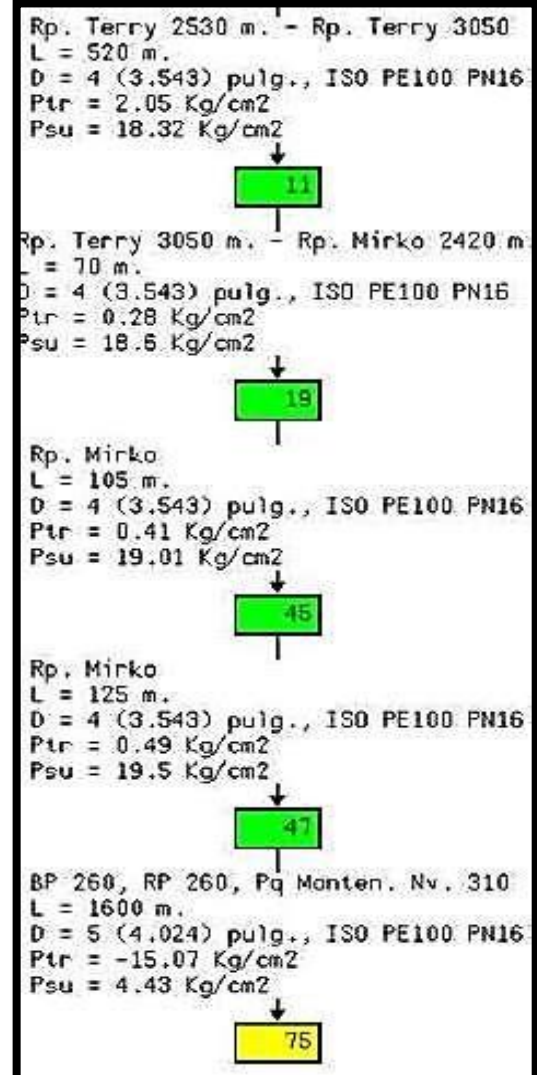
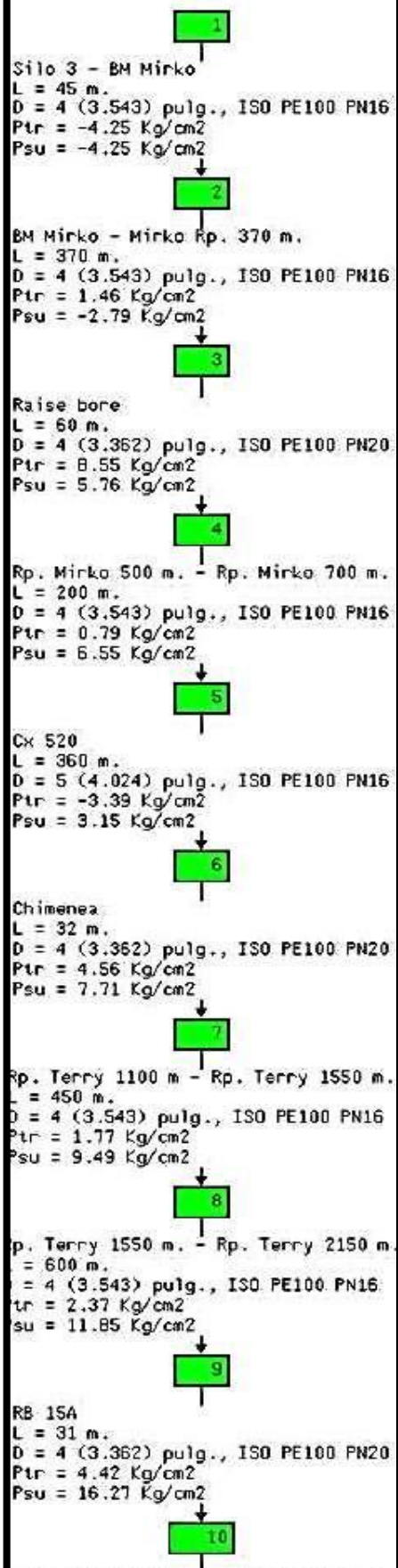
Anexo 1: Distribución de R/H Rutas A, B, C.



Anexo 2: Detalle de la red de R/H Ruta A



A Pique Montenegro



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Informes de la producción de la planta de relleno hidráulico
- Informe de bombeo de relleno hidráulico.
- Antecedentes de relleno hidráulico
- Planos de topográficos y de ubicación de la planta de relleno hidráulico y la red de tuberías.
- Red unifilar de superficie y mina.
- Especificaciones técnicas y dimensiones de las tuberías en superficie e interior mina.
- Equipos e instrumentos de medición (flexómetro, distanciómetro, estación total, eclímetro)

FICHAS DE VALIDACIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante: Ruiz Fredy Paz Artica
- 1.2. Grado académico: Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
- 1.3. Cargo e institución donde labora: Jefe de Guardia en Cia. Minera Chungar S.A.C
- 1.4. Título de la Investigación: "Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno hidráulico en interior mina - Unidad Animón, Empresa Administradora Chungar S.A."
- 1.5. Autor del Instrumento: Carlos Gabriel Velasquez Mendizabal
- 1.6. Nombre del Instrumento:
 - Cálculo de la corrección de la altura dinámica del relave y perdidas por fricción.
 - Cálculo de la eficiencia y resultados del nido de hidrociclones D-15 con respecto al análisis granulométrico.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de determinar la GPC y percepción ciudadana					X
ACTUALIDAD	Usa Instrumentos y métodos actuales				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una Organización lógica					X
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la Investigación					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 98 %

IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

- Este conjunto de instrumentos permitirá recopilar información detallada del proceso productivo que se viene realizando en la planta de relleno hidráulico con la finalidad de procesarlo y optimizarlo.

Cerro de Pasco, 01 de junio de 2022	42149500		+51 949 256 966
Lugar y Fecha	N.º DNI	FIRMA DEL EXPERTO	Nº DE CELULAR



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del informante:** Olger Breyner Choque Trujillo
1.2. **Grado académico:** Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
1.3. **Cargo e institución donde labora:** Jefe de Guardia en Cia. Minera Chungar S.A.C
1.4. **Título de la Investigación:** "Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno hidráulico en interior mina - Unidad Animón, Empresa Administradora Chungar S.A."
1.5. **Autor del Instrumento:** Carlos Gabriel Velasquez Mendizabal
1.6. **Nombre del Instrumento:**
- Cálculo de abastecimiento de relleno hidráulico en casa de bombas.
 - Cálculo del costo actual de consumida de energía, por metro cubico, de las 03 líneas (conformadas por bombas Warman AH 4x3)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de determinar la GPC y percepción ciudadana				X	
ACTUALIDAD	Usa Instrumentos y métodos actuales				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una Organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la Investigación					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 94 %

IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

- Los instrumentos aplicados en el estudio, son recursos indispensables para abordar la problemática y extraer información, cuyos resultados nos dará un enfoque más sincero sobre el estado situacional del transporte de relleno hidráulico en interior mina.

Cerro de Pasco, 01 de junio de 2022	42445832		+51 993 639 888
Lugar y Fecha	N.º DNI	FIRMA DEL EXPERTO	Nº DE CELULAR



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. **Apellidos y nombres del informante:** Lenin Edwin Anastares Fernandez
1.2. **Grado académico:** Ingeniero Titulado en Ingeniería de Minas
1.3. **Cargo e institución donde labora:** Jefe de Guardia de Servicios Auxiliares en Cia. Minera Chungar S.A.C
1.4. **Título de la Investigación:** "Estandarización e instalación de tuberías para el transporte de relleno hidráulico en interior mina - Unidad Animón, Empresa Administradora Chungar S.A."
1.5. **Autor del Instrumento:** Carlos Gabriel Velasquez Mendizabal
1.6. **Nombre del Instrumento:**
- Cálculo de la velocidad crítica de los relaves en tubería, coeficiente de uniformidad, velocidad de percolación y caudal de las líneas de bombeo.
 - Cálculo de la eficiencia de las bombas centrifugas.

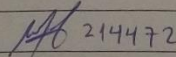
II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20 %	Regular 21-40%	Buena 41- 60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas				X	
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de determinar la GPC y percepción ciudadana					X
ACTUALIDAD	Usa Instrumentos y métodos actuales					X
ORGANIZACIÓN	Existe una Organización lógica				X	
SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla					X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la Investigación					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 96 %

IV. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

- Estos instrumentos de aplicación nos dará un amplio detalle del estado de como se viene trabajando en el transporte de relleno hidráulico en interior mina.

Cerro de Pasco, 01 de junio de 2022	46412692	 214472	+51 965 318 513
Lugar y Fecha	N.º DNI	FIRMA DEL EXPERTO	Nº DE CELULAR